



Sistema Fotovoltaico Flutuante

UFV Veredas Sol e Lares

Especificações Técnicas – Requisitos Gerais

Município de Grão Mogol – Minas Gerais

Potência Nominal de 1,201 MWp (CC)

Data	26/09/2018
Revisão	R03
Status	Versão Final
Elaborado por	Lucas Torres Dias Oliveira
Responsável Técnico	Eng° Gustavo Garcia dos Reis, CREA: 124414/D



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Requisitos Gerais	REV. 03	PÁGINA 3/24

ÍNDICE

A.	Introdução	5
B.	Normas, Códigos e Dimensões	6
B.1	Aplicação das Normas	6
B.1.1	Referência às Normas.....	6
B.1.2	Normas Básicas.....	6
B.1.3	Normas Alternativas.....	7
B.1.4	Normas da CONTRATANTE e Regulamentos Nacionais	8
B.2	Sistemas de Unidades.....	8
C.	Fornecimento dos Equipamentos	10
D.	Execução do Projeto e Requisitos de Serviços	10
D.1	Gerenciamento do Projeto.....	10
D.2	Controle e Coordenação do Projeto.....	11
D.2.1	Coordenação	11
D.2.2	Coordenação dos Serviços no Local com as Atividades da Contratante.....	12
D.3	Pré-montagem, Embalagem e Transporte	12
D.3.1	Pré-montagem.....	12
D.3.2	Embalagem e Transporte	13
D.3.3	Estradas, Capacidades de Carga, Altura e Largura Livre	14
D.4	Gerenciamento da Construção e outros Serviços	14
D.4.1	Regulamento Geral da Construção em Campo	14
D.4.2	Serviços Gerais	15
D.5	Testes e Serviços de Início de Operação (start-up)	17
D.5.1	Testes no Local	17
D.5.2	Comissionamento e Testes.....	17
D.5.3	Testes de Conclusão	18
D.6	Treinamento	18
D.6.1	Treinamentos específicos.....	18
D.6.2	Treinamento durante a fase de garantia e O&M pela CONTRATADA.....	19
D.7	Peças Sobressalentes e Ferramentas	20



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares	
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Requisitos Gerais	REV. 03
		PÁGINA 4/24

D.7.1	Peças Sobressalentes Requeridas	20
D.7.2	Disponibilidade de Longo Prazo	20
D.7.3	Ferramentas Requeridas	20
D.8	Garantia de Qualidade	21
D.9	Requisitos de Saúde, Segurança e Meio Ambiente.....	22
D.9.1	Iluminação e Vigilância	22
D.9.2	Proteção	22
D.9.3	Limpeza.....	22
D.9.4	Área de Armazenagem e Transporte de Materiais no Local	23
D.9.5	Substâncias Proibidas	23
D.9.6	Segurança e Saúde ocupacional	23
E.	Segurança e Proteção contra Incêndios.....	24
E.1	Projeto de Instalação e Distribuição de Extintores de Incêndio	24
E.2	Detectores de Fumaça.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela B-1: Unidades a serem utilizadas no decorrer do projeto.....	9
---	---



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Requisitos Gerais	REV. 03	PÁGINA 5/24

A. Introdução

Este documento 'Especificações Técnicas - Requisitos Gerais' faz parte dos Documentos de Licitação e universalmente válidos para todas as partes das especificações técnicas e requisitos gerais, exceto quando complementados e/ou substituídos por requisitos adicionais e/ou especiais, conforme especificado ou exigido pela legislação nacional.

A CONTRATADA deve observar rigorosamente estes Requisitos Gerais em conjunto com os Requisitos Específicos. Os Requisitos Técnicos Específicos em particular têm prioridade sobre os Requisitos Técnicos Gerais.

Os equipamentos e todos os recursos fornecidos e/ou reabilitados associados aos Serviços acordados neste CONTRATO devem ser projetados e entregues pela CONTRATADA em conformidade com estes Requisitos Técnicos Gerais.

Todos os equipamentos fornecidos no âmbito deste CONTRATO devem ser novos e com projeto aprovado e confiável. O projeto dos equipamentos e sistemas deve fornecer níveis máximos de confiabilidade, disponibilidade e segurança, conveniência de operação e manutenção, disposição simples e organizada, considerando os requisitos funcionais dos diversos sistemas e a aparência física harmoniosa das instalações prontas. O maior grau de uniformidade e de permutabilidade deve ser alcançado. O projeto deve facilitar a manutenção e reparo dos componentes. O equipamento deve ser pré-montado, na máxima proporção possível, nas instalações da CONTRATADA ou subcontratada.

Em todos os casos, a listagem de itens aqui contida deve ser entendida como geral e como requisitos mínimos. Estes itens devem ser incluídos na conclusão com outros componentes necessários e acessórios exigidos, mesmo que não sejam especificamente mencionados, a fim de garantir a adequada e contínua operação comercial da instalação completa, incluindo todos os sistemas auxiliares.

Deve estar claro que todas as instalações, equipamentos, materiais, serviços civis, etc., necessários em todos os aspectos para a conclusão da UFV, estão incluídos no escopo de trabalho da CONTRATADA e no valor do CONTRATO, se não for expressamente indicado de outra forma.



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Requisitos Gerais	REV. 03	PÁGINA 6/24

B. Normas, Códigos e Dimensões

B.1 Aplicação das Normas

Os sistemas, equipamentos e materiais a serem fornecidos pela CONTRATADA devem ser projetados, fabricados, testados em fábrica, montados e instalados, comissionados e testados em conformidade com as normas e recomendações nacionais. Se tais normas e recomendações não existirem, as normas nacionais reconhecidas, regras e regulamentos locais aceitos pela CONTRATANTE podem ser utilizados, caso não haja exceções no CONTRATO.

Todos os materiais e serviços devem ser projetados, fabricados, montados ou instalados e testados em conformidade com as normas e regulamentos pertinentes à edição em vigor na data da assinatura do CONTRATO. Qualquer exigência específica constante nas Especificações Técnicas é, contudo, obrigatória.

Neste sentido, as referências e normas mencionadas neste documento devem ser entendidas como requisitos mínimos. Isto significa que a lista de padrões e normas corretas não-exaustiva e adequada deve ser aplicada.

Caso normas nacionais (ou seja, ABNT-NBR) não existam ou não abranjam o escopo do trabalho, normas internacionais (por exemplo, IEC, ISO, EUROCODE ou IEEE) ou recomendações vigentes devem ser aplicadas. Caso estas também estejam faltando, um guia ou esboço da associação líder da indústria, como a alemã DIN e VDE devem ser aplicados como alternativa.

B.1.1 Referência às Normas

As referências às Normas e Regulamentos, quando indicadas diretamente ou como "relevantes", destinam-se a fornecer medidas de desempenho, segurança, testes de fábrica e de campo e métodos de montagem e/ou instalação e devem ser atendidas de forma integral ou superior para que o uso possa ser considerado aceitável. Se mais do que um nível de qualidade e precisão são permitidos dentro do âmbito de um código particular, ou norma, deve-se aplicar o nível de qualidade mais alto e o nível de precisão compatível com a função pretendida, mas com o entendimento de que, em qualquer caso, a decisão, quanto aos níveis, será tomada exclusivamente pela CONTRATANTE.

Não se pretende, salvo indicação contrária, que as normas e regulamentos sejam aplicados para definir aparência, disposição ou limitações dimensionais gerais. As abreviações dos nomes das organizações responsáveis pelo desenvolvimento das normas, códigos, regulamentos e referências aqui contidas, encontram-se listadas e identificadas no artigo pertinente.

B.1.2 Normas Básicas

Os equipamentos e materiais, assim como o projeto e trabalho empregado na fabricação, fornecimento, montagem ou instalação, e teste das partes do projeto devem respeitar as normas e recomendações aplicáveis e aprovadas. As bases de referência para a CONTRATANTE devem ser as partes apropriadas da última revisão, pelas quais a aplicação deve seguir a abordagem que as Normas nacionais, basicamente, deem preferência e, caso não esteja disponível para determinado item, as normas internacionais devem ser aplicadas. Essas normas podem ser complementadas com as



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Requisitos Gerais	REV. 03	PÁGINA 7/24

recomendações de institutos e associações conceituados, citados na lista abaixo, como indicação básica:

Normas Nacionais:

- ABNT-NBR - Associação Brasileira de Normas Técnicas - Norma Brasileira.
- Normas Técnicas CEMIG;

Normas internacionais:

- ISO - Organização Internacional de Normalização, 1 Rue de Varembe, 1211 Genebra, 20 Suíça.
- IEC - Comissão Eletrotécnica Internacional, 1 Rue de Varembe, 1211 Genebra, 20 Suíça.
- EM - Comitê Europeu de Normalização (CEN), Management Centre, 36, Rue de Stassart, 1050 Bruxelas, Bélgica.
- ANSI - Instituto Nacional Americano de Normas, 1480 Broadway Nova York, Nova York 10018, EUA.
- BSI - Instituto Britânico de Normas, 2 Park Street, Londres W.1., Inglaterra.
- DIN - Instituto Alemão de Normalização, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlim, Alemanha.
- JIS - Instituto Japonês de Normas, Tóquio, Japão.
- AFNOR - Associação Francesa de Normalização, Paris, França.

Recomendações:

- IEEE - Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos.
- VDE - Associação de Engenheiros Eletricistas Alemães, Postfach 122305, 10591 Berlim, Alemanha.
- VDI - Associação de Engenheiros Alemães, Postfach 101139, 40002 Düsseldorf, Alemanha.
- TUEV - Associação de Inspeção Técnica: Organizações alemãs que trabalham para validar a segurança de produtos, instalações e processos. As instituições TUEV também certificam normas internacionais.

Para normas e regulamentos não abrangidos pelas publicações das organizações acima mencionadas, a CONTRATANTE pode aprovar outras normas internacionalmente reconhecidas.

B.1.3 Normas Alternativas

Na inexistência de normas e recomendações nacionais correspondentes e, a menos que de outra forma prevista nos requisitos e especificações técnicas, podem ser utilizadas as normas internacionalmente reconhecidas e aceitas pela CONTRATANTE. Nesse caso, a CONTRATADA deve submeter à aprovação da CONTRATANTE dois exemplares (oficial, completo, integral e no idioma Inglês) da norma relevante (apenas a edição mais recente) que a CONTRATADA pretende aplicar. Somente após a aprovação da CONTRATANTE, a CONTRATADA pode prosseguir com a aplicação da norma solicitada.

Se a CONTRATADA pretende basear suas instalações em normas ou recomendações diferentes das especificadas, exceto as normas ISO/IEC, a mesma deve submeter à CONTRATANTE para aprovação, dois exemplares (oficial, completo, integral e no idioma português ou inglês) das normas relevantes



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Requisitos Gerais	REV. 03	PÁGINA 8/24

(apenas a edição mais recente) que pretende aplicar, descrevendo os motivos para a mudança e as diferenças para a norma solicitada.

A decisão em aceitar tais normas ou recomendações alternativas cabe à CONTRATANTE com base na sua avaliação sobre os seguintes critérios, mas não limitado a esses:

- Os materiais e/ou os equipamentos são equivalentes ou melhores, nas características, análises, montagem ou instalação;
- Os materiais e/ou os equipamentos possam passar por tratamento de alívio de tensões, conforme exigido pelo Código ou Norma especificada, se a fabricação e/ou os métodos de montagem/instalação produzirem tensão retida indesejável.

B.1.4 Normas da CONTRATANTE e Regulamentos Nacionais

Além dessas normas, todos os regulamentos locais relativos à concepção e execução em geral devem ser observados e considerados. Os itens contraditórios nos regulamentos locais devem predominar sobre outras Normas, salvo se as Normas locais forem expressamente declaradas “não aplicáveis” como um todo ou em parte pela CONTRATANTE.

B.2 Sistemas de Unidades

O sistema internacional de unidades (SI) deve ser exclusivamente utilizado para a execução do CONTRATO, incluindo engenharia, correspondência, documentos, desenhos, etiquetagem, indicação, etc.

Preferencialmente devem ser utilizadas as seguintes unidades:

Tabela B-1: Unidades a serem utilizadas no decorrer do projeto

Parâmetro	Unidade
Energia ativa	Wh, kWh
Potência ativa	MW, kW, kWp, Wp
Potência aparente	MVA, kVA
Área, seção transversal	mm ² , m ²
Condutividade	mS/m
Pressão diferencial	bar, mbar, Pa
Temperatura diferencial	K
Excentricidade e vibrações	mm, m/s ²
Corrente elétrica	A, kA
Energia ou Produtividade energética	kWh, MWh
Força	N, kN, MN
Frequência	Hz
Irradiância	W/m ²
Irradiação	Wh/m ² , kWh/m ²
Comprimento	m, mm
Carga estrutural	N/m ² , kN/m ²
Vazão em massa	kg/s, t/h
Massa, peso	g, kg, t, (1 t = 1000 kg)
Índice de Desempenho (<i>Performance Ratio</i>)	%
Potência (mecânica e elétrica)	kW, MW
Pressão	bar, mbar, Pa
Potência reativa	MVAR, kVAR
Produtividade específica ou fator de produtividade	kWh/kWp



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Requisitos Gerais	REV. 03	PÁGINA 10/24

Temperatura	°C
Tempo	s, min, h
Tensão	V, kV
Volume	m ³ , litro
Vazão volumétrica	m ³ /s, m ³ /h

C. Fornecimento dos Equipamentos

O fornecimento dos materiais para realização do projeto será feito em dois lotes sendo:

1° Lote: Flutuadores, módulos, inversores, condutores, caixas de junção, transformadores e demais itens da subestação, ou seja, todo material necessário para construção da usina que exclua o sistema de tecnologia de módulos orgânicos (OPV). Porém que deixe a instalação preparada para a adição do sistema OPV, já com transformadores que suportem a integração do sistema, espaços para inversor, valas para encaminhamento de cabo assim como espaços reservados em quadros e demais itens comuns às instalações dos sistemas;

2° Lote: Flutuadores, módulos, inversores, condutores, caixas de junção e demais itens pertencentes ao sistema de módulos orgânicos (OPV).

Sendo assim as especificações técnicas e requisitos gerais se aplicam à ambos os Lotes de fornecimento, mesmo estes sendo realizados em momentos distintos.

D. Execução do Projeto e Requisitos de Serviços

D.1 Gerenciamento do Projeto

No Escopo dos Trabalhos a serem fornecidos, a CONTRATADA deve também incluir, mas sem se limitar aos seguintes serviços:

- Fornecimento e gerenciamento de todos os equipamentos de montagem;
- Gerenciamento dos serviços e execução dos trabalhos nos termos deste CONTRATO;
- Gerenciamento do cronograma dos serviços, mantendo-o atualizado e realizando as revisões necessárias;
- Gerenciamento, intermediação com outras contratadas e relatórios de andamento;
- Supervisão do pessoal, incluindo saúde, segurança e meio ambiente;



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Requisitos Gerais	REV. 03	PÁGINA 11/24

- Supervisão e coordenação dos trabalhos;
- Gerenciamento da qualidade em conformidade com a garantia da qualidade;
- Gerenciamento do tráfego nas instalações;
- Transporte, descarregamento, manuseio e armazenamento (se necessário) de materiais e equipamentos da CONTRATADA durante a instalação;
- Operação e manutenção dos trabalhos a serem executados no escopo deste CONTRATO até a entrega final;
- Plano específico de trabalho de saúde e segurança;
- Segurança da instalação e custódia dos trabalhos, materiais, equipamentos e módulos durante o termo do CONTRATO;
- Gerenciamento no local de módulos quebrados e acionamento de seguro se houver;
- Gerenciamento de resíduos – compra/locação de contêineres de acordo com os regulamentos locais e diretrizes emitidos pela CONTRATANTE;
- Gerenciamento de resíduos – aquisição de máquinas para separação de madeira e papel dos pallets dos módulos FV de acordo com os regulamentos locais;
- Gerenciamento de resíduos – retirada e tratamento de acordo com os regulamentos locais;
- Gerenciamento de resíduos – armazenamento, evacuação e tratamento de peças metálicas/de alumínio de acordo com os regulamentos locais;
- Equipamentos alugados da CONTRATADA, equipamentos de segurança;
- Restabelecimento do local.

A CONTRATANTE terá o direito de suspender os trabalhos em caso de não cumprimento dos requisitos de Qualidade, Saúde, Segurança e Meio Ambiente, à custa e riscos da CONTRATADA, até que as falhas tenham sido corrigidas.

D.2 Controle e Coordenação do Projeto

A CONTRATADA deve preparar um Cronograma do Projeto apresentando o trajeto crítico. As condições climáticas sazonais devem ser consideradas e incluídas no planejamento e cronograma de todos os trabalhos. A CONTRATADA deve elaborar um planejamento plausível que permita a execução dos serviços de instalação em condições de chuva/umidade.

D.2.1 Coordenação

A CONTRATADA deve ser responsável pela coordenação de seus trabalhos e equipamentos com os trabalhos e equipamentos das subcontratadas envolvidas no projeto com a CONTRATANTE.



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Requisitos Gerais	REV. 03	PÁGINA 12/24

Caso as atividades da CONTRATADA no local sejam afetadas por outras atividades de outras contratadas, ou tenham efeito nas atividades das outras contratadas, a CONTRATADA deve tomar a iniciativa de obter ou dar informações sobre suas atividades ou equipamentos. A CONTRATADA deve solicitar por escrito à CONTRATANTE todas as informações e dados necessários relativos às outras contratadas para planejamento e execução dos serviços nos termos deste CONTRATO.

Estas informações devem ser discriminadas, e os dados necessários das outras contratadas devem ser plausíveis e programados de acordo com a prioridade de cada item. No entanto, esses cronogramas devem estar sujeitos à aprovação da CONTRATANTE. Se as outras contratadas atrasarem a entrega dos referidos dados e informações, a CONTRATANTE não será responsabilizada por tal atraso e não considerará qualquer reclamação a esse respeito. A coordenação será de responsabilidade da CONTRATADA sob a fiscalização da CONTRATANTE. No entanto, o insucesso da CONTRATANTE para obter ou transmitir informações não isentará a CONTRATADA de suas obrigações contratuais.

A CONTRATANTE auxiliará no trabalho de coordenação acima referido. A CONTRATADA deve requisitar as informações necessárias por escrito à CONTRATANTE, com cópias da referida solicitação por escrito para a CONTRATADA com a qual a coordenação é necessária.

Por sua vez, a CONTRATANTE deve obter ou repassar essas informações. Quando a CONTRATADA possuir pessoal no local, deve fazer toda a coordenação diretamente com outros envolvidos no local, e verificar todas as interferências físicas, tolerâncias e interfaces com o trabalho dos outros. Nesse sentido, a CONTRATADA deve notificar a CONTRATANTE por escrito sobre todos os acordos, e submeter atas das reuniões com as outras contratadas. Em caso de divergências entre as contratadas, a CONTRATANTE se reserva o direito de tomar a decisão final, a qual será incontestável.

D.2.2 Coordenação dos Serviços no Local com as Atividades da Contratante

Durante a fase da montagem da UFV, o cronograma dos trabalhos da CONTRATADA deve ser coordenado com a CONTRATANTE, para que as atividades rotineiras da mesma não sejam prejudicadas pelos trabalhos de montagem da UFV.

D.3 Pré-montagem, Embalagem e Transporte

D.3.1 Pré-montagem

Todos os componentes e partes da usina fabricados em oficina devem o máximo possível ser moldados, encaixados, soldados, passar por tratamento de alívio de tensões, radiografados, ajustados, testados, limpos e pintados. O equipamento deve ser pré-montado na oficina da CONTRATADA ou de suas subcontratadas no máximo possível, e então desmontado somente o suficiente para um transporte seguro e adequado, a fim de reduzir os trabalhos de montagem no local ao mínimo possível. Os equipamentos e peças devem ser marcados, etiquetados ou identificados de alguma forma, para facilitar a montagem no local.

As marcas e etiquetas devem ser fixadas de forma que não se deformem ou danifiquem durante o transporte, armazenamento e montagem no local.



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Requisitos Gerais	REV. 03	PÁGINA 13/24

O equipamento deve ser projetado e fabricado de acordo com as normas aplicáveis, visando alcançar o maior grau possível de confiabilidade e uma mínima e simplificada manutenção.

Deve ser dada atenção especial à padronização e permutabilidade dos componentes da UFV.

D.3.2 Embalagem e Transporte

Todos os itens suscetíveis a danos durante o transporte devem ser cuidadosamente protegidos e fixados com segurança em suas embalagens. Todas as cargas de mais de duas (2) toneladas devem ser marcadas para mostrar onde eslingas devem ser colocadas.

Todas as embalagens devem ser claramente identificadas, fornecendo detalhes do nome do fabricante e do tipo de equipamento. Todas as marcas de identificação na parte externa das embalagens devem ser à prova d'água e indelévels. Todos os equipamentos elétricos devem ser adequadamente lacrados e agentes dessecantes devem ser utilizados quando necessário para evitar danos decorrentes da condensação. Todos os equipamentos devem ser embalados e protegidos levando em conta as zonas climáticas do local para onde serão enviados, já que um período considerável pode transcorrer entre a chegada ao local e a desembalagem, e que o armazenamento em área coberta nem sempre é possível.

Toda a madeira e outros materiais utilizados nas caixas de embalagem devem estar livres de insetos. Medidas adequadas de proteção e de precaução devem ser tomadas para eliminar cupins e outros parasitas, insetos nocivos, larvas ou fungos nas embalagens dos materiais da usina. A regulamentação sanitária brasileira para importação de mercadorias deve ser respeitada. Todos os conteúdos devem ser claramente etiquetados para facilitar a identificação no remanejo.

A CONTRATADA deve proteger todas eventuais estruturas de aço antes do transporte, para evitar corrosão e/ou danos. Os feixes de perfis de aço devem ser devidamente amarrados juntos por um método aprovado, e deve-se tomar cuidado para que permaneçam firmes e possam ser facilmente manuseados durante o transporte. A CONTRATANTE não aceitará aço estrutural transportado solto.

Os Módulos Fotovoltaicos, Estruturas de Montagem e demais materiais devem ser embalados e transportados de acordo com as recomendações do fabricante.

Os parafusos e porcas devem ser duplamente ensacados e encaixotados para o transporte.

Todos os conectores de módulos e strings devem ser protegidos de danos externos e da entrada de sujeira, ar e umidade durante o transporte e enquanto estiverem aguardando a montagem no local.

As caixas de embalagem utilizadas devem ser solidamente construídas e em nenhum caso deve ser utilizada madeira com menos de 25 mm de espessura. O conteúdo das caixas devem ser firmemente parafusados ou fixados na posição com travessas e ripas cruzadas. As ripas cruzadas que suportam peso em qualquer direção não devem contar, para seu apoio, com pregos ou parafusos orientados longitudinalmente no veio da madeira, mas devem ser sustentadas por grampos fixados por dentro.

Todos os itens estarão sujeitos à inspeção quanto a evidências de danos, deterioração, sujeira e entrada de umidade e corrosão pela CONTRATANTE na chegada ao local e durante o armazenamento. Os itens considerados insatisfatórios devem ser reparados ou substituídos pela CONTRATADA, para a aprovação da CONTRATANTE.



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Requisitos Gerais	REV. 03	PÁGINA 14/24

D.3.3 Estradas, Capacidades de Carga, Altura e Largura Livre

A CONTRATADA é responsável por todo o transporte do equipamento da planta até o local. A CONTRATADA é livre para planejar o conceito de transporte, considerando, mas não se restringindo à limitação física e às restrições de licenciamento nas estradas no Brasil, nos portos brasileiros e píer. Além disso, a CONTRATADA deve fornecer uma descrição que inclua detalhes sobre os portos e embarcações previstos, bem como de descarga e equipamentos de transporte.

A CONTRATADA deve levar em consideração as capacidades de carga e altura e largura livre das pontes existentes e estradas de ligação, quando a realização do transporte partir dos portos ou de outros lugares para o local e vice-versa. Estradas, acessos e áreas de estacionamento no local da planta devem ser concebidos e construídos com largura suficiente e para o máximo de cargas possíveis.

D.4 Gerenciamento da Construção e outros Serviços

D.4.1 Regulamento Geral da Construção em Campo

a) Regulamentos para o Local da Instalação

A CONTRATADA compartilhará o local da instalação com a CONTRATANTE. A mesma indicará e alocará vias e áreas para as instalações temporárias e as áreas de trabalho, conforme estiverem disponíveis de tempos em tempos no local para uso em construção e armazenagem. A CONTRATADA e seus funcionários devem estar sujeitos a tais regras e regulamentos para realização dos serviços no local, conforme estabelecido pela CONTRATANTE. A CONTRATADA deve ser responsável pela fiscalização de seus funcionários quanto ao cumprimento das instruções da CONTRATANTE, quanto às placas de sinalização, prevenção de incêndio e de acidentes e outros regulamentos gerais.

A CONTRATADA deve ser responsável pela coordenação das suas tarefas com as de outras contratadas e da equipe operacional da CONTRATANTE para evitar atrasos nos serviços que estiverem sendo realizados por outros ou na conclusão geral do projeto. Sempre que solicitada pela CONTRATANTE, a CONTRATADA deve realizar ajustes na sua sequência de atividades e cronogramas para evitar a imposição de atrasos às outras contratadas. A CONTRATADA deve realizar seus trabalhos de forma a evitar obstáculos e interferências desnecessárias com outras contratadas e com as operações realizadas pela CONTRATANTE. Quando, por necessidade, as operações locais precisarem ser afetadas pelos trabalhos da CONTRATADA, esta deve notificar adequadamente e obter liberação da CONTRATANTE antes de proceder com a sequência de atividades. Caso ocorra interferência, a CONTRATANTE deve estabelecer a precedência e decidir qual trabalho será realocado, independentemente de qual tenha sido instalado antes.

b) Registros

Durante o progresso dos trabalhos, a CONTRATADA deve sempre manter em seu escritório de campo detalhes e dados relativos aos trabalhos realizados e equipamentos instalados e permitir a inspeção pela CONTRATANTE, em um momento razoável, conforme necessário.

Os registros devem ser diários (registros diários de construção ou diário do construtor).



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Requisitos Gerais	REV. 03	PÁGINA 15/24

D.4.2 Serviços Gerais

Este item trata dos serviços que devem ser executados pela CONTRATADA, para propiciar os meios necessários para a realização dos serviços principais e incluem, sem necessariamente se limitarem, a mobilização/desmobilização, supressão/readequação das instalações existentes, todos os trabalhos relativos à instalação da CONTRATADA, à construção do canteiro de serviços e das edificações definidas nos documentos do CONTRATO como de responsabilidade da CONTRATADA.

a) Mobilização

A CONTRATADA deve tomar todas as providências necessárias à sua mobilização, imediatamente após a assinatura do CONTRATO.

A mobilização compreende o efetivo deslocamento e instalação, nos locais em que deverão ser realizados os serviços, de todo o pessoal técnico e de apoio, materiais, equipamentos, edificações e instalação do canteiro de obras.

Quaisquer serviços que se fizerem necessários para o acesso da CONTRATADA ao canteiro de obra, também devem ser executados e mantidos pela CONTRATADA.

b) Limpeza

A CONTRATADA deve limpar as áreas atribuídas e prepará-las para as instalações, em estreita coordenação com a CONTRATANTE.

Qualquer intervenção pela CONTRATADA no que se refere à estrutura e infraestrutura do local deve ter sido previamente aprovada pela fiscalização da CONTRATANTE.

c) Instalação do Canteiro de Obras

A CONTRATANTE deve informar à CONTRATADA a área destinada para a instalação do canteiro de obras.

No canteiro de obras e durante toda a vigência do CONTRATO, e sem qualquer custo para a CONTRATANTE, a CONTRATADA deve realizar e manter com seus próprios custos e responsabilidade, todas as instalações necessárias à completa execução dos serviços, tais como escritórios de campo, oficinas, almoxarifados, etc., além de veículos adequados para permitir o transporte de pessoal, de materiais e equipamentos. Ainda deverá ser prevista a instalação de banheiros ecológicos.

O canteiro de obras, com suas vias de acesso e de circulação interna, deve ser mantido em boa ordem e transitável, permitindo o tráfego de veículos e pessoas. A CONTRATADA deve então promover uma drenagem adequada da área e a periódica limpeza e remoção de entulhos ou materiais inúteis do local.

d) Equipamentos Elétricos e Instalações

A CONTRATADA deve fornecer todas as instalações, mão-de-obra, equipamentos de consumo e temporários necessários para executar as montagens, e todas as tarefas correspondentes à descarga,



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Requisitos Gerais	REV. 03	PÁGINA 16/24

armazenamento e remoção do estoque, transporte até a área da instalação, montagem, instalação completa dos sistemas principais, testes, proteção e controle.

e) Desmobilização

Uma vez que a construção tenha sido concluída, ou o CONTRATO correspondente rescindido por qualquer motivo, a CONTRATADA (sem qualquer ônus para a CONTRATANTE) procederá na retirada de seus equipamentos, instalações provisórias ou sobra de material da área de serviços, deixando as áreas que lhe foram conferidas, limpas e livres de entulhos.

A CONTRATADA deve reparar quaisquer danos ou desgastes nas vias de acesso ou rede de serviços públicos ou particulares, porventura ocorridos durante sua atuação.

A CONTRATADA é responsável pela substituição de todo e qualquer bem da CONTRATANTE que tenha sido danificado na execução dos serviços. O material a ser utilizado para a substituição deve passar pela aprovação da CONTRATANTE, deve manter as características do material original e precisa ser de qualidade igual ou superior.

f) Segurança do Trabalho e Assistência Médica

A CONTRATADA deve cumprir qualquer legislação que possa estar em vigor no que diz respeito à segurança no trabalho e assistência médica, bem como com quaisquer outros requisitos que podem ter sido estabelecidos no CONTRATO.

g) Considerações Adicionais

A CONTRATADA deve dispor, diariamente, dos serviços de um engenheiro, responsável técnico pela execução do empreendimento, com experiência em projetos similares.

A CONTRATADA deve fornecer todo o material de consumo e uso temporário necessário, incluindo, porém não se limitando a, estopa, composto para vedação, composto antiaderente, eletrodos para solda, material para solda branca, lubrificantes de roscas, tirantes, calços, suportes, prendedores e materiais para instalação dos diversos itens. Todo o custo relativo à aquisição, transporte, armazenagem, instalação e uso destes materiais deve ser incluído nos custos da CONTRATADA.

A CONTRATADA deve familiarizar-se com as Especificações Técnicas dos Documentos deste CONTRATO, o qual é necessário para a aquisição dos equipamentos, bem como com os desenhos e instruções de montagem fornecidos pelos seus fabricantes. As referidas especificações técnicas e de montagem devem ser fornecidas pela CONTRATANTE.

h) Recebimento e verificação de peças e equipamentos

A CONTRATADA será responsável pelos equipamentos até que o Certificado de Aceitação Provisória (CAP) seja emitido pela CONTRATANTE.

No momento da recepção dos equipamentos pela CONTRATADA, essa deverá abrir as caixas que contenham as partes dos mesmos e verificá-los com todo o cuidado, podendo, a critério da



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Requisitos Gerais	REV. 03	PÁGINA 17/24

CONTRATANTE, ter um representante da Fiscalização. Nessa ocasião deverão ser verificadas todas as partes dos componentes, quanto ao número e condições em que se apresentam.

Qualquer irregularidade ou dano constatado será anotado pela Fiscalização, sendo a peça ou peças danificada(s) rejeitada(s).

D.5 Testes e Serviços de Início de Operação (start-up)

D.5.1 Testes no Local

Os equipamentos a serem fornecidos sob este CONTRATO devem ser testados no local durante as atividades de pré-comissionamento, comissionamento e operação inicial. Os testes devem comprovar, se o equipamento atende aos requisitos do CONTRATO e às condições de segurança, se o equipamento foi construído e/ou montado satisfatoriamente e se o equipamento está em conformidade com as normas e regulamentos pertinentes, assim como com o estado atual da tecnologia moderna.

Quando a fabricação ou o acabamento for feito no local, testes e inspeções devem ser realizados para substituir os testes na oficina. As verificações e testes preliminares, a operação experimental, a operação inicial, o teste de confiabilidade e os testes de desempenho devem ser realizados pelo pessoal da CONTRATADA na presença da CONTRATANTE.

Todos os testes devem ser acompanhados de registros assinados por ambas as partes. No caso de testes que envolvam também atividades de outras contratadas, todas as observações e comentários devem ser colocados no registro de teste assinado por todos os participantes.

As medições do teste de aceitação devem ser feitas com instrumentos calibrados.

A desistência de um teste não isenta a CONTRATADA de sua responsabilidade de satisfazer plenamente os requisitos do CONTRATO.

Os formulários dos registros de teste devem ser apresentados pela CONTRATADA durante a fase de projeto para aprovação da CONTRATANTE.

D.5.2 Comissionamento e Testes

O termo “comissionamento” se refere às atividades de teste funcional dos serviços concluídos após a conclusão da montagem das diversas partes do sistema. A CONTRATADA deve realizar testes preliminares e funcionais para verificar a operação da usina e sua conformidade com a especificação.

Os testes devem demonstrar:

- Se os subsistemas fotovoltaicos estão completos;
- Se a montagem e instalação estão corretas;
- A segurança e confiabilidade dos serviços sob todas as condições de operação.

A CONTRATADA deve preparar e submeter à CONTRATANTE para a aprovação, os procedimentos de comissionamento e testes para todos os equipamentos, incluindo métodos de teste, no mínimo dois



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Requisitos Gerais	REV. 03	PÁGINA 18/24

meses antes da data prevista para início do comissionamento. Esses procedimentos devem detalhar os testes a serem realizados durante o comissionamento. A CONTRATADA deve fornecer todos os instrumentos de teste e realizar os testes estabelecidos nos procedimentos na presença da CONTRATANTE e do responsável da distribuidora de energia elétrica se necessário.

D.5.3 Testes de Conclusão

Todas as instalações eletromecânicas devem ser inspecionadas e testadas quanto ao correto alinhamento, posicionamento, ajuste, folgas e todos os itens que possam afetar sua operação confiável. Testes e inspeções quanto à correta conexão, instalação, isolamento, aterramento, ajuste das chaves de fim de curso, calibração dos instrumentos de medição e dispositivos de proteção etc. também devem ser realizados.

Ao final da montagem, a CONTRATADA é obrigada a demonstrar à CONTRATANTE o desempenho adequado do sistema fotovoltaico e demais instalações elétricas e sua conformidade com os documentos contratuais.

D.6 Treinamento

D.6.1 Treinamentos específicos

Todos os treinamentos devem ser realizados para que o principal objetivo de 'ter pessoal capaz de realizar os serviços necessários' seja alcançado. É da responsabilidade da CONTRATADA escolher os instrutores, estruturar o treinamento, preparar o material didático e ministrar o treinamento de tal forma que esse objetivo seja alcançado. É de responsabilidade do CONTRATANTE disponibilizar pessoal para o treinamento, conforme definição e acordo entre ambas as partes.

A CONTRATADA deve planejar, administrar e realizar um programa de treinamento específico para a equipe designada pela CONTRATANTE, responsável pela construção, operação e manutenção da UFV:

- **Pessoal da construção:** Ao final do treinamento para construção da UFV, cada participante deve estar habituado com os componentes elétricos e mecânicos contidos na planta. Devem ser capazes de efetuar todo o serviço de instalação e conhecer todos os riscos que as atividades em questão oferecem.
- **Pessoal de operação:** Ao final do treinamento de operação da UFV, cada participante deverá ser capaz de realizar perfeitamente todos os procedimentos de Operação e Monitoramento da UFV atendendo o manual de operação da UFV, dos equipamentos da UFV e os requisitos do operador da rede em que está conectado.
- **Pessoal de manutenção:** Ao final do treinamento de manutenção da UFV, cada participante deverá ser capaz de realizar todos os procedimentos de manutenção preventiva e corretiva da UFV, conforme manual de manutenção da UFV e dos equipamentos da UFV e as boas práticas de manutenção de UFVs.

O treinamento deve englobar sessões teóricas e práticas suficientes para garantir uma satisfatória capacitação do pessoal.



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Requisitos Gerais	REV. 03	PÁGINA 19/24

O programa e conteúdo dos treinamentos devem ser aprovados pela CONTRATANTE.

Todas as atividades de treinamento devem ser realizadas em língua portuguesa assim como todo o material envolvido

D.6.2 Treinamento durante a fase de garantia e O&M pela CONTRATADA

Adicionalmente ao treinamento específico deverão ser realizadas sessões de treinamentos práticos durante a fase de operação e manutenção (O&M) sob responsabilidade da CONTRATADA. Nestes treinamentos o pessoal da CONTRATANTE deve ser instruído durante as atividades de monitoramento, manutenção preventiva e corretiva para a realização dos serviços.

Os tópicos do treinamento devem incluir, mas não estar limitados a:

- Segurança individual no local e especificamente com circuitos CC de 1000 V ou 1500V;
- Procedimento de desligamento de emergência da usina e dos inversores;
- Operação e manutenção de cada um dos equipamentos:
 - Módulos fotovoltaicos, caixas de conexão string, gerador FV, inversor, subestação, instalações de conexão à rede;
 - Sistema SCADA, incluindo atividades de supervisão;
 - Tratamento de alarmes e testes funcionais dos componentes, dos inversores e outros componentes essenciais;
- Procedimento de partida dos inversores;
- Análise dos dados de monitoramento e identificação das potenciais causas de desempenho deficitário;
- Identificação e remoção de problemas como, por exemplo:
 - Falha no inversor;
 - Identificação e remoção de falhas nas strings;
 - Desempenho deficitário;
- Consulta de informações e expertise adicional:
 - Manual de instalação e O&M dos equipamentos;
 - Contato com suporte técnico dos fornecedores / fabricantes;
- Plano de operação e manutenção;
- Procedimentos de manutenção preventiva:
 - Inspeção regular da usina;



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Requisitos Gerais	REV. 03	PÁGINA 20/24

- Ensaios com termo visor, megôhmetro e equipamento de Voc, Isc;
- Limpeza / processo de lavagem da superfície do módulo;
- Operação e manutenção da instrumentação e sistema de controle:
 - SCADA;
 - Estação meteorológica;
- Armazenagem e manutenção das peças sobressalentes e ferramentas.

D.7 Peças Sobressalentes e Ferramentas

D.7.1 Peças Sobressalentes Requeridas

As peças sobressalentes que a CONTRATADA deve fornecer juntamente com os serviços prestados estão listadas na Folha de Dados.

D.7.2 Disponibilidade de Longo Prazo

A CONTRATADA deve garantir à CONTRATANTE a disponibilidade de peças sobressalentes a longo prazo, por no mínimo dois (2) anos a partir da emissão do CAF, ou ao longo de toda a vida útil dos equipamentos abrangidos nos termos do CONTRATO, considerando sempre o maior tempo.

A CONTRATADA deve garantir que antes que os sobressalentes dos equipamentos, abrangidos nos termos do CONTRATO, saiam de produção, ela própria ou o fornecedor deverá notificar a CONTRATANTE com 12 (doze) meses de antecedência, de forma que se possa solicitar a maior parte das peças sobressalentes necessárias, se assim o desejar. O mesmo requisito se aplica às subcontratadas.

Adicionalmente, em caso de descontinuidade no fornecimento de peças sobressalentes pela CONTRATADA ou suas subcontratadas, a CONTRATADA deve fornecer à CONTRATANTE todas as informações para reposição de tais peças por outras marcas equivalentes, se assim for solicitado pela CONTRATANTE.

A CONTRATADA deve fornecer à CONTRATANTE uma lista de contatos dos seus fornecedores subcontratados com endereço e outros detalhes. A CONTRATANTE, se assim desejar, deve ter o direito de comprar sobressalentes diretamente dos seus subcontratados e fornecedores.

A CONTRATADA deve especificar os custos de todas as peças sobressalentes com os respectivos preços unitários na proposta. Os custos unitários devem permanecer inalterados para o pedido de sobressalentes adicionais, até o final do período de garantia ou qualquer outro período a ser combinado.

D.7.3 Ferramentas Requeridas

As medidas das ferramentas devem ser no sistema métrico. Porém, se forem necessárias ferramentas em medidas de polegadas para casos particulares, o mesmo número de ferramentas definidas para o



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Requisitos Gerais	REV. 03	PÁGINA 21/24

sistema métrico deve ser fornecido em adição às ferramentas do sistema imperial com dimensões equivalentes às especificadas.

As ferramentas devem ser novas e sem uso, devendo ser armazenadas em caixas de chapa de aço, madeira resistente ou polímero com fechadura.

A CONTRATADA deve também fornecer nos termos deste CONTRATO todas as ferramentas especiais necessárias para a montagem, manutenção e ajustes, incluindo soquetes, chaves de boca, chaves de caixa, chaves de impacto, olhais, jogos de brocas, todos os tipos de ferramentas de medição necessárias, todas as ferramentas para manutenção nos componentes elétricos e eletrônicos. Essas ferramentas devem ser fornecidas de acordo com o projeto específico e a experiência da CONTRATADA.

D.8 Garantia de Qualidade

A CONTRATADA deve implementar um sistema de garantia da qualidade, incluindo, mas não se limitando ao projeto, construção, instalação, materiais, equipamentos, verificação, partida e operação inicial. Os programas de GQ/CQ da CONTRATADA e de cada uma das suas subcontratadas devem ser fiscalizados para garantir que a UFV fornecida à CONTRATANTE seja um produto de alta qualidade.

Isso pode incluir:

- Projetos, desenhos, cálculos e relatórios;
- Qualificação de fornecedores de material;
- Obtenção, verificação e documentação das notas fiscais, certificados de garantia e documentação técnica dos subfornecedores de material e equipamento para garantir as especificações do material e garantias dos fabricantes. Estes documentos serão disponibilizados em cada marco de pagamento para a CONTRATANTE.
- Teste de rotina dos equipamentos como:
 - Relatórios de teste de flash (*flash tests*) do fabricante FV;
 - Relatórios de teste dos inversores;
 - Relatórios de teste dos transformadores.
- Inspeção dos materiais no local;
- Testes no local;
- Inspeções de qualidade no campo;
- Documentação de testes de campo;
- Cobertura dos trabalhos elétricos.

O programa de GQ/ CQ deve ser responsável por verificar que todas as alterações sejam regularmente documentadas (semanalmente) em desenhos, listas (*check-lists*), e especificações que devem ser



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Requisitos Gerais	REV. 03	PÁGINA 22/24

apresentadas em detalhes para a CONTRATANTE para informação antes do início de cada fase de projeto e execução.

A CONTRATADA deve desenvolver e manter um registro de defeitos, deficiências, não conformidade e itens da lista de pendências, que devem ser incluídos no relatório mensal e apresentados à CONTRATANTE durante o período de construção.

D.9 Requisitos de Saúde, Segurança e Meio Ambiente

A CONTRATADA deve ser responsável por todos os aspectos associados à saúde e segurança, prevenção de danos, segurança contra incêndio, proteção ambiental etc. durante as fases de projeto, construção, comissionamento e, se aplicável, na fase operacional do projeto.

A CONTRATADA deve projetar e executar o empreendimento de forma a minimizar riscos de saúde e segurança para o pessoal operacional e administrativo e também minimizar o impacto ao meio ambiente. A CONTRATADA deve usar medidas de controle de poeira durante a construção.

D.9.1 Iluminação e Vigilância

A CONTRATADA deve ser responsável pela iluminação, proteção e vigilância adequada de todos os trabalhos no local até a entrega do sistema, e pela provisão adequada, durante um período similar, de vias, passagens e proteções temporárias, desde que sejam necessárias devido ao trabalho para acomodação e proteção da CONTRATANTE, e ocupantes de propriedades adjacentes, o público e outros. A CONTRATADA não deverá usar chama exposta no local, a não ser ao ar livre, sem permissão especial por escrito da CONTRATANTE. O uso de chama exposta, com ou sem permissão da CONTRATANTE, não exime a CONTRATADA de toda a responsabilidade.

D.9.2 Proteção

Durante a montagem e comissionamento, a CONTRATADA deve prover todas as embarcações, píer ou qualquer outra forma de acesso adequado e seguro dos trabalhadores e inspetores à instalação, e deve prover proteção adequada contra queda de materiais e de pessoas à água. Em caso de danos a equipamentos, estruturas, plataformas, etc. por outras contratadas, a CONTRATADA deve primeiramente estimar o dano e esclarecer com a contratada correspondente a obrigação de compensação.

D.9.3 Limpeza

A CONTRATADA deve manter razoavelmente limpo o local no qual for montar ou armazenar equipamentos e remover todos os resíduos resultantes dos serviços conforme forem se acumulando, para satisfazer à CONTRATANTE. Se a CONTRATANTE julgar que o local da CONTRATADA não está sendo mantido razoavelmente limpo, a CONTRATADA deve receber uma notificação obrigando-a a regularizar as áreas consideradas insatisfatórias em um prazo de dois dias.



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Requisitos Gerais	REV. 03	PÁGINA 23/24

Se ao final dos dois dias o local ainda não estiver limpo como solicitado, então a CONTRATANTE deve providenciar a limpeza do local a seu critério, e os custos da operação devem ser deduzidos do Valor do CONTRATO.

Qualquer dano causado às edificações, estruturas, equipamentos ou propriedade da CONTRATANTE deve ser reparado à custa da CONTRATADA.

A CONTRATADA responsável pela área definida pela CONTRATANTE deve fornecer contêineres em número e tamanho adequados para coletar todos os resíduos. Outras contratadas trabalhando na mesma área poderão utilizá-los na medida do possível.

D.9.4 Área de Armazenagem e Transporte de Materiais no Local

A CONTRATADA é obrigada a transportar para o local de montagem apenas o material a ser utilizado para a instalação dentro dos dias seguintes. As áreas de montagem não devem ser usadas para armazenar materiais em geral. Os materiais devem ser transportados desembalados, sempre que possível.

D.9.5 Substâncias Proibidas

Materiais contendo asbestos não devem ser utilizados no local para nenhum propósito. Isso inclui também o material de guarnições.

Policlorobifenilos (PCBs) não devem ser utilizados no local. A CONTRATADA deve fornecer um certificado para a CONTRATANTE de que os equipamentos estão livres de PCBs.

Não devem ser utilizados gases compostos de cloro e quaisquer outros gases com propensão conhecida a causar danos à camada de ozônio através de reações catalíticas destrutivas com as moléculas de ozônio.

Todos os poluentes orgânicos persistentes (POPs) são proibidos no local.

D.9.6 Segurança e Saúde ocupacional

A CONTRATADA deve ter o cuidado de realizar todas as instalações legais pertinentes à segurança e cuidados médicos relacionados ao trabalho, bem como para cumprir plenamente as normas regulamentares mais recentes lançadas e emitidas pelo Ministério do Trabalho brasileiro.

Dentro deste contexto, a CONTRATADA deve prestar especial atenção à NR-10 em relação aos serviços prestados com energia elétrica em especial devido à segurança no trabalho com eletricidade em ambientes em contato com água.



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Requisitos Gerais	REV. 03	PÁGINA 24/24

E. Segurança e Proteção contra Incêndios

E.1 Projeto de Instalação e Distribuição de Extintores de Incêndio

Esta Especificação Técnica destina-se a determinar as quantidades e tipos de extintores de incêndio, que são necessários à proteção contra incêndio das edificações e dos equipamentos instalados.

O número de extintores deve ser determinado de acordo com a classe de risco, bem como a área a ser protegida conforme as respectivas normas ABNT-NBR.

O agente extintor (CO₂ ou Químico Seco) deve ser definido de acordo com a classe de incêndio da área a ser protegida.

Ao determinar as áreas que poderão vir a ser expostas ao fogo, para efeito de cálculo, devem ser consideradas as áreas reservadas aos equipamentos.

A base de cálculo usada para definir o número de unidades extintoras deve obedecer aos requisitos da NBR 12693 (em consonância com a NR-23) e com a legislação local.

As seguintes referências devem ser consideradas para o desenvolvimento do projeto:

- ANSI/NFPA 10 - Norma para extintores de incêndio portáteis;
- ABNT NBR-11716 - Extintores de Incêndio com Carga de Gás Carbônico;
- ABNT NBR-10721 - Extintores de Incêndio com Carga de Pó Químico;
- ABNT NBR-12639 - Cilindros de aço-carbono sem costura, para armazenamento de gases à alta pressão, destinados a instalações contra incêndio;
- ABNT NBR-12693 - Sistemas de proteção por extintores de incêndio;
- Circular 006 – SUSEP data 16.03.92 - Normas para a concessão de descontos para as instalações que tem os seus próprios meios de detecção e combate a incêndios;
- IT - Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros do Estado;
- NFPA 70E - Norma para Segurança Elétrica no Ambiente de Trabalho, Edição 2012.

Sinalização para extintores de incêndio, tipo prisma triangular, feito de PVC e com dimensões padronizadas devem ser incluídos no fornecimento.

E.2 Detectores de Fumaça

O sistema de segurança deve prever um sistema de detecção de fumaça baseado em sensores de fumaça para o local onde se encontra os inversores e nas subestações. Em caso de detecção de incêndio, o alarme deve ser transmitido somente para a vigilância do local e nenhum outro alarme local deve ser acionado (sirene, luzes etc.).

Detectores de fumaça devem ser do tipo “ionizante”.



Sistema Fotovoltaico Flutuante

UFV Veredas Sol e Lares

Especificações Técnicas – Módulos Fotovoltaicos

Município de Grão Mogol – Minas Gerais

Potência Nominal de 1,201 MWp (CC)

Data	26/09/2018
Revisão	R02
Status	Versão Final
Elaborado por	Lucas Torres Dias Oliveira
Responsável Técnico	Engº Gustavo Garcia dos Reis, CREA: 124414/D



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Módulos Fotovoltaicos	REV. 02	PÁGINA 3/19

ÍNDICE

A.	Introdução	5
A.1	Normas aplicáveis.....	5
B.	Escopo de Fornecimento	7
B.1	Geral	7
B.2	Serviços de Alcance	7
B.3	Transporte	7
B.4	Exceção à especificação	7
B.5	Discrepância entre documentos	8
C.	Especificações.....	9
C.1	Geral	9
C.1.1	Requisitos gerais.....	9
C.1.2	Módulos de Silício cristalino.....	10
C.1.3	Módulos Double-glass	10
C.1.4	Módulos de Filme Fino Orgânico.....	11
C.1.5	Módulos de Filme Fino com Telureto de Cádmio	12
C.1.6	Módulos de Filme Fino com Cobre Índio e Selênio	12
C.1.7	Critério de aceitação	13
D.	Inspeção e Testes Iniciais	15
D.1	Testes e ensaios de fabricação	15
D.1.1	Módulos de referência	15
E.	Embalagens e proteção para o transporte e armazenagem	16
F.	Instalação	16
F.1	Preparação para instalação	16
F.2	Instalação dos módulos fotovoltaicos.....	17
F.2.1	Cuidados com os Módulos Fotovoltaicos.....	18
F.2.2	Critérios de Aceitação da instalação dos Módulos Fotovoltaicos	18
G.	Documentação	19



PROJETO		
USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	REV.	PÁGINA
ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Módulos Fotovoltaicos	02	4/19

LISTA DE FIGURAS

Figura F-1: Conexão entre os módulos.....	17
---	----



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Módulos Fotovoltaicos	REV. 02	PÁGINA 5/19

A. Introdução

O objetivo desta especificação técnica é definir os parâmetros básicos dos Módulos da planta fotovoltaica. A CONTRATADA deve seguir as diretrizes definidas neste documento para assegurar uma qualidade de trabalho aceitável. Todas as normas e diretrizes aplicáveis (como normas técnicas nacionais, regulamentos locais, normas de segurança, instruções dos fabricantes de equipamentos a serem montados) devem ser consideradas além desta especificação e os requisitos mínimos mais rigorosos devem ser respeitados pela CONTRATADA.

O empreiteiro é responsável por implementar os mais altos padrões profissionais e boas práticas durante elaboração do projeto e durante a construção da planta, incluindo também os testes e ensaios em loco e laboratórios. Todos os testes devem ser realizados de acordo com esta especificação e todas as normas aplicáveis. Todo o pessoal envolvido deve ser adequadamente experiente, o laboratório e todo o equipamento deve ser certificado.

Todas as atividades devem visar a plena funcionalidade da usina para uma vida útil de pelo menos 25 anos.

Todas as obras provisórias e todas as medidas para uma execução segura das obras são consideradas incluídas no escopo de trabalho da CONTRATADA.

A CONTRATADA deve usar somente a última revisão dos documentos de projeto na emissão “liberado para construção” (LPC) antes de iniciar qualquer atividade de construção. Os documentos da LPC devem ser devidamente endossados por um profissional registrado, conforme exigido pela regulamentação local aplicável.

Após a conclusão das obras, a CONTRATADA deve fornecer à CONTRATANTE os documentos "como construído" / “as built”.

A.1 Normas aplicáveis

Normas aceitas e aprovadas nacionalmente serão consideradas para Especificação dos equipamentos. A execução das instalações deverá seguir as exigências das normas da ABNT. Na falta desses foram adotados no todo, ou em parte, os parâmetros estabelecidos pelas normas internacionais.

As normas e códigos aqui mencionados deverão ser aplicados, em sua última edição, ao fornecimento de materiais, instalações, testes de performance e aceitação por parte da contratante ou seu representante legal. Em caso de divergências entre as normas, deverá ser aplicado o procedimento mais rigoroso.

A seguir estão as normas aplicáveis a esta especificação técnica, porém não se limitando a:

- IEC 61215 - Módulos Fotovoltaicos (FV) terrestres de silício cristalino – Qualificação de projeto e homologação;
- IEC 61730 - Classe de Segurança de Módulos Fotovoltaicos (FV) II – Qualificação;



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Módulos Fotovoltaicos	REV. 02	PÁGINA 6/19

- INMETRO - Produtos importados terão de estar de acordo com o certificado ENCE (Etiqueta Nacional de Conservação de Energia) de acordo com a Portaria nº 004/2011;
- IEEE 928 - Critério recomendado para sistemas terrestres de energia fotovoltaica;
- IEEE 929 - Prática recomendada para a interface de utilidade de sistemas FV residenciais e intermediários;
- IEEE 519 - Guia para controle de harmônicas e compensação reativa de Controladores Estáticos de Potência;
- IEC 62446 (2009-05) - Sistemas FV conectados à rede;
- IEC 61646 - Qualificação de projeto e homologação de módulos fotovoltaicos terrestres de filme fino;
- ABNT NBR 11876:2010 - Módulos fotovoltaicos – Especificação;
- IEC 61730-1 / -2 - Qualificação de segurança de módulo fotovoltaico (FV) - parte 1: Requisitos para construção e parte 2: Requisitos para testes;
- IEC 60904-1 (2006) - Dispositivos fotovoltaicos - Parte I: Medição da característica tensão-corrente fotovoltaica;
- ISO 9000 - Procedimento básico para testes ambientais de itens eletrônicos e elétricos;
- IEC 62446:2009 - Sistemas fotovoltaicos conectados à rede: requisitos mínimos para a documentação do sistema, testes de partida e testes periódicos;
- IEC 60364-7-712 (2002-05) - Instalações BT – sistemas FV;
- IEC 61683 (1999-11) - Sistemas FV – condições de potência;
- IEC TS 62804-1:2015 - Módulos fotovoltaicos (PV) - Métodos de teste para a detecção de degradação induzida por potencial – Parte 1: Silício cristalino;
- ISO 9001-2008 - Sistemas de gestão de qualidade (Fabricante);
- ISO 14001-2004 - Sistemas da gestão ambiental Requisitos com orientação para uso (Fabricante);
- NBR EB 2177 - Sistemas fotovoltaicos;
- NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão;
- NBR 6123 - Forças devidas ao vento em edificações;
- NBR 10899-2006 - Energia solar fotovoltaica- Terminologia;
- NBR 14039 - Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV;
- NBR 16149 - Sistemas fotovoltaicos (FV) - Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição;
- NBR 16274.2014 - Sistemas fotovoltaicos conectados à rede;



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Módulos Fotovoltaicos	REV. 02	PÁGINA 7/19

B. Escopo de Fornecimento

B.1 Geral

O escopo deste documento compreende todos os elementos necessários para o fornecimento dos módulos fotovoltaicos que compõem a instalação.

B.2 Serviços de Alcance

O alcance do fornecimento incluirá:

- Fornecimento;
- Transporte;
- Documentação;
- Documentação contratual (técnica e de qualidade);
- Controle de qualidade e verificação dos requisitos;

A CONTRATADA estará obrigada a proteger devidamente o material a ser fornecido contra manipulações inadequadas, salinidade, condensação, etc., procurando-se utilizar os produtos auxiliares necessários para proteger o material durante o período compreendido entre a data de fabricação e comissionamento.

B.3 Transporte

A CONTRATADA ficará a cargo das taxas e dos serviços necessários para o transporte à planta dos materiais inclusos no escopo do fornecimento, ficando a cargo da mesma a escolha da melhor forma de transporte.

É necessário seguir todas as recomendações do fabricante dos módulos fotovoltaicos, tais como condições de temperatura, umidade e planicidade e outras recomendações, se necessário.

O transporte dos módulos fotovoltaicos deverá ser assegurado por apólice.

B.4 Exceção à especificação

A CONTRATADA deverá indicar em sua oferta se o material cumpre total ou parcialmente esta especificação e citar expressamente, em capítulo à parte, as exceções à mesma. Para as omissões, entender-se-á como o descumprimento a esta especificação.

A CONTRATADA poderá incluir qualquer elemento ou equipamento, o qual não tenha sido especificado, mas que se considere necessário. Para isto deverá dar um preço separado deste elemento ou equipamento adicional, e justificar a razão da adição do mesmo.

Qualquer desvio a esta especificação, proposto pela CONTRATADA, poderá ser aceito desde que aprovado pelo CONTRATANTE. Qualquer desvio dos documentos técnicos, que não seja aprovado pela CONTRATANTE, será de inteira responsabilidade da CONTRATADA, incluindo os gastos associados.



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares	
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Módulos Fotovoltaicos	REV. 02
		PÁGINA 8/19

B.5 Discrepância entre documentos

Em caso de discrepância entre os distintos pontos incluídos nesta especificação, prevalecerá a seguinte ordem de prioridade:

- Legislação e normativa aplicável
- Especificação Técnica
- Outras especificações e normas do projeto

Se ainda existirem dúvidas, a CONTRATADA deverá identificar qualquer contradição entre a documentação adjunta e a presente especificação e deverá pedir esclarecimentos ao CONTRATANTE.



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Módulos Fotovoltaicos	REV. 02	PÁGINA 9/19

C. Especificações

C.1 Geral

Esta Especificação Técnica objetiva tratar do fornecimento dos módulos fotovoltaicos, equipamento que produz energia elétrica em corrente contínua por meio de energia solar, estabelecendo os critérios de aceitação para o produto em termos gerais e quanto a tecnologia específica.

C.1.1 Requisitos gerais

O fornecimento consiste em módulos fotovoltaicos de diferentes tecnologias que serão instalados sobre flutuadores em um reservatório de água. O sistema além de ser utilizado como projeto social, visa o estudo dos impactos que esse tipo de sistema causa sobre o reservatório e o comportamento de diversas tecnologias para as condições ambientes do local. Sendo assim todos os módulos de uma mesma tecnologia devem ser do mesmo fabricante, modelo e potência.

Para não invalidar a garantia de fábrica, deverá ser realizado o transporte, o armazenamento, o manejo e a instalação dos módulos rigorosamente conforme as recomendações do fabricante. Ainda que a contratada realize todos os procedimentos conforme recomendação do fabricante, mas ocorram avarias causadas por motivos diversos, tais como trepidação no transporte, acidentes rodoviários, etc., a responsabilidade pela reposição de itens danificados será de inteira responsabilidade da contratada.

Não é permitido perfurar a moldura do módulo fotovoltaico. Os furos feitos em fábrica são específicos para fixação, aterramento e drenagem da água. Furos realizados fora de fábrica acarretam perda de garantia e risco de danos às células.

A aceitação dos módulos fotovoltaicos por parte da CONTRATANTE seguirá procedimento para verificação de qualidade a ser realizado na chegada dos equipamentos a obra. Os custos destes procedimentos serão de responsabilidade da empresa CONTRATADA.

A seguir estão as características base de cada tipo de módulo a ser adotado.

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Módulos Fotovoltaicos	REV. 02	PÁGINA 10/19

C.1.2 Módulos de Silício cristalino

O sistema deverá ser composto por módulos de silício cristalino de no mínimo 330Wp e potência total mínima de 1,13MWp. Para este tipo de tecnologia, só serão aceitos módulos de um mesmo fabricante. Os requisitos mínimos dos módulos fotovoltaicos de silício cristalino estão descritos abaixo:

- Potência mínima: 330 Wp;
- Tensão: 1000V / 1500V;
- Tipo da célula: Mono ou poli cristalino;
- Eficiência dos módulos: Superior a 16%;
- Coeficiente de temperatura da potência: maior que -0,35%/°C;
- Coeficiente de temperatura da corrente: maior que 0,04%/°C;
- Tolerância nominal de potência: 3% ou 5W;
- Grau de proteção da caixa de junção das células: IP67;
- Garantia de potência após 10 anos: 90%;
- Garantia de potência após 25 anos: 80%;
- Garantia contra defeitos de fabricação: mínimo de 5 anos;
- Registro no Inmetro;
- Certificado de conformidade com a IEC 61215;
- Certificado de conformidade com a IEC 61730;
- Documentação base: catálogo, manual de instalação, manual de O&M e relatório de flash-test;
- O fabricante de módulos deve ser reconhecido no mercado;
- Ser compatível com a instalação na plataforma flutuante (flutuador);

C.1.3 Módulos Double-glass

O sistema deverá ser composto por módulos de silício cristalino de no mínimo 320Wp e potência total mínima de 30kWp. Os requisitos mínimos dos módulos fotovoltaicos double-glass estão descritos abaixo:

- Potência mínima: 320 Wp;
- Tensão: 1000V / 1500V;
- Tipo da célula: Mono ou poli cristalino;

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares	
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Módulos Fotovoltaicos	REV. 02
		PÁGINA 11/19

- Eficiência dos módulos: Superior a 16%;
- Coeficiente de temperatura da potência: maior que $-0,40\%/^{\circ}\text{C}$;
- Coeficiente de temperatura da corrente: maior que $0,05\%/^{\circ}\text{C}$;
- Tolerância nominal de potência: 3% ou 5W;
- Grau de proteção da caixa de junção das células: IP67;
- Garantia de potência após 10 anos: 90%;
- Garantia de potência após 25 anos: 80%;
- Garantia contra defeitos de fabricação: mínimo de 5 anos;
- Registro no Inmetro;
- Certificado de conformidade com a IEC 61215;
- Certificado de conformidade com a IEC 61730;
- Documentação base: catálogo, manual de instalação, manual de O&M e relatório de flash-test;
- O fabricante de módulos deve ser reconhecido no mercado;
- Ser compatível com a instalação na plataforma flutuante (flutuador);

C.1.4 Módulos de Filme Fino Orgânico

Este subsistema deverá ser composto por módulos de filme fino com célula semicondutora Fotovoltaica Orgânica (OPV) com potência mínima de 55,6Wp e potência total de cerca de 5,0 kWp. Seus requisitos mínimos são:

- Potência mínima: 55,6 Wp;
- Tipo da célula: Orgânica;
- Coeficiente de temperatura da potência: maior que $+0,35\%/^{\circ}\text{C}$;
- Coeficiente de temperatura da corrente: maior que $+0,35\%/^{\circ}\text{C}$;
- Tolerância nominal de potência: 15%
- Grau de proteção da caixa de junção das células: IP65;
- Garantia de potência após 10 anos: 90%;
- Garantia de potência após 25 anos: 80%;
- Garantia contra defeitos de fabricação: mínimo de 5 anos;
- Certificado de conformidade com a IEC 61215;

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Módulos Fotovoltaicos	REV. 02	PÁGINA 12/19

- Documentação base: catálogo, manual de instalação, manual de O&M e relatório de flash-test;
- Ser compatível com a instalação na plataforma flutuante (flutuador);

C.1.5 Módulos de Filme Fino com Telureto de Cádmio

O subsistema deverá ser composto por módulos de filme fino com potência mínima de 110Wp e potência total mínima de 5kWp. Os requisitos mínimos dos módulos fotovoltaicos de CdTe estão descritos abaixo:

- Potência mínima: 110Wp;
- Tipo da célula: Filme Fino CdTe;
- Eficiência dos módulos: Superior a 15%;
- Coeficiente de temperatura da potência: maior que $-0,25\%/^{\circ}\text{C}$;
- Coeficiente de temperatura da corrente: maior que $0,04\%/^{\circ}\text{C}$;
- Grau de proteção da caixa de junção das células: IP67;
- Garantia de potência após 10 anos: 90%;
- Garantia de potência após 25 anos: 80%;
- Garantia contra defeitos de fabricação: Mínimo de 5 anos;
- Registro no Inmetro;
- Certificado de conformidade com a IEC 61215;
- Certificado de conformidade com a IEC 61730;
- Documentação base: catálogo, manual de instalação, manual de O&M e relatório de flash-test;
- O fabricante de módulos deve ser reconhecido no mercado;
- Ser compatível com a instalação na plataforma flutuante (flutuador);

C.1.6 Módulos de Filme Fino com Cobre Índio e Selênio

Este subsistema deve ser composto por módulos de filme fino com célula semicondutora de Disseleneto de cobre e índio (CIS) com potência mínima de 150Wp. Devido as dificuldades de importação e cadastramento no INMETRO, devem ser utilizados apenas 5 módulos dessa tecnologia. Os requisitos para esta tecnologia são:

- Potência mínima: 150Wp;

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Módulos Fotovoltaicos	REV. 02	PÁGINA 13/19

- Tipo da célula: Filme Fino CIS;
- Eficiência dos módulos: Superior a 12%;
- Coeficiente de temperatura da potência: maior que $-0,30\%/^{\circ}\text{C}$;
- Coeficiente de temperatura da corrente: maior que $0,01\%/^{\circ}\text{C}$;
- Grau de proteção da caixa de junção das células: IP67;
- Garantia de potência após 10 anos: 90%;
- Garantia de potência após 25 anos: 80%;
- Garantia contra defeitos de fabricação: Mínimo de 5 anos;
- Certificado de conformidade com a IEC 61646;
- Certificado de conformidade com a IEC 61730;
- Documentação base: catálogo, manual de instalação, manual de O&M e relatório de flash-test;
- O fabricante de módulos deve ser reconhecido no mercado;
- Ser compatível com a instalação na plataforma flutuante (flutuador);

C.1.7 Critério de aceitação

A aceitação dos módulos fotovoltaicos depende dos resultados dos testes normalizados que serão submetidos pelo CONTRATANTE, acompanhados pelo CONTRATADA, se necessário.

A lista a seguir resume os critérios escolhidos para avaliar os módulos fotovoltaicos, e o cumprimento de todos os critérios resultará na aceitação dos módulos.

- Amostras de módulos devem ser testadas no ato do recebimento pelo CONTRATANTE com o intuito de identificar possíveis avarias causadas no transporte de equipamentos. O método de teste empregado será o Teste de Luminescência, onde o módulo é submetido a uma fonte de energia de forma que as células emitam luz. Através de uma câmera com lente própria para aplicação é possível detectar avarias em formas de microfissuras nas células. Se identificado avarias em uma amostra, a mesma deve ser aumentada até que os limites sejam aceitáveis ou até que toda a carga seja testada. Neste caso, se os limites não forem atingidos, toda a carga pode ser rejeitada pela CONTRATANTE. Módulos com avarias devem ser substituídos pela CONTRATADA. Os limites de aceitação devem ser previamente acertados entre CONTRATANTE e CONTRATADA.
- Dados de Flash test devem confirmar que todos os módulos tenham energia MPP, parâmetros (I_{sc} , V_{oc} , I_{mp} , V_{MPP} , P_{mp} e FF) e coeficientes de temperatura dentro das faixas de tolerância definidas;



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Módulos Fotovoltaicos	REV. 02	PÁGINA 14/19

- Inspeção visual realizada na amostra do módulo, de acordo com a cláusula 10.1 da IEC 61215, não deve detectar nenhum dano ou anormalidade;
- Testes no local, realizados pelo CONTRATANTE, devem ser executados com todos os módulos fotovoltaicos durante o comissionamento. Os resultados deverão apresentar consistência com os fornecidos pela CONTRATADA, considerando o comportamento da corrente e tensão com temperatura e irradiância. Durante o teste, uma câmera infravermelha deve ser usada para detectar possíveis pontos quentes nos módulos.



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Módulos Fotovoltaicos	REV. 02	PÁGINA 15/19

D. Inspeção e Testes Iniciais

Todo o equipamento e material coletado nesta especificação deverá ser examinado, inspecionado e testado para cumprir com os requisitos gerais e normas de referência indicados em pontos anteriores.

D.1 Testes e ensaios de fabricação

Para os ensaios de produto final, a CONTRATADA deverá dispor de um procedimento aprovado de teste e ensaio que seja executado ao final da cadeia de produção, antes da embalagem do produto, o que assegurará que uma vez realizado este ensaio o módulo não possa ser submetido a variações e/ou mudanças. Se assim for, voltaria a se repetir os ensaios. Todos os conjuntos serão fabricados em conformidade com as normas nacionais e internacionais. Todos os conjuntos montados deverão cumprir com as citadas normas.

D.1.1 Módulos de referência

A CONTRATADA fica responsável por fornecer pelo menos dois (2) módulos de cada tipo dos utilizados no empreendimento para servirem como referência em futuros testes e avaliações. Para isso os módulos devem ser testados em laboratório diferente ao do fabricante, mas que possua as devidas certificações e licenças para realização dos testes conforme normas vigentes.

Todos os testes realizados pelo laboratório devem ser documentados e enviados ao CONTRATANTE no ato da entrega do equipamento.

E. Embalagens e proteção para o transporte e armazenagem

Para minimizar possíveis danos nos módulos fotovoltaicos durante o transporte para o local de instalação e para garantir que os módulos sejam armazenados adequadamente, a lista abaixo reúne algumas recomendações importantes:

- Não incline os pacotes de módulos fotovoltaicos mais de 15 ° quando em transporte;
- Deixe o posicionamento do módulo indicado na embalagem;
- Evite movimentos bruscos durante a condução da carga;
- Os pacotes devem ser devidamente protegidos da chuva;
- Temperaturas aceitáveis para transporte: -40 °C à +85 °C;

F. Instalação

A especificação seguinte mostra os procedimentos indicados para a melhor instalação dos módulos fotovoltaicos.

F.1 Preparação para instalação

Antes de iniciar as atividades de montagem, é crucial seguir as medidas de segurança recomendadas pelo fabricante do módulo fotovoltaico, a fim de evitar danos físicos aos montadores e ao equipamento.

Os módulos fotovoltaicos produzem tensões e correntes elétricas quando expostos à luz. Sabendo que uma tensão de 30 Vcc ou superior é potencialmente perigosa, estar em contato com os condutores de módulos fotovoltaicos não isolados pode causar um choque elétrico letal.

Para evitar formação de arco voltaico e choques elétricos, não realize desconexões de circuito com cabos energizados. Assegure a condição dos conectores e mantenha-os limpos e secos. Nunca insira objetos de metal nos conectores ou modifique-os para encaixá-los na conexão desejada.

Recomenda-se evitar o manuseio de módulos fotovoltaicos quando o vidro, a estrutura ou a parte traseira estiverem danificados. Além disso, evite manusear os módulos fotovoltaicos quando estiverem molhados. Nunca toque molhado em conexões elétricas sem luvas isolantes de proteção adequadas.

Apesar do estresse mecânico que o vidro dos módulos fotovoltaicos pode suportar e passar por testes de condições críticas, o vidro pode quebrar quando derrubado ou atingido por ferramentas ou outros objetos pesados, comprometendo seu funcionamento.

Os módulos fotovoltaicos só podem ser instalados por profissionais qualificados e manuseados por, pelo menos, duas pessoas.

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Módulos Fotovoltaicos	REV. 02	PÁGINA 17/19

F.2 Instalação dos módulos fotovoltaicos

A instalação dos módulos fotovoltaicos se dá em duas partes, a fixação mecânica e a interconexão entre os módulos de uma mesma string. Devem seguir as orientações do manual de instalação do fabricante e do projeto. Devem incluir, mas não se limitar as seguintes atividades:

- Fixação dos módulos no flutuador principal utilizando os devidos componentes;
- Interconexão dos módulos de uma mesma string;
- Isolar conectores no final da string até que o cabeamento CC primário seja conectado;
- Repetir o processo para a próxima string;

A conexão dos módulos deve ser feita da seguinte forma: Positivo do primeiro módulo conectado ao negativo do segundo módulo; positivo do segundo módulo conectado ao negativo do terceiro módulo; e assim sucessivamente até o último módulo da série que será conectado ao cabeamento CC primário; o negativo do primeiro módulo será conectado diretamente ao cabeamento CC primário (String Box). A Figura F-1 ilustra como a conexão entre módulos deve ser feita. Lembrando que o número de módulos conectados em série varia conforme a tecnologia.

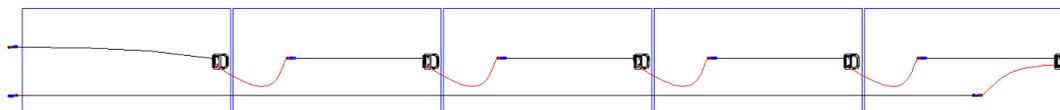


Figura F-1: Conexão entre os módulos



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Módulos Fotovoltaicos	REV. 02	PÁGINA 18/19

F.2.1 Cuidados com os Módulos Fotovoltaicos

Sobre os módulos fotovoltaicos, os seguintes cuidados devem ser tomados:

- a) Manusear os módulos sempre em duas pessoas e com muito cuidado para evitar avarias;
- b) Cuidar para não danificar a parte traseira do módulo que possui uma camada fina isolante (Filme Tedlar) que quando danificada pode afetar a vida útil do mesmo e colocar em risco a segurança de pessoas próximas;
- c) Não pisar ou colocar objetos pesados sobre os módulos;
- d) Não deixar cair ferramentas ou qualquer tipo de material sobre os módulos;
- e) Não aplicar tinta ou adesivo sobre a parte superior ou posterior dos módulos;
- f) Módulos com vidro trincado ou com a parte traseira danificada devem ser trocados imediatamente pelo risco de choque elétrico;
- g) Não retirar placas e adesivos de identificação;
- h) Os conectores devem ser mantidos secos e livres de poeira. Não devem ser deixados expostos sem estar conectados.

F.2.2 Critérios de Aceitação da instalação dos Módulos Fotovoltaicos

Os critérios de aceitação para a instalação dos módulos fotovoltaicos são:

- a) Os módulos devem estar alinhados e distribuídos de forma homogênea sobre os flutuadores;
- b) A posição dos módulos no flutuador deve permitir que o mesmo seja fixado de forma correta e segura;
- c) As fixações devem estar totalmente apoiadas nos módulos ou nos flutuadores e com seus devidos apertos segundo o fabricante. As fixações não podem ficar tortas ou sob efeito de torções;
- d) A fixação dos módulos deve respeitar as distâncias recomendadas pelo fabricante;
- e) A conexão entre os módulos deve ser feita conforme indicado em projeto;
- f) Os conectores devem estar firmes de forma que não se soltem sem que as travas sejam acionadas;
- g) O cabeamento deve estar bem fixo sobre os as estruturas para que não sofra nenhum dano devido intemperes;
- h) Todos os materiais (cabos, conectores, presilhas, etc) devem estar em perfeitas condições.
- i) Os módulos não devem apresentar riscos, vidros quebrados ou trincados, isolamento traseira danificada, tintas ou adesivos, manchas sob o vidro, etc.
- j) Módulos devem manter todas as placas e adesivos de identificação de fábrica.



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares	
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Módulos Fotovoltaicos	REV. 02
		PÁGINA 19/19

G. Documentação

Todos os documentos que sejam aplicáveis e explicitamente indicados no presente item formarão parte do escopo do fornecimento. Tal escopo não está limitado a esta documentação, sendo que qualquer documento que se considere necessário desenvolver deverá ser incorporado ao fornecimento.

Esta documentação a ser apresentada pela CONTRATADA será realizada em Português e entregue em formato PDF para aprovação:

- Definição exata do escopo do fornecimento (incluindo possíveis exceções a esta especificação);
- Folhas de dados técnicos e descrição dos elementos da instalação ofertados complementares (incluindo valores garantidos);
- Lista de equipamentos e matérias;
- Plano de fornecimento;
- Certificados de qualidade (materiais, testes, ensaios e fabricação);
- Plano de Qualidade do fornecimento;
- Condições de Garantia;
- Manual de Instalação;
- Manual de Operação;
- Estudo comprovando a suportabilidade de temperaturas locais de operação.



Sistema Fotovoltaico Flutuante

UFV Veredas Sol e Lares

Especificações Técnicas – Inversores

Município de Grão Mogol – Minas Gerais

Potência Nominal de 1,201 MWp (CC)

Data	26/09/2018
Revisão	R02
Status	Versão Final
Elaborado por	Lucas Torres Dias Oliveira
Responsável Técnico	Engº Gustavo Garcia dos Reis, CREA: 124414/D



PROJETO

USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares

TÍTULO

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Inversor Fotovoltaico

REV.

02

PÁGINA

2/16

REVISÕES

TE: TIPO DE EMISSÃO	A - PRELIMINAR	C - PARA CONHECIMENTO	E - PARA CONSTRUÇÃO	G - CONFORME CONSTRUÍDO			
	B - PARA APROVAÇÃO	D - PARA COTAÇÃO	F - CONFORME COMPRADO	H - CANCELADO			
Rev.	TE	Descrição	Por	Ver.	Apr.	Aut.	Data
00	A	Preliminar, para revisão	LT				31/08/2018
01	B	Versão Final	AO				11/09/2018
02	B	Versão Final	LT				26/09/2018



PROJETO		
USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	REV.	PÁGINA
ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Inversor Fotovoltaico	02	3/16

ÍNDICE

A.	Introdução	5
A.1	Normas aplicáveis.....	5
B.	Escopo de Fornecimento	6
B.1	Geral	6
B.2	Serviços de Alcance	6
B.3	Transporte	7
B.4	Exceção à especificação	7
B.5	Discrepância entre documentos	7
C.	Critérios de Fornecimento.....	7
C.1	Geral	7
C.1.1	Requisitos gerais.....	7
C.1.2	Inversor para sistema com módulos Silício cristalino	9
C.1.3	Inversor para sistema com módulos Double-glass.....	10
C.1.4	Inversor para sistema com módulos OPV e para CdTe	11
C.1.5	Inversor para sistema com módulos CIS	12
C.1.6	Critério de aceitação	13
D.	Embalagens e proteção para o transporte e armazenagem	13
E.	Instalação	14
E.1	Instalação dos Inversores	14
E.2	Cuidados com os inversores.....	14
E.2.1	Critérios de Aceitação da instalação dos Inversores	14
F.	Inspeção e Testes	16
G.	Documentação	16



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Inversor Fotovoltaico	REV. 02	PÁGINA 4/16

LISTA DE FIGURAS

Figura E-1: Distâncias indicativas para instalação dos inversores fotovoltaicos..... 15



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Inversor Fotovoltaico	REV. 02	PÁGINA 5/16

A. Introdução

O objetivo desta especificação técnica é definir os parâmetros básicos dos Inversores da planta fotovoltaica. A CONTRATADA deve seguir as diretrizes definidas neste documento para assegurar uma qualidade de trabalho aceitável. Todas as normas e diretrizes aplicáveis (como normas técnicas nacionais, regulamentos locais, normas de segurança, instruções dos fabricantes de equipamentos a serem montados) devem ser consideradas além desta especificação e os requisitos mínimos mais rigorosos devem ser respeitados pela CONTRATADA.

A CONTRATADA é responsável por implementar os mais altos padrões profissionais e boas práticas durante elaboração do projeto e durante a construção da planta, incluindo também os testes e ensaios em loco e laboratórios. Todos os testes devem ser realizados de acordo com esta especificação e todas as normas aplicáveis. Todo o pessoal envolvido deve ser adequadamente experiente, o laboratório e todo o equipamento deve ser certificado.

Todas as atividades devem visar a plena funcionalidade da usina para uma vida útil de pelo menos 25 anos.

Todas as obras provisórias e todas as medidas para uma execução segura das obras são consideradas incluídas no escopo de trabalho da CONTRATADA.

A CONTRATADA deve usar somente a última revisão dos documentos de projeto na emissão “liberado para construção” (LPC) antes de iniciar qualquer atividade de construção. Os documentos da LPC devem ser devidamente endossados por um profissional registrado, conforme exigido pela regulamentação local aplicável.

Após a conclusão das obras, a CONTRATADA deve fornecer à CONTRATANTE os documentos "como construído" / “as built”.

A.1 Normas aplicáveis

Normas aceitas e aprovadas nacionalmente serão consideradas para Especificação dos equipamentos. A execução das instalações deverá seguir as exigências das normas da ABNT. Na falta desses foram adotados no todo, ou em parte, os parâmetros estabelecidos pelas normas internacionais.

As normas e códigos aqui mencionados deverão ser aplicados, em sua última edição, ao fornecimento de materiais, instalações, testes de performance e aceitação por parte da contratante ou seu representante legal. Em caso de divergências entre as normas, deverá ser aplicado o procedimento mais rigoroso.

A seguir estão as normas aplicáveis a esta especificação técnica, porém não se limitando a:

- IEC 60364-7-712 - Instalações Elétricas de Edificações: Requisitos para Instalações ou Locais Especiais - Sistemas de Alimentação Fotovoltaica Solar;
- IEC 62109 - Segurança dos Inversores Estáticos;



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Inversor Fotovoltaico	REV. 02	PÁGINA 6/16

- IEC 62116 - Procedimentos para testes de Métodos de Prevenção de Ilhamento para Inversores Fotovoltaicos de Utilidade Interligada;
- IEC 62109-I - Segurança de conversores de energia para uso em sistemas de energia fotovoltaica - Parte 1: Requisitos gerais;
- IEC 62446 - Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - Requisitos mínimos para documentação do sistema, testes de comissionamento e inspeção;
- [IEC 61727 - Características da Interface de Utilidade;](#)
- [IEC 62103 - Equipamento eletrônico para uso em instalações de energia;](#)
- EN 50530 - Eficiência global de inversores fotovoltaicos conectados à rede;
- [NBR 16150:2013 - Sistemas fotovoltaicos \(FV\) — Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição — Procedimento de ensaio de conformidade;](#)
- [NBR 16149:2013 - Sistemas fotovoltaicos \(FV\) – Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição;](#)
- ABNT NBR IEC 61643 – Dispositivos de Proteção Contra Surtos em Baixa Tensão;

B. Escopo de Fornecimento

B.1 Geral

O escopo deste documento compreende todos os elementos necessários para o fornecimento dos inversores que compõem a instalação.

B.2 Serviços de Alcance

O alcance do fornecimento incluirá:

- Fabricação
- Fornecimento
- Transporte
- Documentação
- Documentação contratual (técnica e de qualidade).
- Controle de qualidade e verificação dos requisitos.

A CONTRATADA estará obrigada a proteger devidamente o material a ser fornecido contra manipulações inadequadas, salinidade, condensação, etc., procurando-se utilizar os produtos auxiliares necessários para proteger o material durante o período compreendido entre a data de fabricação e comissionamento.



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Inversor Fotovoltaico	REV. 02	PÁGINA 7/16

B.3 Transporte

A CONTRATADA ficará a cargo das taxas e dos serviços necessários para o transporte à planta para os materiais inclusos no escopo do fornecimento.

B.4 Exceção à especificação

A CONTRATADA deverá indicar em sua oferta se o material cumpre total ou parcialmente esta especificação e citar expressamente, em capítulo à parte, as exceções à mesma. Para as omissões, entender-se-á como o descumprimento a esta especificação.

A CONTRATADA poderá incluir qualquer elemento ou equipamento, o qual não tenha sido especificado, mas que se considere necessário. Para isto deverá dar um preço separado deste elemento ou equipamento adicional, e justificar a razão da adição do mesmo.

Qualquer desvio a esta especificação, proposto pela CONTRATADA, poderá ser aceito desde que aprovado pelo CONTRATANTE. Qualquer desvio dos documentos técnicos, que não seja aprovado pelo CONTRATANTE, será de inteira responsabilidade da CONTRATADA, incluindo os gastos associados.

B.5 Discrepância entre documentos

Em caso de discrepância entre os distintos pontos incluídos nesta especificação, prevalecerá a seguinte ordem de prioridade:

- Legislação e normativa aplicável
- Especificação Técnica
- Outras especificações e normas do projeto

Se ainda existirem dúvidas, a CONTRATADA deverá identificar qualquer contradição entre a documentação adjunta e a presente especificação e deverá pedir esclarecimentos para o CONTRATANTE.

C. Critérios de Fornecimento

C.1 Geral

Esta Especificação Técnica objetiva tratar do fornecimento dos inversores fotovoltaicos, equipamento que converte a corrente contínua gerada pelos módulos fotovoltaicos em corrente alternada, estabelecendo os critérios de aceitação para o produto em termos gerais e quanto às diferentes potências.

C.1.1 Requisitos gerais

O fornecimento consiste em inversores de diferentes potências que serão utilizados para transformar a corrente gerada nos sistemas flutuantes de geração.



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Inversor Fotovoltaico	REV. 02	PÁGINA 8/16

Para não invalidar a garantia de fábrica, deverá ser realizado o transporte, o armazenamento, o manejo e a instalação dos inversores rigorosamente conforme as recomendações do fabricante. Ainda que a CONTRATADA realize todos os procedimentos conforme recomendação do fabricante, mas ocorram avarias causadas por motivos diversos, tais como trepidação no transporte, acidentes rodoviários, etc., a responsabilidade pela reposição de itens danificados será de inteira responsabilidade da CONTRATADA.

É obrigatório que o inversor proposto satisfaça o código de rede nacional e as normas internacionais de testes detalhados anteriormente.

Além das especificações técnicas detalhas nos próximos itens os componentes devem satisfazer os seguintes requisitos:

- Por motivos de manutenção e de uma abordagem conservadora para peças de reposição, o mesmo fabricante de inversor deve ser implantado para cada tipo de subsistema do projeto;
- Os inversores devem ser equipados com comunicação compatível, conforme exigido pelo monitoramento e Sistema SCADA;
- Chassis para montagem em parede;
- Ventilação forçada;
- Grau de proteção mínimo IP 65;

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Inversor Fotovoltaico	REV. 02	PÁGINA 9/16

C.1.2 Inversor para sistema com módulos Silício cristalino

Este subsistema será composto por módulos de silício cristalino com 1,13 MWp de potência total. Para tal sistema deverão ser utilizados inversores de no mínimo 100 kW. As características mínimas para os inversores desse subsistema estão descritas abaixo.

- Tensão de entrada CC compatível com o nível de tensão máxima das strings (1000Vdc ou 1500Vdc);
- Número de entradas MPPT compatível com a quantidade de strings/caixas de junção;
- Corrente máxima de entrada CC superior a corrente máxima das strings/caixas de junção;
- Inversor descentralizado trifásico (inversor de strings);
- Meio de seccionamento no lado CC (chave seccionadora);
- Proteção contra surtos no lado CC (DPS – tipo II) conforme ABNT NBR IEC 61643;
- Tensão nominal de saída 380V;
- Frequência de operação: 50/60Hz;
- Potência de saída: superior a 100kW;
- Eficiência de conversão mínima: 96%;
- Faixa de operação mínimo: -10°C a 50°C
- Distorção harmônica: <3%;
- Proteção para sobretensão CA;
- Proteção contra surtos no lado CA (DPS – tipo II);
- Interface de comunicação RS-485 ou Ethernet;
- Protocolo de comunicação: Modbus RTU/TCP;
- Grau de proteção mínimo IP65;
- Proteção Anti-ilhamento conforme IEC 62116;
- Chassi para montagem em parede;
- Ventilação forçada;
- Homologado pela concessionária local;
- Fabricante reconhecido no mercado e com representação nacional;
- Garantia mínima do produto de 2 anos;
- Documentação mínima a ser entregue: Catálogo, manual de instalação, manual de operação e manutenção e certificados de conformidade com as normas descritas anteriormente.

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Inversor Fotovoltaico	REV. 02	PÁGINA 10/16

C.1.3 Inversor para sistema com módulos Double-glass

O subsistema será composto por módulos de silício cristalino do tipo double-glass ou dual glass com 30 kWp de potência total. As características mínimas para este inversor são:

- Tensão de entrada CC compatível com o nível de tensão máxima das strings (1000Vdc ou 1500Vdc);
- Número de entradas MPPT compatível com a quantidade de strings/caixas de junção;
- Corrente máxima de entrada CC superior a corrente máxima das strings/caixas de junção;
- Inversor descentralizado trifásico (inversor de strings);
- Meio de seccionamento no lado CC (chave seccionadora);
- Proteção contra surtos no lado CC (DPS – tipo II) conforme ABNT NBR IEC 61643;
- Tensão nominal de saída 380V;
- Frequência de operação: 50/60Hz;
- Potência de saída: superior a 25kW;
- Eficiência de conversão mínima: 96%;
- Faixa de operação mínimo: -10°C a 50°C
- Distorção harmônica: <3%;
- Proteção para sobretensão CA;
- Proteção contra surtos no lado CA (DPS – tipo II);
- Interface de comunicação RS-485 ou Ethernet;
- Protocolo de comunicação: Modbus RTU/TCP;
- Grau de proteção mínimo IP65;
- Proteção Anti-ilhamento conforme IEC 62116;
- Chassi para montagem em parede;
- Ventilação forçada;
- Homologado pela concessionária local;
- Fabricante reconhecido no mercado e com representação nacional;
- Garantia mínima do produto de 2 anos;
- Documentação mínima a ser entregue: Catálogo, manual de instalação, manual de operação e manutenção e certificados de conformidade com as normas descritas anteriormente.

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Inversor Fotovoltaico	REV. 02	PÁGINA 11/16

C.1.4 Inversor para sistema com módulos OPV e para CdTe

Os subsistemas compostos por módulos de filme fino com célula semicondutora Fotovoltaica Orgânica (OPV) e por módulos de Telureto de Cadmo (CdTe), com aproximadamente 5,0 kWp de potência cada, devem utilizar o mesmo tipo de inversor. As características mínimas estão listadas abaixo.

- Tensão de entrada CC compatível com o nível de tensão máxima das strings (1000Vdc ou 1500Vdc);
- Número de entradas MPPT compatível com a quantidade de strings/caixas de junção;
- Corrente máxima de entrada CC superior a corrente máxima das strings/caixas de junção;
- Inversor descentralizado trifásico (inversor de strings);
- Meio de seccionamento no lado CC (chave seccionadora);
- Proteção contra surtos no lado CC (DPS – tipo II) conforme ABNT NBR IEC 61643;
- Tensão nominal de saída 220V;
- Frequência de operação: 50/60Hz;
- Potência de saída: superior a 5kW;
- Eficiência de conversão mínima: 96%;
- Faixa de operação mínimo: -10°C a 50°C
- Distorsão harmônica: <3%;
- Proteção para sobretensão CA;
- Proteção contra surtos no lado CA (DPS – tipo II);
- Interface de comunicação RS-485 ou Ethernet;
- Protocolo de comunicação: Modbus RTU/TCP;
- Grau de proteção mínimo IP65;
- Proteção Anti-ilhamento conforme IEC 62116;
- Chassi para montagem em parede;
- Ventilação forçada;
- Homologado pela concessionária local;
- Homologado junto ao INMETRO;
- Fabricante reconhecido no mercado e com representação nacional;
- Garantia mínima do produto de 2 anos;

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Inversor Fotovoltaico	REV. 02	PÁGINA 12/16

- Documentação mínima a ser entregue: Catálogo, manual de instalação, manual de operação e manutenção e certificados de conformidade com as normas descritas anteriormente.

C.1.5 Inversor para sistema com módulos CIS

O subsistema composto por módulos de filme fino com célula semicondutora de Cobre Índio e Selênio (CIS) terá 0,875 kWp de potência total. Para tal sistema deverá ser utilizado apenas 1 inversores com as seguintes características:

- Tensão de entrada CC compatível com o nível de tensão máxima das strings (1000Vdc ou 1500Vdc);
- Número de entradas MPPT compatível com a quantidade de strings/caixas de junção;
- Corrente máxima de entrada CC superior a corrente máxima das strings/caixas de junção;
- Inversor descentralizado trifásico (inversor de strings);
- Meio de seccionamento no lado CC (chave seccionadora);
- Proteção contra surtos no lado CC (DPS – tipo II) conforme ABNT NBR IEC 61643;
- Tensão nominal de saída 220V;
- Frequência de operação: 50/60Hz;
- Potência de saída: superior a 1kW;
- Eficiência de conversão mínima: 94%;
- Faixa de operação mínimo: -10°C a 50°C
- Distorção harmônica: <3,5%;
- Proteção para sobretensão CA;
- Proteção contra surtos no lado CA (DPS – tipo II);
- Interface de comunicação RS-485 ou Ethernet;
- Protocolo de comunicação: Modbus RTU/TCP;
- Grau de proteção mínimo IP65;
- Proteção Anti-ilhamento conforme IEC 62116;
- Chassi para montagem em parede;
- Ventilação forçada;
- Homologado pela concessionária local;
- Homologado junto ao INMETRO;
- Fabricante reconhecido no mercado e com representação nacional;

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Inversor Fotovoltaico	REV. 02	PÁGINA 13/16

- Garantia mínima do produto de 2 anos;
- Documentação mínima a ser entregue: Catálogo, manual de instalação, manual de operação e manutenção e certificados de conformidade com as normas descritas anteriormente.

C.1.6 Critério de aceitação

A aceitação dos inversores fotovoltaicos depende do atendimento das características técnicas estabelecidas nesta especificação pelo fabricante.

É obrigatório que o inversor proposto satisfaça as regras e procedimentos do sistema nacional. Os inversores devem estar na lista dos equipamentos com certificação do INMETRO para potências inferiores a 10kW e aceitos pela CEMIG.

Além dos itens já especificados, resume-se a seguir os critérios escolhidos para avaliar os inversores fotovoltaicos, e o cumprimento de todos os critérios resultará na aceitação dos mesmos.

- Deverão ser equipados com comunicação compatível com o sistema de monitoramento;
- O software de parametrização e sua respectiva licença devem ser fornecidos juntamente com o equipamento;
- Conformidade com a rede local;
- Conformidade com operação do módulo a ser instalado;
- Conformidade com as normas especificadas na seção A.1;

D. Embalagens e proteção para o transporte e armazenagem

Para minimizar possíveis danos nos inversores fotovoltaicos durante o transporte para o local de instalação e para garantir que os mesmos sejam armazenados adequadamente, a lista abaixo reúne algumas recomendações importantes:

- A embalagem deverá ser de inteira responsabilidade da CONTRATADA;
- Deverá ser própria para o transporte rodoviário;
- Adequada para evitar danos durante o transporte e para resistir (suportar) a manipulação;

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Inversor Fotovoltaico	REV. 02	PÁGINA 14/16

E. Instalação

A especificação seguinte mostra os procedimentos indicados para a melhor instalação dos inversores fotovoltaicos.

E.1 Instalação dos Inversores

Este tópico corresponde a instalação dos inversores no qual cita, mas não se restringe, as seguintes atividades:

- a) Fixação dos suportes de sustentação dos inversores nas respectivas paredes respeitando as distâncias de projeto e as indicações do fabricante;
- b) Fixação dos inversores nos suportes de sustentação;
- c) Utilização de cabos e conectores;
- d) Realização das conexões;

E.2 Cuidados com os inversores

Os cuidados a serem tomados quanto a instalação dos inversores são:

- a) Respeitar as distâncias de instalação dos equipamentos segundo fabricante;
- b) O local de instalação deve permanecer sombreado e ventilado para que não haja redução de potência ou desligamentos;
- c) Respeitar as indicações do fabricante quanto aos cabos e conectores a serem utilizados para a conexão;
- d) Restringir o acesso ao local de instalação apenas para pessoas autorizadas;
- e) Todas as conexões devem estar firmes e com os devidos conectores;
- f) Utilizar somente materiais específicos e definidos em projeto para a montagem;

E.2.1 Critérios de Aceitação da instalação dos Inversores

Os critérios de aceitação para a instalação dos inversores fotovoltaicos são:

- a) Os equipamentos devem estar instalados em suas respectivas paredes segundo projeto e respeitando as distâncias mínimas de instalação segundo o fabricante. Temos na figura abaixo um modelo indicativo das distâncias de instalação para os inversores. As distâncias corretas devem ser verificadas nos manuais de instalação de cada tipo/modelo de equipamento;

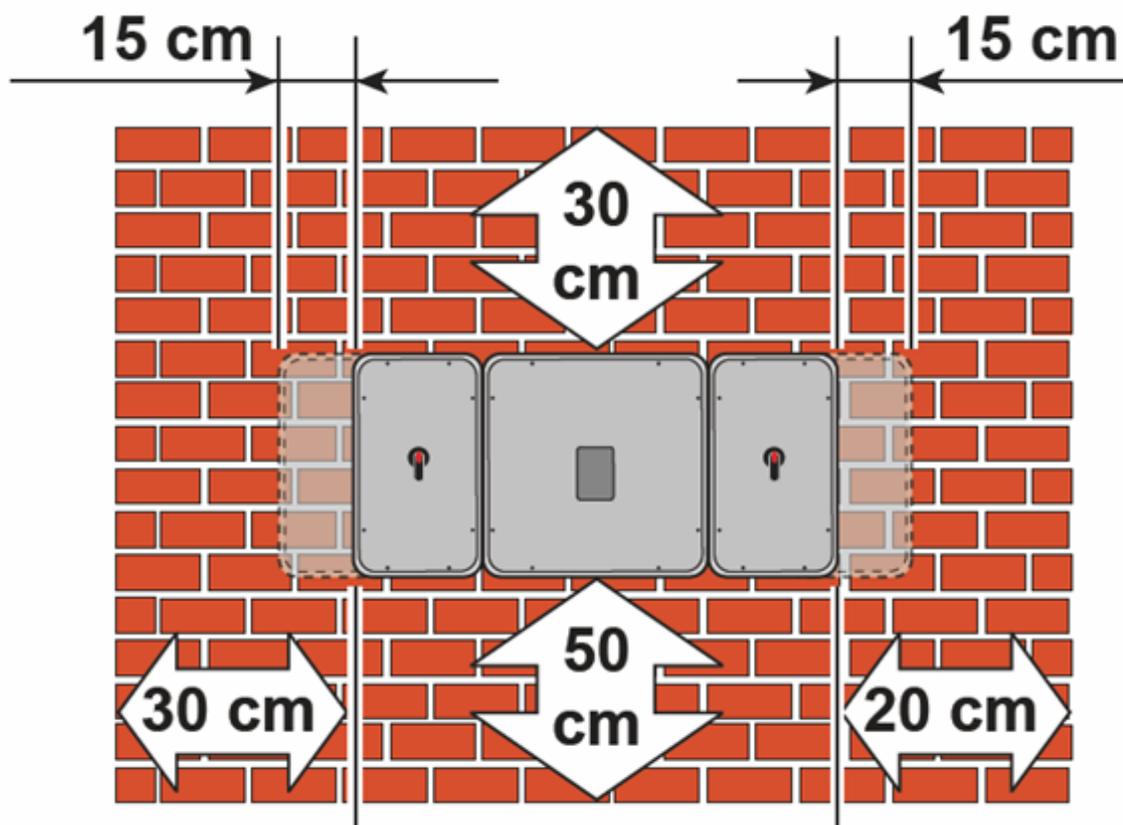


Figura E-1: Distâncias indicativas para instalação dos inversores fotovoltaicos

- b) Todos os equipamentos devem estar bem firmes e com a quantidade indicada pelo fabricante de pontos de fixação. Todo equipamento que não apresentar esse quesito deve ser reajustado;
- c) Todo equipamento deve estar com a vedação intacta para não permitir a entrada de poeira, umidade, insetos, etc;
- d) Os cabos, terminais e conectores utilizados devem estar em conformidade com o projeto e com as especificações do fabricante;
- e) Conexões devem estar firmes;
- f) Cabos, dutos e eletrocalhas não devem promover qualquer tipo de esforço sobre os inversores;
- g) Acesso ao local somente para pessoal autorizado;
- h) Os inversores devem estar claramente identificados.



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Inversor Fotovoltaico	REV. 02	PÁGINA 16/16

F. Inspeção e Testes

Todo o equipamento e material coletado nesta especificação deverá ser examinado, inspecionado e testado para cumprir com os requisitos gerais e normas de referência indicados em pontos anteriores.

Antes de energizar todo o sistema, deve-se realizar a inspeção visual sobre os inversores para determinar se os requisitos dessa especificação estão sendo cumpridos. Testes funcionais também devem ser aplicados aos inversores seguindo as instruções e recomendações do fabricante.

Medições devem ser realizadas na saída dos equipamentos (quando possível) ou na entrada do quadro de paralelismo com o intuito de determinar se os parâmetros do inversor são os mesmos especificados em catálogo. Para realização das medições é necessário que apenas o inversor em teste esteja ligado e devidamente conectada as suas respectivas séries fotovoltaicas.

G. Documentação

Todos os documentos que sejam aplicáveis e explicitamente indicados no presente item formarão parte do escopo do fornecimento. Tal escopo não está limitado a esta documentação, sendo que qualquer documento que se considere necessário desenvolver deverá ser incorporado ao fornecimento.

Esta documentação a ser apresentada pelo Fornecedor será realizada em Português e entregue em formato PDF para aprovação

- Definição exata do escopo do fornecimento (incluindo possíveis exceções a esta especificação);
- Folhas de dados técnicos e descrição dos elementos da instalação ofertados complementares (incluindo valores garantidos);
- Lista de equipamentos e matérias;
- Plano de fornecimento;
- Certificados de qualidade (materiais, testes, ensaios e fabricação);
- Plano de Qualidade do fornecimento;
- Condições de Garantia;
- Manual de Instalação;
- Manual de Operação;
- Estudo comprovando a suportabilidade de temperaturas locais de operação.



Sistema Fotovoltaico Flutuante

UFV Veredas Sol e Lares

Especificações Técnicas – Flutuadores

Município de Grão Mogol – Minas Gerais

Potência Nominal de 1,201 MWp (CC)

Data	26/09/2018
Revisão	R02
Status	Versão Inicial
Elaborado por	Lucas Torres Dias Oliveira
Responsável Técnico	Engº Gustavo Garcia dos Reis, CREA: 124414/D



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares	
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Flutuadores	REV. 02
		PÁGINA 3/14

ÍNDICE

A.	Introdução	5
A.1	Normas aplicáveis.....	5
B.	Escopo de Fornecimento	6
B.1	Geral	6
B.2	Alcance dos Serviços	6
B.3	Transporte	6
B.4	Exceção à especificação	7
B.5	Discrepância entre documentos	7
C.	Critérios de Fabricação	8
C.1	Geral	8
C.1.1	Requisitos gerais.....	8
C.1.2	Flutuadores.....	8
C.1.3	Flutuadores principais	8
C.1.4	Flutuadores para passagem e manutenção	9
C.1.5	Flutuadores para fixação de caixas de junção.....	9
C.1.6	Fixação entre os flutuadores	10
C.1.7	Acessórios para instalação dos módulos fotovoltaicos.....	10
C.1.8	Ancoragem	10
D.	Inspeção e Testes	11
D.1	Testes e ensaios de fabricação	11
E.	Embalagens e proteção para o transporte.....	12
F.	Instalação	12
F.1	Preparação do local de montagem	12
F.2	Equipamentos.....	12
F.3	Etapas de construção	13
G.	Documentação	14



PROJETO		
USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	REV.	PÁGINA
ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Flutuadores	02	4/14

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
FV	Fotovoltaico
IP	Grau de Proteção
kA	1000 Ampères
kV	1000 Volts
kW	Quilowatt – 1000 Watts
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
UFV	Usina Fotovoltaica
UV	Ultravioleta



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Flutuadores	REV. 02	PÁGINA 5/14

A. Introdução

O objetivo desta especificação técnica é definir os parâmetros básicos dos Flutuadores da planta fotovoltaica. A CONTRATADA deve seguir as diretrizes definidas neste documento para assegurar uma qualidade de trabalho aceitável. Todas as normas e diretrizes aplicáveis (como normas técnicas nacionais, regulamentos locais, normas de segurança, instruções dos fabricantes de equipamentos a serem montados) devem ser consideradas além desta especificação e os requisitos mínimos mais rigorosos devem ser respeitados pela CONTRATADA.

O empreiteiro é responsável por implementar os mais altos padrões profissionais e boas práticas durante elaboração do projeto e durante a construção da planta, incluindo também os testes e ensaios em loco e laboratórios. Todos os testes devem ser realizados de acordo com esta especificação e todas as normas aplicáveis. Todo o pessoal envolvido deve ser adequadamente experiente, o laboratório e todo o equipamento deve ser certificado.

Todas as atividades devem visar a plena funcionalidade da usina para uma vida útil de pelo menos 25 anos.

Todas as obras provisórias e todas as medidas para uma execução segura das obras são consideradas incluídas no escopo de trabalho da CONTRATADA.

A CONTRATADA deve usar somente a última revisão dos documentos de projeto na emissão “liberado para construção” (LPC) antes de iniciar qualquer atividade de construção. Os documentos da LPC devem ser devidamente endossados por um profissional registrado, conforme exigido pela regulamentação local aplicável.

Após a conclusão das obras, a CONTRATADA deve fornecer à CONTRATANTE os documentos "como construído" / “as built”.

A.1 Normas aplicáveis

Normas aceitas e aprovadas nacionalmente serão consideradas para Especificação dos equipamentos. A execução das instalações deverá seguir as exigências das normas da ABNT. Na falta desses foram adotados no todo, ou em parte, os parâmetros estabelecidos pelas normas internacionais.

As normas e códigos aqui mencionados deverão ser aplicados, em sua última edição, ao fornecimento de materiais, instalações, testes de performance e aceitação por parte da contratante ou seu representante legal. Em caso de divergências entre as normas, deverá ser aplicado o procedimento mais rigoroso.

A seguir estão as normas aplicáveis a esta especificação técnica, porém não se limitando a:

- Norma BS 6920:2000 - Adequação de produtos não metálicos para uso em contato com a água destinada ao consumo humano, quanto ao seu efeito na qualidade da água. Especificação;



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Flutuadores	REV. 02	PÁGINA 6/14

- ISO 83.080.01 - Plásticos em geral;
- ISO 62:2008 - Plásticos: Determinação da absorção de água;
- ISO 4892-3:2016 - Plásticos: Métodos de exposição a fontes de laboratório – Parte 3: Lâmpadas com raios UV;
- ISO 10640:2011 - Metodologia para avaliação do foto-envelhecimento polimérico por espectroscopia FTIR e UV / visível;
- NFT 58-000 - Tolerâncias aplicáveis a molduras de plástico;
- ISO 3302-1/2014 - Tolerâncias para produtos de borracha e plásticos no geral

B. Escopo de Fornecimento

B.1 Geral

O escopo deste documento compreende todos os elementos necessários para o fornecimento das estruturas flutuantes de suporte aos módulos fotovoltaicos na instalação.

B.2 Alcance dos Serviços

O alcance do fornecimento incluirá:

- Fabricação
- Fornecimento
- Transporte
- Documentação
- Documentação contratual (técnica e de qualidade).
- Controle de qualidade e verificação dos requisitos.

O Fornecedor estará obrigado a proteger devidamente o material a ser fornecido contra manipulações inadequadas, salinidade, condensação, etc., procurando-se utilizar os produtos auxiliares necessários para proteger o material durante o período compreendido entre a data de fabricação e comissionamento.

B.3 Transporte

O Fornecedor poderá ou não ficar a cargo das taxas e dos serviços necessários para o transporte à planta para todos os materiais inclusos no escopo do fornecimento, ficando a cargo do contratante a escolha da melhor forma de transporte.



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Flutuadores	REV. 02	PÁGINA 7/14

B.4 Exceção à especificação

A CONTRATADA deverá indicar em sua oferta se o material cumpre total ou parcialmente está especificação e citar expressamente, em capítulo à parte, as exceções à mesma. Para as omissões, entender-se-á o descumprimento desta especificação.

A CONTRATADA poderá incluir qualquer elemento ou equipamento, o qual não tenha sido especificado, mas que se considere necessário. Para isto deverá dar um preço separado deste elemento ou equipamento adicional, e justificar a razão da adição do mesmo.

Qualquer desvio a esta especificação, proposto pelo Fornecedor, poderá ser aceito desde que aprovado pelo CONTRATANTE. Qualquer desvio dos documentos técnicos, que não seja aprovado pela Contratante, será de inteira responsabilidade da COONTRATADA, incluindo os gastos associados.

B.5 Discrepância entre documentos

Em caso de discrepância entre os distintos pontos incluídos nesta especificação, prevalecerá a seguinte ordem de prioridade:

- Legislação e normativa aplicável;
- Especificação Técnica;
- Outras especificações e normas do projeto;

Se ainda existirem dúvidas, a CONTRATADA deverá identificar qualquer contradição entre a documentação adjunta e a presente especificação e deverá pedir esclarecimentos para o CONTRATANTE.

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Flutuadores	REV. 02	PÁGINA 8/14

C. Critérios de Fabricação

C.1 Geral

O fornecimento das Plataformas flutuantes, objeto desta Especificação Técnica, serão destinadas as estruturas de suporte dos módulos e das caixas de junção da planta fotovoltaica sobre reservatório d'água.

C.1.1 Requisitos gerais

O fornecimento consiste em um sistema de suportes tipo flutuante com encaixe para painel fotovoltaico, de modo que a movimentação do sistema fique restrita através de pontos de ancoragem. O equipamento deverá ser modular, ou seja, com uma plataforma individual para cada módulo fotovoltaico de modo que possa ser adicionada ou retirada estruturas de forma facilitada.

O sistema deverá conter espaço suficiente para passagem latitudinal de uma pessoa entre os painéis fotovoltaicos de forma que a mesma possa realizar manutenções nas instalações. O sistema será instalado sobre o espelho d'água do reservatório, estando sujeito às intempéries, portanto deve ser resistente a corrosão, ao envelhecimento, a radiação ultravioleta, e a ação d'água.

C.1.2 Flutuadores

O sistema deverá ser composto por um flutuador específico para fixação dos módulos, flutuadores que possibilitem a fixação de caixas de junção e também flutuadores que permitam a transito de pessoas sobre a instalação. Devem ser fabricados em polietileno de alta densidade (HDPE – *High density polyethylene*) com aditivos que aumentem sua resistência a exposição prolongada aos raios UV. As principais características de cada componente estão listadas abaixo.

C.1.3 Flutuadores principais

As características mínimas que o flutuador principal deve ter são:

- Deve incluir os suportes para auxílio na fixação dos módulos em aço inoxidável assim como, caso necessário, trilhos e guias que possibilitem a firme fixação dos módulos à estrutura;
- Este deverá conseguir posicionar o módulo em um ângulo de até 15°;
- Possuir uma flutuabilidade maior ou igual a 1294 N de força;
- Suportar tensões maiores que 4500 N de força;
- Ser aplicável a temperaturas de -30 a 65 °C;
- Suportar ventos de até 108 km/h;
- Tenha uma vida útil de no mínimo 30 anos;
- Durabilidade mínima à exposição da radiação UV de 25 anos;

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Flutuadores	REV. 02	PÁGINA 9/14

- As brocas e parafusos devem suportar forças de até 5000 N;
- Não poluir o meio ambiente.

C.1.4 Flutuadores para passagem e manutenção

A seguir estão os requisitos mínimos para os flutuadores de passagem e manutenção.

- Deve propiciar o acesso a todos os componentes da usina para a realização de manutenção;
- Possuir uma flutuabilidade maior ou igual a 900 N de força;
- Possuir uma largura útil de no mínimo 500mm;
- Ser aplicável a temperaturas de -30 a 65 °C;
- Suporte ventos de até 108 km/h;
- Tenha uma vida útil de no mínimo 30 anos;
- Durabilidade mínima à exposição da radiação UV de 25 anos;
- Possuir uma resistência a impacto de superfície;
- Possuir atestado anti-fadiga das conexões entre as plataformas;
- Ser impermeável a água;
- Não poluir o meio ambiente.

C.1.5 Flutuadores para fixação de caixas de junção

Os flutuadores para fixação das caixas de junção (string boxes) devem:

- Auxiliar na passagem de cabos e fixação de caixas de junção;
- Possuir as dimensões que comportem com folga as string boxes;
- Possuir uma flutuabilidade maior ou igual a 1500 N de força;
- Ser aplicável a temperaturas de -30 a 65 °C;
- Suporte ventos de até 108 km/h;
- Tenha uma vida útil de no mínimo 30 anos;
- Durabilidade mínima à exposição da radiação UV de 25 anos;
- Ser impermeável a água;
- Não poluir o meio ambiente.

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Flutuadores	REV. 02	PÁGINA 10/14

C.1.6 Fixação entre os flutuadores

Com relação a fixação entre flutuadores:

- Deve ser capaz de suportar a carga exercida pelo sistema nos pontos de conexão;
- Deve ser de mesmo material que as plataformas flutuantes;

C.1.7 Acessórios para instalação dos módulos fotovoltaicos

Os acessórios relativos a instalação dos módulos fotovoltaicos nos flutuadores, devem:

- Ser capazes de fixar o módulo no flutuador de forma eficiente, deixando o módulo firme para que não sofra com a ação de intempéries;
- A forma de fixação deve ser maleável, podendo variar de acordo com o tipo de módulo a ser instalado e conforme projeto executivo;
- Devem ser de aço inoxidável ou de alumínio anodizado, de forma que o material não sofra corrosão devido a exposição a altas umidades;

C.1.8 Ancoragem

O sistema de ancoragem deverá resistir as forças aplicadas no conjunto de suportes, e também reduzir o grau de liberdade da movimentação do sistema flutuante. A solução deverá manter todo o conjunto flutuante estável, não permitindo deslocamento e rotação em relação à orientação e alocação definida em projeto. Deve ser prevista uma folga na ancoragem de forma que o sistema não sofra influência pela variação do nível do reservatório. O estudo batimétrico do reservatório será disponibilizado.

Todos os materiais metálicos utilizados na ancoragem deverão utilizar liga de aço galvanizado a fogo, e materiais não metálicos devem apresentar resistência à luz ultravioleta e intempéries presentes no meio.

O projeto do sistema de ancoragem e o funcionamento do mesmo devem ser submetidos à avaliação e aprovação da CEMIG e demais repensáveis pelo reservatório da PCH Santa Marta.

O sistema de ancoragem poderá ser feito através de blocos de concreto utilizados tanto para áreas submersas estáveis como instáveis. A fixação às estruturas deverá ser feita através de aros de aço galvanizado ligados através de cabo de aço ao bloco de cimento como âncora.



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Flutuadores	REV. 02	PÁGINA 11/14

D. Inspeção e Testes

Todo o equipamento e material coletado nesta especificação deverá ser examinado, inspecionado e testado para cumprir com os requisitos gerais e normas de referência indicados em pontos anteriores.

D.1 Testes e ensaios de fabricação

Para os ensaios de produto final, o fabricante deverá dispor de um procedimento aprovado de teste e ensaio que seja executado ao final da cadeia de produção, antes da embalagem do produto, o que assegurará que uma vez realizado este ensaio o flutuador não possa ser submetido a variações e/ou mudanças. Se assim for, voltaria a se repetir os ensaios. Todos os conjuntos devem ser fabricados em conformidade com as normas internacionais e nacionais. Todos os conjuntos montados deverão cumprir com as citadas normas.

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Flutuadores	REV. 02	PÁGINA 12/14

E. Embalagens e proteção para o transporte

Todos os flutuadores deverão ser corretamente embalados, amarrados em conjuntos e quando necessário utilizando elementos de absorção de impacto, tais como cortiças, plásticos, cantoneiras, etc., as características da embalagem serão tais que garantam, tanto no transporte como em seu armazenamento na obra, que os materiais contidos se encontrem adequadamente protegidos contra qualquer deformação do material e organizados.

Os flutuadores deverão ser colocados em pallets adequadamente, sendo indicado em cada pallet seu número, coincidindo este com a lista da embalagem que seja elaborada para tal fim. Dever-se-á ter em conta o meio de transporte a obra (em contêiner), de modo que garanta uma altura apropriada de cada pallet.

F. Instalação

A especificação seguinte mostra os procedimentos indicados para a melhor instalação das estruturas de suporte flutuadora dos módulos fotovoltaicos.

F.1 Preparação do local de montagem

A instalação do sistema flutuante é realizada de forma progressiva, a montagem é realizada em solo e lançada à água gradativamente. Para o lançamento do sistema à água é necessário que as margens de entrada do sistema ao reservatório estejam livres para ser utilizada como área de montagem e apresentando solo limpo livre de vegetação e com inclinação de 5 graus, caso o solo não apresente essa característica é indicado a construção de uma plataforma de construção. A plataforma deverá seguir os seguintes requisitos mínimos:

- Utilizar madeira, com certo grau de rugosidade, como andaime diretamente sobre o solo;
- A plataforma deverá criar um declínio para o reservatório de 5°;
- A plataforma deverá ter no mínimo 50 metros x 20 metros (adaptável em relação ao local);

F.2 Equipamentos

A CONTRATADA deve dispor de todos os devidos equipamentos e ferramentas para a correta instalação do sistema flutuante. Qualquer dano sobre os flutuadores causados pela utilização de equipamentos ou ferramenta indevida é de total responsabilidade da CONTRATADA.

As indicações de equipamentos e ferramentas para instalação devem estar descritas no manual de instalação dos flutuadores e ser disponibilizados junto ao projeto executivo.



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Flutuadores	REV. 02	PÁGINA 13/14

F.3 Etapas de construção

As etapas de construção devem seguir rigorosamente as indicações feitas pelo fabricante. No geral, a instalação do sistema flutuante deve se resumir a:

- Construção da ancoragem em bloco de concreto: Os blocos de ancoragem são os primeiros a serem instalados nos pontos pré-determinados no projeto, incluindo o cabo para ligação da estrutura que fica provisoriamente com uma boia sinalizadora;
- Instalação da plataforma principal: Montagem das plataformas principais utilizando os suportes de módulos e seus devidos componentes de fixação;
- Instalação da plataforma de estrutura e equipamentos (caixa de junção): Montagem das plataformas de suporte às caixas de junção utilizando os devidos suportes e elementos de fixação;
- Instalação da ancoragem estrutural: Instalação dos encaixes de ligação nas plataformas flutuantes de acordo com a localização projetada para as âncoras, com porcas e parafusos M12x40;
- Instalação da plataforma de passagem e pontos de ancoragem: Instalação dos pontos de ancoragem nas plataformas flutuantes de passagem de acordo com a localização projetada para as âncoras;
- Montagem da plataforma principal e de passagem: Seguindo o layout projetado para a instalação é feita a conexão entre os flutuadores, através dos devidos componentes de fixação. Assim que as fileiras forem sendo completadas, as mesmas devem ser lançadas na água de forma progressiva, até que uma matriz seja formada. Essa matriz já pode ser posicionada no local de instalação e fixada a ancoragem;
- Montagem dos módulos: Conforme as plataformas principais forem sendo montadas, deve-se efetuar a instalação dos trilhos de guia de liga de alumínio e a fixação dos módulos na guia em paralelo. Deve-se efetuar também interconexão dos módulos de uma mesma string.
- Montagem dos equipamentos (caixas de junção): instalação dos suportes dos equipamentos e dos equipamentos, de acordo com o layout projetado. A instalação também deve ser feita em paralelo com a instalação do flutuador, para que dessa forma, quando as matrizes forem posicionadas nos devidos lugares, todos os equipamentos estejam instalados;
- Ligação dos cabos: ligação e passagem entre cabos dos módulos até as caixas de junção;
- Montagem do Aterramento: instalação dos cabos referentes a proteção de aterramento do sistema;
- Posicionamento do sistema: com auxílio de navio de reboque, as matrizes serão posicionadas de acordo com a ancoragem determinada e conforme forem sendo finalizadas;
- Conexão dos cabos: instalação do cabeamento até o solo para transformação;
- Checagem do sistema flutuante: checagem do sistema completo flutuante e equipamentos. Verificar conexão entre plataformas e suas condições. Caso encontrado avarias, o componente deve ser substituído;



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Flutuadores	REV. 02	PÁGINA 14/14

G. Documentação

Todos os documentos que sejam aplicáveis e explicitamente indicados no presente item formarão parte do escopo do fornecimento. Tal escopo não está limitado a esta documentação, sendo que qualquer documento que se considere necessário desenvolver deverá ser incorporado ao fornecimento.

Esta documentação a ser apresentada pelo Fornecedor será realizada em Português e entregue em formato PDF para aprovação

- Definição exata do escopo do fornecimento (incluindo possíveis exceções a esta especificação);
- Folhas de dados técnicos e descrição dos elementos da instalação ofertados complementares (incluindo valores garantidos);
- Lista de equipamentos e matérias;
- Plano de fornecimento;
- Certificados de qualidade (materiais, testes, ensaios e fabricação);
- Plano de Qualidade do fornecimento;
- Condições de Garantia;
- Manual de Instalação;
- Manual de Operação;
- Estudo comprovando a suportabilidade de temperaturas locais de operação.



Sistema Fotovoltaico Flutuante

UFV Veredas Sol e Lares

Especificações Técnicas – Cabos Condutores e Encaminhamento

Município de Grão Mogol – Minas Gerais

Potência Nominal de 1,201 MWp (CC)

Data	26/09/2018
Revisão	R02
Status	Versão Final
Elaborado por	Lucas Torres Dias Oliveira
Responsável Técnico	Eng° Gustavo Garcia dos Reis, CREA: 124414/D



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Cabos elétricos e encaminhamentos	REV. 02	PÁGINA 3/17

ÍNDICE

A.	Introdução	6
A.1	Normas aplicáveis.....	6
B.	Escopo de Fornecimento	8
B.1	Geral	8
B.2	Serviços de Alcance	8
B.3	Transporte	8
B.4	Exceção à especificação	9
B.5	Discrepância entre documentos	9
C.	Critérios de Fabricação	9
C.1	Geral	9
C.1.1	Requisitos gerais.....	9
C.1.2	Cabeamento CC	9
C.1.3	Conectores CC	10
C.1.4	Encaminhamento dos Cabos CC.....	11
C.1.5	Cabeamento CA – Baixa Tensão	12
C.1.6	Cabeamento CA – Média Tensão	12
C.1.7	Encaminhamento CA – Baixa e Média Tensão	14
D.	Inspeção	15
D.1	Recomendações gerais.....	15
E.	Instalação	16
E.1.1	Instalações Elétricas	16
E.1.2	Cuidados com as Instalações Elétricas	16
F.	Documentação	17



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares	
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Cabos elétricos e encaminhamentos	REV. 02
		PÁGINA 4/17

LISTA DE FIGURAS

Figura C-1: Composição dos cabos de MT.....	13
---	----



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares	
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Cabos elétricos e encaminhamentos	REV. 02
		PÁGINA 5/17

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
DPS	Dispositivo de Proteção contra Surtos
EN	European Standards
FP	Fator de Potência
FV	Fotovoltaico
HEPR	Etileno Propileno de Alto Módulo
IEC	International Electrotechnical Commission
IP	Grau de Proteção
kA	1000 Ampères
kV	1000 Volts
kW	Quilowatt – 1000 Watts
LT	Linha(s) de Transmissão
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
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
SE	Subestação
SPDA	Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas
SRTM	Modelo Digital de Elevação da <i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
UFV	Usina Fotovoltaica
UL	Underwriters Laboratories
Un.	Unidade
UV	Ultravioleta
VDC	Tensão em corrente contínua
XLPE	Polietileno Reticulado por Processo Químico



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Cabos elétricos e encaminhamentos	REV. 02	PÁGINA 6/17

A. Introdução

O objetivo desta especificação técnica é definir os parâmetros básicos dos Cabos e encaminhamentos da planta fotovoltaica. A CONTRATADA deve seguir as diretrizes definidas neste documento para assegurar uma qualidade de trabalho aceitável. Todas as normas e diretrizes aplicáveis (como normas técnicas nacionais, regulamentos locais, normas de segurança, instruções dos fabricantes de equipamentos a serem montados) devem ser consideradas além desta especificação e os requisitos mínimos mais rigorosos devem ser respeitados pela CONTRATADA.

O empreiteiro é responsável por implementar os mais altos padrões profissionais e boas práticas durante elaboração do projeto e durante a construção da planta, incluindo também os testes e ensaios em loco e laboratórios. Todos os testes devem ser realizados de acordo com esta especificação e todas as normas aplicáveis. Todo o pessoal envolvido deve ser adequadamente experiente, o laboratório e todo o equipamento deve ser certificado.

Todas as atividades devem visar a plena funcionalidade da usina para uma vida útil de pelo menos 25 anos.

Todas as obras provisórias e todas as medidas para uma execução segura das obras são consideradas incluídas no escopo de trabalho da CONTRATADA.

A CONTRATADA deve usar somente a última revisão dos documentos de projeto na emissão “liberado para construção” (LPC) antes de iniciar qualquer atividade de construção. Os documentos da LPC devem ser devidamente endossados por um profissional registrado, conforme exigido pela regulamentação local aplicável.

Após a conclusão das obras, a CONTRATADA deve fornecer à CONTRATANTE os documentos “como construído” / “as built”.

A.1 Normas aplicáveis

Normas aceitas e aprovadas nacionalmente serão consideradas para especificação dos condutores. A execução das instalações deverá seguir as exigências das normas da ABNT. Na falta dessas foram adotados no todo, ou em parte, os parâmetros estabelecidos pelas normas internacionais.

As normas e códigos aqui mencionados deverão ser aplicados, em sua última edição, ao fornecimento de materiais, instalações, testes de performance e aceitação por parte da CONTRATANTE ou seu representante legal. Em caso de divergências entre as normas, deverá ser aplicado o procedimento mais rigoroso.

A seguir estão as normas aplicáveis a esta especificação técnica, porém não se limitando a:

- IEC 60364-7-712 - Instalações Elétricas de Edificações: Requisitos para Instalações ou Locais Especiais - Sistemas de Alimentação Fotovoltaica Solar;
- INMETRO - Produtos terão de estar de acordo com o certificado ENCE (Etiqueta Nacional de Conservação de Energia) de acordo com Portaria nº 004/2011;
- IEEE 928 - Critério recomendado para sistemas terrestres de energia fotovoltaica;



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares	
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Cabos elétricos e encaminhamentos	REV. 02
		PÁGINA 7/17

- IEEE 929 - Prática recomendada para a interface de utilidade de sistemas FV residenciais e intermediários;
- NBR EB 2177 - Sistemas fotovoltaicos;
- NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão;
- IEC 60529 - Graus de proteção proporcionados pelos invólucros (IP 67);
- NEC 2008 - Código Elétrico Nacional 2008 ou NFPA 70;
- EN 50521 - Conectores para sistemas fotovoltaicos. Requisitos de segurança e testes;
- ULA 4703 - Fio fotovoltaico de condutor simples, isolado e integralmente ou parcialmente revestido, resistente à luz solar, especificado para 90°C, 105°C, 125°C ou 150°C seco, e 90°C úmido, 600, 1000, ou 2000 V, para a fiação de interligação de sistemas de energia fotovoltaica aterrada e não aterrada;
- Diretriz TÜEV para cabos solares 2 PFG 1169/08.2007 - 2 PFG 1169/08.2007 aplica-se a cabos flexíveis de condutor simples (cabos) para uso no lado CC de sistemas fotovoltaicos com uma tensão máxima permissível de 1,8 kV CC (condutor/condutor, sistema não aterrado). Os cabos são adequados para uso na classe de segurança II. É permitido conectar esses cabos como construção múltipla. Os cabos são projetados para operar em temperatura ambiente de até 90°C;
- IEC 60228 - Descrição da seção transversal de cabos isolados;
- IEC 60332-1-2 - Auto extingüível e resistente à chama;
- IEC 60364-1 - Instalações elétricas e proteção contra choques elétricos;
- IEC 60502-1 - Cabos de potência com isolamento extrudada e seus acessórios para tensões de 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) até 30 kV ($U_m = 36$ kV) (Marcação no revestimento);
- IEC 60754-1 - Ensaio dos Gases Desenvolvidos Durante a Combustão dos Materiais dos Cabos (halogênio entre outros);
- IEC 60811-2-1 - Métodos Específicos para Compostos Elastoméricos – Testes de Resistência ao Ozônio, Alongamento a Quente e de Imersão em Óleo Mineral;
- IEC 60949 - Cálculo de correntes de curto-circuito termicamente admissíveis, considerando os efeitos de aquecimento não adiabáticos (temperatura de curto-circuito +250°C e temperatura do condutor +90°C);
- IEC 61034 - Medição da Densidade da Fumaça da Combustão de Cabos sob Condições Definidas;
- IEC 62852:2014 - Conectores para aplicação CC em sistemas fotovoltaicos - Requisitos e testes de segurança;
- UL 6703 - Padrão para conectores para uso em sistemas fotovoltaicos;
- NBR NM 224:2011 – Condutores e cabos isolados – Ensaio de centelhamento;



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares	
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Cabos elétricos e encaminhamentos	REV. 02
		PÁGINA 8/17

- NBR NM 280:2011 – Condutores de cabos isolados (IEC 60228, MOD);
- NBR NM 287:2009 – Cabos isolados com compostos elastoméricos termofixos, para tensões nominais até 450/750 V (IEC 60245-1 a 4, MOD);
- NBR 15920:2011 – Cabos elétricos – Cálculos de corrente nominal – Condições de operação - Otimização econômica das seções dos cabos de potência;
- NRB 7286:2001 – Cabos de potência com isolamento extrudada de borracha etileno Propileno (EPR) para tensões de 1 kV a 35 kV – Requisitos de desempenho;
- NBR 9314:2006 – Emendas e terminais para cabos de potência com isolamento para tensões de 3,6/6 kV a 27/35 kV.

B. Escopo de Fornecimento

B.1 Geral

O escopo deste documento compreende todos os elementos necessários para o fornecimento dos cabos, conectores e encaminhamentos que compõem o sistema.

B.2 Serviços de Alcance

O alcance do fornecimento incluirá:

- Fabricação
- Fornecimento
- Transporte
- Documentação
- Documentação contratual (técnica e de qualidade)
- Controle de qualidade e verificação dos requisitos

A CONTRATADA estará obrigada a proteger devidamente o material a ser fornecido contra manipulações inadequadas, salinidade, condensação, etc., procurando-se utilizar os produtos auxiliares necessários para proteger o material durante o período compreendido entre a data de fabricação e comissionamento.

B.3 Transporte

A CONTRATADA ficará a cargo das taxas e dos serviços necessários para o transporte à planta para todos os materiais inclusos no escopo do fornecimento.



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Cabos elétricos e encaminhamentos	REV. 02	PÁGINA 9/17

B.4 Exceção à especificação

A CONTRATADA deverá indicar em sua oferta se o material cumpre total ou parcialmente esta especificação e citar expressamente, em capítulo à parte, as exceções à mesma. Para as omissões, entender-se-á como o descumprimento a esta especificação.

A CONTRATADA deverá incluir qualquer elemento ou equipamento, o qual não tenha sido especificado, mas que se considere necessário. Para isto deverá dar um preço separado deste elemento ou equipamento adicional, e justificar a razão da adição do mesmo.

Qualquer desvio a esta especificação, proposto pela CONTRATADA, poderá ser aceito desde que aprovado pela CONTRATANTE. Qualquer desvio dos documentos técnicos, que não seja aprovado pela CONTRATANTE, será de inteira responsabilidade da CONTRATADA, incluindo os gastos associados.

B.5 Discrepância entre documentos

Em caso de discrepância entre os distintos pontos incluídos nesta especificação, prevalecerá a seguinte ordem de prioridade:

- Legislação e normativa aplicável
- Especificação Técnica
- Outras especificações e normas do projeto

Se ainda existirem dúvidas, a CONTRATADA deverá identificar qualquer contradição entre a documentação adjunta e a presente especificação e deverá pedir esclarecimentos para a CONTRATANTE.

C. Critérios de Fabricação

C.1 Geral

Esta Especificação Técnica objetiva tratar do fornecimento dos cabos, conectores e encaminhamentos da instalação, ou seja, os equipamentos condutores utilizados em corrente contínua e alternada, estabelecendo os critérios de aceitação para os produtos em termos gerais.

C.1.1 Requisitos gerais

O fornecimento consiste em cabos de condução CC, CA, conectores e encaminhamentos. Para não invalidar a garantia de fábrica, deverá ser realizado o transporte, o armazenamento, e a instalação dos equipamentos rigorosamente conforme as recomendações do fabricante.

C.1.2 Cabeamento CC

Os cabos condutores de corrente contínua serão os instalados entre os módulos/strings e caixas de junção (string boxes) e entre caixas de junção e inversores fotovoltaicos. Os cabos CC devem ter as seguintes características mínimas:



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares	
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Cabos elétricos e encaminhamentos	REV. 02
		PÁGINA 10/17

- Cabo solar flexível, condutor simples, fios de cobre eletrolítico, estanhado, encordoamento classe 5;
- Seção reta mínima a ser dimensionado pela CONTRATADA, porém não podendo ser inferior a 4mm²;
- Dupla isolação;
- Tensão de isolação 1000VDC ou 1800VDC, conforme tensão máxima das strings;
- Faixa de temperatura para regime permanente: -40°C à 90°C;
- Fabricado com materiais de baixa emissão de fumaça, não propagação e auto extinção de chama;
- Isento de metais pesados e halogênios;
- Resistente à temperatura de 120°C (20.000 horas);
- Resistente à temperatura de curto-circuito de 250°C (5 segundos);
- Resistente às intempéries e radiação ultravioleta (UV);
- Resistente ao ozônio;
- Resistente às soluções ácidas e alcalinas;
- Resistente à absorção de água;
- Conformidade com TÜV 2Pfg 1169, EN 50618;
- Período de uso estimado 25 anos;
- Classe de segurança II.
- Devem estar identificados conforme o respectivo polo, sendo cabos de cor vermelha para polo positivo e cabos de cor preta para cabos de polo negativo;

C.1.3 Conectores CC

Os conectores dos cabos de corrente contínua possuem a função de fazer a conexão elétrica entre strings e o cabo que vai para caixa de junção (cabearno CC primário). Os conectores devem ter as seguintes características mínimas:

- Tipo de conector MC4/T4;
- Faixa de tensão 1000 – 1800 VDC;
- Resistência de contato menor que 0,25 mΩ;
- Classificação do grau de poluição Classe II;
- Classificação do grau de proteção Classe II;
- Resistência ao fogo nos padrões UL94 V-0;
- Faixa de temperatura para regime permanente: -40°C à -90°C;



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares	
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Cabos elétricos e encaminhamentos	REV. 02
		PÁGINA 11/17

- Material de contato: cobre estanhado;
- Terminação em cripagem;
- Possuir IP 67 ou superior.

C.1.4 Encaminhamento dos Cabos CC

Os cabos condutores CC deverão ligar os módulos fotovoltaicos às caixas de junção e aos inversores, para cada intervalo de conexão será adotada uma forma de encaminhamento, e todos os cabos na planta devem ser presos adequadamente de maneira a evitar balanços e tenções.

O cabeamento entre os módulos fotovoltaicos será fixado na própria estrutura do flutuador ou na esquadilha do módulo quando possível, através de abraçadeira de nylon específica para exposição a raios UV. O encaminhamento dos cabos entre os módulos e as caixas de junção (cabeamento CC primário) será feito através de eletrodutos corrugados de PEAD, lançados e fixados sobre os flutuadores também através de abraçadeira de nylon específica para aplicação.

O encaminhamento dos cabos entre as caixas de junção e os inversores (cabeamento CC secundário) será feita de três maneiras:

- Sobre os flutuadores: deve ser realizada de maneira similar aos cabos CC primários, sendo posicionados e fixos sobre os flutuadores. Os eletrodutos devem ser dimensionados de acordo com a quantidade e bitola dos cabos. Cada eletroduto deve receber apenas 1 circuito CC.
- Sobre a água: no percurso sobre a água os cabos estarão lançados em eletrodutos corrugados de PEAD. Os eletrodutos deverão ser dimensionados em relação à quantidade de cabos de cada percurso, e estes serão suportado por estruturas flutuante (boias) até o solo;
- Em solo: os cabos em eletrodutos passarão por uma caixa de passagem e seguirão enterrados até o eletrocentro (sala dos inversores). Neste local será feita a transição para canaletas no nível do solo com gradil, onde cada circuito seguirá para seu respectivo inversor.

Os materiais utilizados para o encaminhamento deverão ter as seguintes características mínimas:

- Abraçadeira solar deverá ser de poliamida resistente à UV, ao impacto, a temperaturas de -40°C a 110°C, e resistente a chamas UL94 HB;
- Os eletrodutos deverão ser de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) flexível corrugados, ter resistência mecânica, resistência química, não sofrer corrosão, não propagar chamas, atender a NBR 15465, ser resistente a absorção d'água, e resistência raios UV. Em caso de instalação em travessia de pista de rolamento deverão ser protegidos por envelope de concreto de acordo com a NBR 15465:2007;
- As boias para suporte e condução dos cabos e eletrodutos deve ser de poliuretano e polietileno, ter resistência a raios UV, e possuir ferragem galvanizada para suporte dos cabos;

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Cabos elétricos e encaminhamentos	REV.	PÁGINA
		02	12/17

C.1.5 Cabeamento CA – Baixa Tensão

Os cabos de baixa tensão, utilizados para a conexão entre os inversores, quadro de paralelismo e os transformadores, devem atender a norma NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão.

Os condutores devem ser dimensionados respeitando-se os limites máximos admissíveis para queda de tensão e perda energética total nos condutores. É admitida uma perda relativa a potência nominal dos inversores (do sistema) de 1% em todo cabeamento CA de baixa tensão.

Deve-se garantir também que a impedância da rede, vista dos terminais dos inversores, se mantenha igual ou inferior a $1,25\Omega$, a fim de se evitar a perda da proteção anti-ilhamento dos inversores. Os cabos CA de baixa tensão devem ter as seguintes características mínimas:

- Fios de cobre nú, têmpera mole, encordoamento classe 5;
- Seção reta (a ser dimensionado pela contratada);
- Termofixo de Dupla isolamento HEPR (EPR/B alto módulo);
- Enchimento poliolefínico não halogenado;
- Cobertura poliolefínica não halogenada;
- Perdas de energia máxima relativa no inversor nominal/sistema de alimentação menor que 1%;
- Tensão de isolamento 0,6/1 kV CA;
- Faixa de temperatura para regime permanente: -40° a 90°C ;
- Fabricado com materiais de baixa emissão de fumaça, não propagação e auto extinção de chama;
- Isento de metais pesados e halogênios;
- Resistente à temperatura de 120°C (20.000 horas);
- Resistente à temperatura de curto-circuito de 250°C (5 segundos);
- Devem ser identificados por cores, sendo que para as Fases devem ser utilizados cabos na cor “Preta”, para o neutro na cor “Azul” e para aterramento na cor “Verde ou Verde/Amarelo”;

C.1.6 Cabeamento CA – Média Tensão

Após os transformadores deverão ser utilizados cabos unipolares HEPR, com classe de tensão 8,75/15kV. Deve-se adotar estes cabos em razão de sua maior vida útil e rigidez dielétrica.

Os cabos obrigatoriamente devem apresentar os elementos descritos na Figura C-1:

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Cabos elétricos e encaminhamentos	REV. 02	PÁGINA 13/17

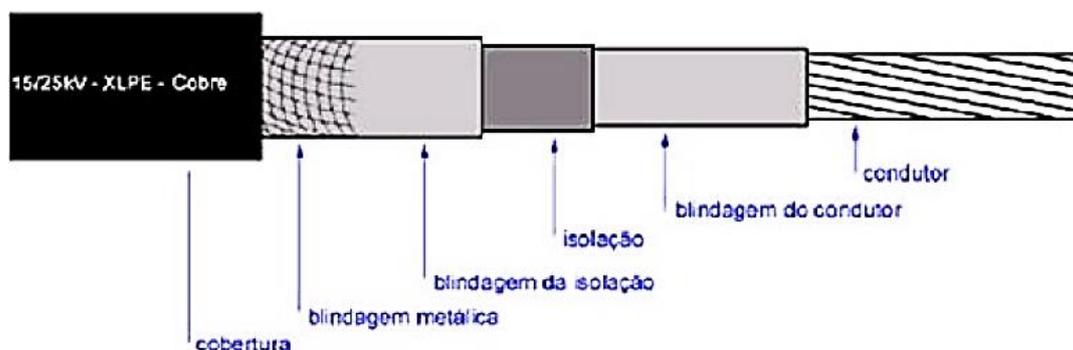


Figura C-1: Composição dos cabos de MT

Como medida de proteção anti chama, os materiais do cabo devem ser não propagadores de chamas. Devem ser respeitadas as seguintes exigências para cada camada dos cabos:

- Condutor: cobre eletrolítico, têmpera mole, condutividade mínima de 100% IACS a 20°C.
- Blindagem do condutor: Não metálica constituída por uma camada extrudada de composto semiconductor ou por uma combinação de fita têxtil semicondutora com camada extrudada. O material deve ser compatível química e termicamente, com o do condutor e da isolação, conforme a NBR 6251.
- Isolação: composto termofixo à base de borracha etileno-propileno de alto módulo, extrudado simultaneamente com a blindagem do condutor e a blindagem da isolação (características físicas conforme NBR 6251).
- Blindagem da isolação: camada semicondutora formada por uma parte não metálica, posta sobre a isolação, e uma parte metálica posta sobre a parte semicondutora (características físicas conforme NBR 6251). Deve ser garantida a continuidade elétrica desta camada ao longo de todo o comprimento do cabo.
- Cobertura: O cabo deve possuir cobertura não metálica, constituído por composto termoplástico, à base de poli cloreto de vinil ou copolímero de cloreto de vinil e acetato de vinil, de acordo com a NBR 6251.

A superfície do cabo não deve apresentar fissuras, rebarbas, asperezas, estrias ou inclusões. O cabo não deve apresentar falhas no encordoamento. A camada de material isolante deve ser contínua, uniforme e homogênea ao longo de todo o comprimento.

O cabo deve ser identificado a intervalos regulares, com caracteres permanentes, com as seguintes informações, no mínimo:

- Nome ou marca do fabricante;
- Tensão de isolamento (kV);
- Seção nominal do condutor (mm²);
- Texto “cabo unipolar de cobre isolado – HEPR – 8,7/15kV”;



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares	
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Cabos elétricos e encaminhamentos	REV. 02
		PÁGINA 14/17

- Material da isolação (HEPR) e da cobertura (cloreto de poli vinil);
- Material do condutor (cobre);
- Ano de fabricação

De acordo com a NBR14039, devem ser adotadas as seguintes cores para identificação dos cabos:

- Fase A: Vermelho;
- Fase B: Branca;
- Fase C: Marrom;
- PE: Verde-amarela
- Neutro: Azul Claro.

C.1.7 Encaminhamento CA – Baixa e Média Tensão

O encaminhamento dos condutores CA BT entre inversores e quadro de paralelismo será realizado através de eletrocalhas suspensas fixadas no teto do eletrocentro. O percurso entre quadro de paralelismo e barramento geral de baixa tensão localizado na subestação de transformação será realizado por canaleta ao nível do solo (barramento deverá estar do outro lado da parede do quadro de paralelismo). Entre o barramento BT e os transformadores, os cabos devem ser encaminhados também por canaletas com gradil ao nível do solo.

Os encaminhamentos dos condutores CA de média tensão na saída da subestação de entrada devem ser realizados através de eletrodutos enterrados até a subida no poste, onde deve ser utilizado eletroduto galvanizado, conforme norma da concessionária.

Todos os cabos devem ser posicionados adequadamente em eletrodutos ou bandejas, a fim de se evitar balanços, tensões e estrangulamentos. O encaminhamento em eletroduto ou eletrocalha deve atender os respectivos requisitos mínimos das normas vigentes. Os eletrodutos e as eletrocalhas devem ser fabricados em chapas de aço SAE 1010/1020 para passagem de circuitos ou sistemas de alimentação e distribuição de energia elétrica, ou outros. Devem possuir sistema completo de suporte e elementos de fixação para serem utilizados em construções industriais e comerciais diversas. Devem possuir proteção contra corrosão por galvanização a fogo de acordo com norma NBR 6323/16.

Devem ser empregadas canaletas no piso para a acomodação dos cabos entre os painéis de proteção e manobra de baixa tensão, o barramento BT e os transformadores. As canaletas devem ser dimensionadas de forma a taxa mínima de ocupação, minimizando o aquecimento mútuo dos condutores. O gradil das canaletas devem ser fabricadas em chapas de aço SAE 1010/1020, com galvanização a fogo. As canaletas devem ser consideradas, do ponto de vista de influências externas (presença de água), como AD4. Os cabos deverão ser instalados justapostos na horizontal.

Para a alimentação de cargas auxiliares podem ser utilizados eletrodutos suspensos, como perfilados, eletrocalhas, ou eletrodutos rígidos de PVC.



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Cabos elétricos e encaminhamentos	REV. 02	PÁGINA 15/17

D. Inspeção

Todo o equipamento e material coletado nesta especificação deverá ser examinado, e inspecionado para cumprir com os requisitos gerais e normas de referência indicados em pontos anteriores.

D.1 Recomendações gerais

Deverão ser tomados os seguintes cuidados com relação aos cabos da usina fotovoltaica:

- Os cabos deverão ser encaminhados em eletrocalhas, bandejas, eletrodutos aparentes ou eletrodutos subterrâneos, dependendo da melhor forma para cada situação específica do projeto. As eletrocalhas, bandejas e eletrodutos devem ter resistência visando vida útil mínima de 25 anos;
- Cabos e conectores não devem ser instalados em pontos que possibilitem acúmulo de água;
- Todos os cabos e conectores devem ser protegidos contra qualquer força, incluindo tração e/ou vibrações induzidas pelo vento que podem instantaneamente ou a longo prazo danificá-los. Deve-se prever folga de cabos para evitar tensionamento em função da dilatação de estruturas causada pela variação da temperatura ambiente;
- Não devem ser feitas emendas nos cabos;
- Respeitar o raio mínimo de curvatura dos cabos recomendado pelo fabricante;
- Proteger cabos de arestas e cantos, evitando desgaste mecânico da isolação;
- As distâncias entre cabos de diferentes sistemas elétricos (corrente contínua, corrente alternada e comunicação) e, conseqüentemente, a largura das eletrocalhas e taxa de ocupação dos eletrodutos deverão ser definidas de acordo com as normas ABNT-NBR.
- Os cabos de dados deverão ser instalados separados dos cabos de força;
- Serviços de corte, decapagem e crimpagem de cabos deverão obrigatoriamente ser realizados com ferramentas específicas para estas finalidades;
- Ao decapar cabos não se deve tocar o metal com as mãos para evitar oxidação;
- A contratada deverá tomar todas as precauções e cuidados ao instalar e encaminhar e conectar cabos de forma a não prejudicar os equipamentos, eletrocalhas, redes subterrâneas, dutos de água, quadros e painéis existentes. Quaisquer danos causados pela contratada deverão ser reparados, arcando com os custos;
- As instalações em corrente alternada devem obedecer a norma NBR-5410 para Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- Queda de tensão CC $\leq 1\%$ e Queda de tensão CA $\leq 1\%$;
- A vida útil mínima do cabeamento deve ser de 25 anos;



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Cabos elétricos e encaminhamentos	REV.	PÁGINA
		02	16/17

E. Instalação

A especificação seguinte mostra os procedimentos indicados para a melhor instalação dos cabos.

E.1.1 Instalações Elétricas

As instalações elétricas consistem na passagem de todo o cabeamento e a realização de todas as conexões segundo as seguintes etapas, mas não se restringindo a elas:

- a. Confecção do cabeamento CC primário utilizando os devidos conectores;
- b. Passagem e fixação do cabeamento CC primário que interligam as strings boxes. O cabeamento deve ir das strings, sendo fixas nas estruturas entre os módulos com abraçadeira solar resistente a UV e encaminhadas por eletrodutos até as strings boxes;
- c. Interconexão do cabeamento CC primário nos bornes das strings boxes com o devido torque indicado pelo fabricante do quadro;
- d. Passagem e fixação do cabeamento CC secundário em eletrodutos encaminhados até o eletrocentro em solo e que interligam as strings boxes a seus respectivos inversores;
- e. Interconexão do cabeamento CC secundário nas strings boxes e nos inversores fotovoltaicos;
- f. Passagem e fixação do cabeamento de aterramento e equipotencialização;
- g. Interconexão de todo o cabeamento de aterramento e equipotencialização;
- h. Passagem do cabeamento de comunicação. Cabeamento de sensores e de comunicação das string boxes percorrerão por meio de eletroduto as instalações flutuantes até a estação solarimétrica e a parede de inversores respectivamente. No eletrocentro, se encaminhará por perfilado junto do cabeamento de comunicação dos inversores até o quadro de comunicação;

E.1.2 Cuidados com as Instalações Elétricas

Os cuidados relacionados as instalações elétricas são:

- a. Verificar sempre se os cabos estão desenergizados ao manipulá-los e evitar movimentos que possam danificar sua isolação;
- b. Todos os cabos da instalação devem estar claramente identificados;
- c. Utilizar somente cabos que estejam especificados em projeto. Qualquer mudança nas especificações dos condutores ou até mesmo no encaminhamento pode afetar o desempenho elétrico do sistema;
- d. Fixação de cabos e dutos deve ser feita de forma adequada para que a ação de intempéries seja a mínima possível;
- e. Dutos de passagem não devem sofrer nenhum tipo de pressão por parte da estrutura ou objetos circundantes para não danificar os cabos;
- f. Não soldar ou emendar cabos, pois existe o risco de corrosão;



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Cabos elétricos e encaminhamentos	REV. 02	PÁGINA 17/17

- g. Utilizar terminais, conectores, fita isolante, eletrodutos, parafusos, bornes, abraçadeiras, buchas, etc, sempre que for necessário e com materiais adequados para aplicação;
- h. As conexões devem estar sempre firmes para que não haja mal contato;
- i. Respeitar o raio de curvatura de cada cabo para que não seja comprometida sua integridade;
- j. Conectores MC4 do circuito CC primário não devem ser deixados expostos caso não estejam conectados.

F. Documentação

Todos os documentos que sejam aplicáveis e explicitamente indicados no presente item formarão parte do escopo do fornecimento. Tal escopo não está limitado a esta documentação, sendo que qualquer documento que se considere necessário desenvolver deverá ser incorporado ao fornecimento.

Esta documentação a ser apresentada pela CONTRATADA será realizada em Português e entregue em formato PDF para aprovação

- Definição exata do escopo do fornecimento (incluindo possíveis exceções a esta especificação);
- Folhas de dados técnicos e descrição dos elementos da instalação ofertados complementares (incluindo valores garantidos);
- Lista de equipamentos e matérias;
- Plano de fornecimento;
- Certificados de qualidade (materiais, testes, ensaios e fabricação);
- Plano de Qualidade do fornecimento;
- Condições de Garantia;
- Manual de Instalação;
- Manual de Operação;
- Estudo comprovando a suportabilidade de temperaturas locais de operação.



Sistema Fotovoltaico Flutuante

UFV Veredas Sol e Lares

Especificações Técnicas – Eletrocentro

Município de Grão Mogol – Minas Gerais

Potência Nominal de 1,201 MWp (CC)

Data	26/09/2018
Revisão	R02
Status	Versão Final
Elaborado por	Amadeus Lincon de Oliveira
Responsável Técnico	Engº Gustavo Garcia dos Reis, CREA: 124414/D



PROJETO

USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares

TÍTULO

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Eletrocentro

REV.

02

PÁGINA

2/8

REVISÕES

TE: TIPO DE EMISSÃO	A - PRELIMINAR	C - PARA CONHECIMENTO	E - PARA CONSTRUÇÃO	G - CONFORME CONSTRUÍDO			
	B - PARA APROVAÇÃO	D - PARA COTAÇÃO	F - CONFORME COMPRADO	H - CANCELADO			
Rev.	TE	Descrição	Por	Ver.	Apr.	Aut.	Data
00	A	Preliminar, para revisão	AO				13/07/2018
01	B	Revisão de normas	AO				10/09/2018
02	B	Versão Final	LT				26/09/2018



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares	
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Eletrocentro	REV. 02
		PÁGINA 3/8

ÍNDICE

A.	Introdução	4
A.1	Normas aplicáveis.....	4
A.2	Escopo de fornecimento	5
B.	Especificações Técnicas – Eletrocentro	6
B.1	Geral	6
B.2	Civil	6
B.3	Instalações Elétricas	7
B.3.1	QSA	7
B.3.2	Aterramento	7
B.3.3	SPDA	7
B.4	Equipamentos.....	7



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Eletrocentro	REV. 02	PÁGINA 4/8

A. Introdução

O objetivo desta especificação técnica é definir os parâmetros básicos do eletrocentro da planta fotovoltaica. A CONTRATADA deve seguir as diretrizes definidas neste documento para assegurar uma qualidade de trabalho aceitável. Todas as normas e diretrizes aplicáveis (como normas técnicas nacionais, regulamentos locais, normas de segurança, instruções dos fabricantes de equipamentos a serem montados) devem ser consideradas além desta especificação e os requisitos mínimos mais rigorosos devem ser respeitados pela CONTRATADA.

O empreiteiro é responsável por implementar os mais altos padrões profissionais e boas práticas durante elaboração do projeto e durante a construção da planta, incluindo também os testes e ensaios em loco e laboratórios. Todos os testes devem ser realizados de acordo com esta especificação e todas as normas aplicáveis. Todo o pessoal envolvido deve ser adequadamente experiente, o laboratório e todo o equipamento deve ser certificado.

Todas as atividades devem visar a plena funcionalidade da usina para uma vida útil de pelo menos 25 anos.

Todas as obras provisórias e todas as medidas para uma execução segura das obras são consideradas incluídas no escopo de trabalho da CONTRATADA.

A CONTRATADA deve usar somente a última revisão dos documentos de projeto na emissão “liberado para construção” (LPC) antes de iniciar qualquer atividade de construção. Os documentos da LPC devem ser devidamente endossados por um profissional registrado, conforme exigido pela regulamentação local aplicável.

Após a conclusão das obras, a CONTRATADA deve fornecer à CONTRATANTE os documentos "como construído" / “as built”.

A.1 Normas aplicáveis

Apenas as normas que são aceitas e aprovadas nacionalmente serão consideradas para Especificação dos equipamentos. A execução das instalações deverá seguir as exigências das normas da ABNT. Na falta desses foram adotados no todo, ou em parte, os parâmetros estabelecidos pelas normas internacionais.

As normas e códigos aqui mencionados deverão ser aplicados, em sua última edição, ao fornecimento de materiais, instalações, testes de performance e aceitação por parte da contratante ou seu representante legal. Em caso de divergências entre as normas, deverá ser aplicado o procedimento mais rigoroso.

A seguir estão as normas aplicáveis a esta especificação técnica, porém não se limitando a:

- ABNT NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimentos;



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Eletrocentro	REV. 02	PÁGINA 5/8

- ABNT NBR 14931 – Execução de estruturas de concreto – Procedimento;
- ABNT NBR 5410 – Execução de instalações elétricas de baixa tensão;
- ABNT NBR 5419: Proteção contra descargas atmosféricas – Parte 1 a 4;
- ABNT NBR ISSO 8995-1:2013 – Iluminância de ambientes de trabalho. Parte 1: Interior.

A.2 Escopo de fornecimento

A CONTRATADA é responsável pelo projeto técnico completo e pela construção de todos os itens relacionados ao eletrocentro do sistema fotovoltaico flutuante. A lista inclui, mas não se limita a:

- Civil;
- Instalações elétricas;
- Equipamentos;



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Eletrocentro	REV. 02	PÁGINA 6/8

B. Especificações Técnicas – Eletrocentro

B.1 Geral

No eletrocentro serão instalados todos os inversores, quadro de paralelismo, quadro de comunicação e central de alarmes. A construção será germinada com a subestação de transformação do sistema, que deve possuir as mesmas características civis.

O eletrocentro será dividido em dois ambientes. O primeiro será a sala de equipamentos, onde serão instalados todos os inversores e quadros, e o segundo o almoxarifado, onde serão armazenados todos os materiais sobressalentes e ferramentas de O&M.

B.2 Civil

O eletrocentro deve ser todo em alvenaria, com preferência para utilização de blocos de concreto oco de 14cm, pois oferece menor troca de calor com o ambiente externo. O pé direito deve ser de 3,0m e a cobertura do tipo laje impermeabilizada com capacidade de carga para instalação da antena GRPS.

O piso deve ser de concreto armado também impermeabilizado. A fundação deve ser conforme descrita no documento: “FVT.2018.079.MG.AEDAS.ET.Obras.Civis.R01”.

O eletrocentro deve dispor de apenas uma entrada a ser realizada pela sala do almoxarifado, sendo esta em porta de correr em tela metálica galvanizada ou com pintura eletrostática e dimensões mínimas de 2,70x2,10m. Deve possuir meio de fechamento por fechadura e/ou cadeado.

A ventilação deve ser feita por meio de janelas com distância máxima de 50cm do teto, de forma que não atrapalhe a instalação dos inversores e quadros. Todas as janelas devem ser em chapa de aço e assim como a entrada, possuir vedação contra entrada de poeira e insetos. Deve ser previsto pelo menos 4 janelas para ventilação do eletrocentro.

Canaletas de concreto devem ser construídas no piso conforme projeto para encaminhamentos dos cabos, com fechamento por grade metálica galvanizada a fogo. As espessuras de revestimentos das partes galvanizadas devem estar de acordo com a NBR 6323:2016.

O eletrocentro deve dispor de uma sala para armazenamento de materiais sobressalentes e ferramentas (almoxarifado). O acesso ao eletrocentro se dará pelo almoxarifado através de porta em chapa metálica galvanizada ou com pintura eletrostática e dimensão mínima de 0,8x2,10m e fechamento por fechadura e/ou cadeado. A sala também deve dispor de janelas para ventilação com as mesmas características citadas anteriormente.



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Eletrocentro	REV. 02	PÁGINA 7/8

B.3 Instalações Elétricas

O eletrocentro deve possuir sistema de iluminação adequado conforme especificações da norma “ABNT NBR ISSO 8995-1:2013 – Iluminância de ambientes de trabalho. Parte 1: Interior”, com lâmpadas LED e sistema de iluminação de emergência.

O mínimo de 4 tomadas devem ser instaladas em diversos pontos do eletrocentro. Todo o material referente as instalações elétricas devem ser de termoplástico auto extingüível.

B.3.1 QSA

Deve ser previsto a instalação de um QSA – Quadro de Serviços Auxiliares, contendo as proteções dos circuitos de iluminação e tomadas do eletrocentro, almoxarifado e subestação.

B.3.2 Aterramento

O sistema de aterramento do eletrocentro deve estar conectado a malha de aterramento da subestação por meio de cabo de cobre nu com seção de 50mm². O dimensionamento da malha de aterramento deve levar em consideração o estudo de resistividade do solo disponibilizado de forma a que se obtenha a menor resistência de aterramento possível.

Todas as partes metálicas dos componentes do eletrocentro, como carcaças, portas, janelas, estruturas, armações de ferro, para raios, tampas das canaletas, painéis, devem estar diretamente conectados a malha de aterramento por meio de cabo de cobre nu 25mm² no mínimo. Ferragem da parte civil também devem estar interligadas a malha de aterramento.

Todos os demais requisitos das normas ABNT NBR 5410 e ABNT NBR 5419, em suas últimas versões, devem ser seguidos integralmente.

B.3.3 SPDA

Um sistema de SPDA deve ser previsto para o eletrocentro a ser instalado na estrutura da antena GPRS. O sistema deve dispor de um captor, condutor de descida, isoladores e elementos de fixação. O SPDA deve estar diretamente conectado a malha de aterramento. Os padrões da norma ABNT NBR 5419 devem ser seguidos no dimensionamento do SPDA.

B.4 Equipamentos

No eletrocentro devem ser instalados todos os inversores do sistema fotovoltaico. Os inversores serão fixados nas paredes do eletrocentro onde, caso sejam considerados blocos de concreto ocos, todos os blocos que forem utilizados deverão estar preenchidos com concreto. Todas as recomendações de instalação de cada fabricante, como distâncias mínimas, materiais e forma de instalação devem ser seguidas especificamente para cada equipamento.



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares	
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Eletrocentro	REV. 02
		PÁGINA 8/8

Além dos inversores, o eletrocentro contará com:

- Quadro de Paralelismo CA: deve ser instalado sobre base de concreto com fundo falso na qual dará acesso a canaleta no piso por onde serão encaminhados os cabos CA até o barramento de baixa tensão na sala de transformação.
- Quadro de comunicação: Deve ser posicionado na parede ao lado dos inversores a uma altura compatível para seu manuseio. Para fixação devem ser utilizados chumbadores do tipo parabol de no mínimo ¼” com 4 pontos de fixação. Caso sejam considerados blocos ocios, os blocos que forem utilizados para fixação do equipamento devem ser preenchidos com concreto ainda durante a construção.
- Central de segurança: Destinada a armazenar todos os equipamentos do sistema de segurança. Pode ser instalada em estante ou diretamente na parede. Para ambos os casos utilizar chumbadores do tipo parabol de no mínimo ¼” (se estante fixar no chão e utilizar material impermeabilizante nós pés).



Sistema Fotovoltaico Flutuante

UFV Veredas Sol e Lares

Especificações Técnicas – Subestação 13,8kV e Ponto de Conexão

Município de Grão Mogol – Minas Gerais

Potência Nominal de 1,201 MWp (CC)

Data	26/09/2018
Revisão	R02
Status	Versão Final
Elaborado por	Amadeus Lincon de Oliveira
Responsável Técnico	Eng° Gustavo Garcia dos Reis, CREA: 124414/D



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – SE e Ponto de Conexão	REV. 02	PÁGINA 3/11

ÍNDICE

A.	Introdução	4
A.1	Normas aplicáveis.....	4
A.2	Escopo de fornecimento	5
B.	Especificações Técnicas	6
B.1	Geral	6
B.2	Subestação	6
B.2.1	Entrada da subestação	6
B.2.2	Medição.....	6
B.2.3	Proteção Geral de Média Tensão	7
B.2.4	Para-raios.....	7
B.2.5	Chaves Fusíveis.....	7
B.2.6	Chave Seccionadora	7
B.2.7	Disjuntor de Média Tensão	7
B.2.8	Banco de Capacitores	8
B.2.9	Transformador.....	8
B.2.10	Aterramento.....	9
B.2.11	Serviços auxiliares	9
B.2.12	Outros Equipamentos.....	9
B.3	Ponto de Conexão	10
C.	Considerações Finais	11

LISTA DE TABELAS

Tabela B-1: Requisitos dos Bancos de Capacitores	8
--	---



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – SE e Ponto de Conexão	REV. 02	PÁGINA 4/11

A. Introdução

O objetivo desta especificação técnica é definir os parâmetros básicos da subestação de entrada e de transformação da planta fotovoltaica, assim como a linha de média e o ponto de conexão ao sistema CEMIG. A CONTRATADA deve seguir as diretrizes definidas neste documento para assegurar uma qualidade de trabalho aceitável. Todas as normas e diretrizes aplicáveis (como normas técnicas nacionais, regulamentos locais, normas de segurança, instruções dos fabricantes de equipamentos a serem montados) devem ser consideradas além desta especificação e os requisitos mínimos mais rigorosos devem ser respeitados pela CONTRATADA.

A CONTRATADA é responsável por implementar os mais altos padrões profissionais e boas práticas durante elaboração do projeto e durante a construção da planta, incluindo também os testes e ensaios em loco e laboratórios. Todos os testes devem ser realizados de acordo com esta especificação e todas as normas aplicáveis. Todo o pessoal envolvido deve ser adequadamente experiente, o laboratório e todo o equipamento deve ser certificado.

Todas as atividades devem visar a plena funcionalidade da usina para uma vida útil de pelo menos 25 anos.

Todas as obras provisórias e todas as medidas para uma execução segura das obras são consideradas incluídas no escopo de trabalho da CONTRATADA.

A CONTRATADA deve usar somente a última revisão dos documentos de projeto na emissão "liberado para construção" (LPC) antes de iniciar qualquer atividade de construção. Os documentos da LPC devem ser devidamente endossados por um profissional registrado, conforme exigido pela regulamentação local aplicável.

Após a conclusão das obras, a CONTRATADA deve fornecer à CONTRATANTE os documentos "como construído" / "as built".

A.1 Normas aplicáveis

Apenas as normas que são aceitas e aprovadas nacionalmente serão consideradas para Especificação dos equipamentos. A execução das instalações deverá seguir as exigências das normas da ABNT. Na falta desses foram adotados no todo, ou em parte, os parâmetros estabelecidos pelas normas internacionais.

As normas e códigos aqui mencionados deverão ser aplicados, em sua última edição, ao fornecimento de materiais, instalações, testes de performance e aceitação por parte da contratante ou seu representante legal. Em caso de divergências entre as normas, deverá ser aplicado o procedimento mais rigoroso.

A seguir estão as normas aplicáveis a esta especificação técnica, porém não se limitando a:

- ND 2.2 – Instalações básicas de rede de distribuição;



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares	
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – SE e Ponto de Conexão	REV. 02
		PÁGINA 5/11

- ND 5.3 - Fornecimento de Energia Elétrica em Média Tensão Rede de Distribuição Aérea ou Subterrânea;
- ND 5.31 - Requisitos Para Conexão de Acessantes Produtores de Energia Elétrica ao Sistema de Distribuição da Cemig D – Média Tensão;
- Documento DE/CE-2087 - Instalação de Religador em Rede de Distribuição Rural;
- 20.000-OT/SE4-031e – Especificações técnicas: Religadores automáticos para subestação;

A.2 Escopo de fornecimento

A CONTRATADA é responsável pela construção de todos os itens relacionados a subestação e conexão do sistema fotovoltaico flutuante, conforme projeto executivo fornecido e aprovado previamente pela CONTRATANTE. A lista inclui, mas não se limita a:

- Subestação de transformação 13,8kV/380V;
- Subestação de entrada da planta em 13,8kV;
- Linha de média tensão até o ponto de conexão – 13,8kV;
- Conexão do sistema a rede CEMIG – 13,8kV;



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – SE e Ponto de Conexão	REV. 02	PÁGINA 6/11

B. Especificações Técnicas

B.1 Geral

O sistema fotovoltaico flutuante conta com uma subestação que elevará a tensão de 380V para 13,8kV. A subestação contará com todos os componentes mínimos para operação conforme requisitos da concessionária e presentes nessa especificação.

A subestação estará localizada a cerca de 75 metros do ponto de conexão e interligada por meio de uma linha de média tensão, onde não existem obstáculos no percurso. O ponto de conexão será uma estrutura TE em poste de madeira do alimentador UHST-02 que interliga a subestação da PCH Santa Marta a cidade de Francisco Sá.

B.2 Subestação

B.2.1 Entrada da subestação

A entrada da Subestação será feita através de ramal subterrâneo. O ramal deve ser com cabo de cobre unipolar isolado tipo XLPE ou EPR, classe 8,7/15 kV, dotados de blindagem semicondutora e metálica e com capa externa de PVC ou Polietileno. No trecho fora do solo da estrutura de transição os cabos serão protegidos mecanicamente até uma altura de 6 m, através de eletroduto de aço zincado, classe pesado, de diâmetro interno mínimo igual a 100 mm com proteção mecânica nas extremidades contra danificação do isolamento dos condutores. Da caixa de passagem junto ao poste de transição até a subestação os condutores serão protegidos por duto tipo PEAD com parede interna lisa com diâmetro de 3" e um duto reserva deve ser instalado. Os dutos deverão ser envoltos por areia fina com uma camada de 5 cm de espessura e cobertos por uma camada de 70 cm de solo compactado, onde, 10 cm abaixo do solo deve ser instalada fita de sinalização e 5 cm acima dos dutos deve haver uma placa de concreto sinalizada.

Os barramentos de média tensão dentro da subestação serão com vergalhão de cobre com diâmetro mínimo de 3/8" e pintados nas seguintes cores:

- FASE A: Vermelha
- FASE B: Branca
- FASE C: Marrom
- NEUTRO: Azul

B.2.2 Medição

A Medição será através de medição indireta em média tensão em compartimento específico na subestação abrigada. Os TPs e TCs de medição serão fornecidos pela CEMIG e instalados em cavalete



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – SE e Ponto de Conexão	REV. 02	PÁGINA 7/11

específico para tal. Os cabos que ligam os secundários dos transformadores de medição deverão ser protegidos por eletroduto aparente até a caixa de medição.

B.2.3 Proteção Geral de Média Tensão

Para a proteção em média tensão deverão ser utilizados para-raios, chaves fusíveis, chaves seccionadoras e disjuntor de média tensão.

B.2.4 Para-raios

Deverão ser instalados para-raios na estrutura de transição da rede aérea para rede subterrânea. Os para-raios devem ser de óxido de zinco com invólucro polimérico tipo distribuição, tensão nominal 12 kV, corrente de descarga 10 kA, NBI 95 kV.

B.2.5 Chaves Fusíveis

Serão instaladas no poste da estrutura de transição da rede aérea para subterrânea chaves fusíveis de tensão nominal 15 kV, tensão nominal suportável de impulso 95 kV, corrente nominal 200 A, Capacidade de interrupção assimétrica 10 kA com elos de 140K.

B.2.6 Chave Seccionadora

A subestação deve ter instalada uma chave seccionadora tripolar após a medição e antes do disjuntor de média tensão e outra após o disjuntor e antes do transformador. As características da chave são abertura sem carga, uso interno, classe de tensão 15 kV, corrente nominal 200 A, corrente de curta duração valor eficaz 12,5 kA, valor de crista 32 kA, tensão suportável à frequência industrial 38 kV, tensão suportável de impulso atmosférico 95 kV. Deve ser provida de bloqueio mecânico (cadeado), além do punho, varão de manobra e indicador mecânico de posicionamento dos contatos ("aberta" ou "fechada"). Ao lado do dispositivo de manobra desta chave deve ser instalada placa com os dizeres "CUIDADO ESTA CHAVE NÃO DEVE SER OPERADA EM CARGA".

B.2.7 Disjuntor de Média Tensão

Será instalado um disjuntor tripolar de média tensão na subestação após a medição e antes do transformador. As características do disjuntor são: uso interno, à vácuo, classe de tensão 17,5 kV, corrente nominal 300 A, capacidade de interrupção simétrica 10 kA, tensão suportável à frequência industrial 38 kV, tensão suportável de impulso atmosférico 95 kV, com relé secundário de proteção microprocessado, com as funções ANSI 50/51 e 50/51N, com fonte capacitiva e trip capacitivo, com TCs de proteção incorporados (uso interno, relação nominal 300:5), com TPs de proteção incorporados (uso interno, relação nominal 13800:115).

PROJETO		
USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	REV.	PÁGINA
ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – SE e Ponto de Conexão	02	8/11

B.2.8 Banco de Capacitores

O banco de capacitores a ser utilizado na compensação reativa da usina deve atender às especificações expressas na Tabela B-1.

Tabela B-1: Requisitos dos Bancos de Capacitores

Item	Descrição	Un.	Requisito
1	Normas		
1.1	Condensadores de potência para montagem em paralelo, auto regenerativas, destinados a sistemas de corrente alternada, de tensão estipulada inferior ou igual a 1.000V - Parte 1 e 2	-	IEC 60831-1/2
1.2	UL 810 Capacitores	-	UL 810
1.3	Capacitores de potência	-	NBR 5282
2	Características Elétricas		
2.1	Perda máxima	W/kvar	0,5
2.2	Atmosfera	-	Não agressivo
2.3	Elevação de Temperatura Máxima	°C	0°C ... 55°C

Os terminais de conexão do banco de capacitores devem ser de cobre. O disjuntor de baixa tensão principal deve ter corrente nominal superior a 135% da corrente nominal do banco de capacitores. O banco de capacitores deve suportar sobrecarga de 135% em regime permanente e sobretensões em regime permanente em 110%. As unidades capacitivas devem ser auto regenerativas, com alta resistência de isolamento. O banco deve ser conectado em Delta. Resistores de descarga devem atender aos requerimentos UL/CSA. O dimensionamento dos capacitores deve ser realizado no projeto executivo e de forma a compensar a potência reativa consumida pelo transformador quando este operar em vazio.

O encapsulamento no qual residirá o capacitor deverá ser independente do mesmo, e deve possuir terminal de aterramento, olhais removíveis e uma porta com dobradiça. Deve ser de uso em aplicações internas. A porta deve poder ser fechada a chave. Os equipamentos de controle, proteção e monitoração devem ser montados na porta, em acordo com a NPFA70E.

B.2.9 Transformador

Dois transformadores trifásicos serão utilizados, sendo que devem ser à seco, para uso interno, potência nominal de 750 kVA cada um, classe de tensão 15 kV 60 Hz, tensão primária 13,8 kV, tensão secundária 380 V, primário em estrela com neutro aterrado (lado CEMIG) e secundário em delta (lado acessante).

Os cabos que serão utilizados no secundário do transformador serão cabos de cobre isolamento EPR classe de tensão 0,6/1 kV 90°C, seção nominal 3 x (4 x 240mm²), os condutores serão instalados dentro de canaletas no solo com grandes ventiladas até o barramento de baixa tensão (380V), que por sua vez fará o paralelismo dos transformadores e será conectado ao quadro de proteção geral de baixa tensão (quadro de paralelismo dos inversores).



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – SE e Ponto de Conexão	REV. 02	PÁGINA 9/11

B.2.10 Aterramento

Devem ser utilizados, no mínimo, 12 hastes de aterramento. A distância entre as hastes deve ser de no mínimo 2,4 metros e ter disposição retangular. As hastes devem ser conectadas entre si por cabo de cobre nu com seção de 50 mm². A malha de aterramento deve ter o menor valor de resistência possível, de acordo com a resistividade do solo local.

As hastes de aterramento devem ser cantoneiras de aço zincado, com comprimento de 2,4 m, conforme a norma ND - 5.3 da CEMIG. As hastes devem ser cravadas no solo com sua extremidade superior acessível para inspeção dentro de uma cava, com o topo de cada haste situada abaixo da linha de acabamento do piso. Cada cava deve ser revestida por argamassa ou tubo de PVC e protegida com tampa de concreto ou ferro fundido, que deve ficar no mesmo nível do piso.

As partes metálicas de todo os componentes da subestação (carcaças de equipamentos, portas, janelas, painéis, para-raios, etc.) deverão ser conectados diretamente a malha de aterramento através de cabo de cobre nu, rígido e bitola mínima de 25mm² através de solda exotérmica ou conector apropriado.

Além dos pontos de acesso a malha, devem ser previstos rabichos de no mínimo 500mm em vários pontos da subestação para prover o aterramento dos componentes metálicos. A ferragem da parte civil deve ser interligada a malha de aterramento.

B.2.11 Serviços auxiliares

Deve ser previsto um sistema de serviços auxiliares para a alimentação elétrica dos recintos da usina. O sistema deve ter capacidade para alimentar toda a carga auxiliar da usina (iluminação, tomadas, nobreak, estação solarimétrica, sistema de monitoramento, etc.). O transformador deve ser conectado após o disjuntor de média tensão e antes da derivação dos transformadores.

O sistema deve dispor de um quadro geral de baixa tensão para acomodar as proteções de cada circuito auxiliar. O quadro deve ser posicionado na sala de inversores.

Os circuitos auxiliares devem ser divididos em circuitos do eletrocentro e circuitos da subestação (EX: Iluminação do eletrocentro, Iluminação da subestação, etc.)

B.2.12 Outros Equipamentos

- a) Postes: O poste da estrutura de transição para o ramal subterrâneo será B600 de 10,5 m.
- b) Eletrodutos: Os eletrodutos do ramal subterrâneo de média tensão serão embutidos no solo, a uma profundidade de 80 cm, no mínimo, até chegarem na subestação. Nas emendas de eletroduto, deverão ser empregadas luvas apropriadas.

Os eletrodutos deverão estar completamente limpos e sem umidade quando da passagem de condutores elétricos pelos mesmos.



PROJETO		
USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	REV.	PÁGINA
ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – SE e Ponto de Conexão	02	10/11

B.3 Ponto de Conexão

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) devem ser seguidas. A especificações da estrutura que comporta o religador e a derivação da conexão presentes na ND-2.2 também devem ser seguidas.



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – SE e Ponto de Conexão	REV. 02	PÁGINA 11/11

C. Considerações Finais

Todos materiais e equipamentos utilizados nas instalações elétricas, deverão atender às normas da ABNT e CEMIG.

Conforme exigências da NR-10 do MTE e da NBR 5410/2004 a respeito das instalações elétricas projetadas, temos que:

- Para proteção contra choques elétricos (básica e supletiva) foram previstas a instalação de isolamento das partes vivas através de barreiras/obstáculos nos quadros de distribuição (tampas de metal/acrílico);
- Serão utilizados, para proteção suplementar dispositivos de proteção contra surtos transitórios de tensão DPS para proteção de pessoas e equipamentos, nos locais indicados pela NBR 5410;
- Todos os dispositivos de manobra dos circuitos elétricos terão indicação de posição (Verde-“D”, desligado e Vermelho-“L”, ligado);
- Os circuitos elétricos e equipamentos, incluindo dispositivos de manobra, de controle, de proteção, e os próprios equipamentos e suas estruturas serão identificados fisicamente;
- Nos quadros de distribuição, caixas de passagem e medição serão instaladas placas indicando restrição e advertência quanto ao acesso de pessoas;
- Todos os dispositivos de proteção estão em compatibilidade com a instalação elétrica, com as correntes de curto-circuito/de sobrecarga e capacidade de condução dos condutores;
- A equipotencialização das instalações/equipamentos será realizada através de um barramento de equipotencialização principal (BEP), ligado a uma malha de aterramento cuja resistência deverá ter no máximo 10 Ω em qualquer época do ano. Tal malha deverá estar compatível com o exigido para proteção contra choques elétricos e equipamentos.



Sistema Fotovoltaico Flutuante

UFV Veredas Sol e Lares

Especificações Técnicas – Sistema de Vigilância Eletrônico

Município de Grão Mogol – Minas Gerais

Potência Nominal de 1,201 MWp (CC)

Data	26/09/2018
Revisão	R02
Status	Versão Inicial
Elaborado por	Amadeus Lincon de Oliveira
Responsável Técnico	Eng° Gustavo Garcia dos Reis, CREA: 124414/D



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Solares	
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Sistema de Vigilância Eletrônico	REV. 02
		PÁGINA 3/12

ÍNDICE

A.	Introdução	5
A.1	Normas aplicáveis.....	5
A.2	Escopo de fornecimento	6
B.	Especificações Técnicas – Segurança	7
B.1	Geral	7
B.2	Sistema de Vídeo-Vigilância - CFTV	8
B.3	Sistema de controle de intrusão pela cerca	10
B.4	Sensores de presença.....	10
B.5	Central de alarmes	11
B.6	Módulo de comunicação.....	11



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Solares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Sistema de Vigilância Eletrônico	REV. 02	PÁGINA 4/12

LISTA DE FIGURAS

Figura B-1 – Sistema de vigilância eletrônico.....	7
--	---



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Solares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Sistema de Vigilância Eletrônico	REV. 02	PÁGINA 5/12

A. Introdução

O objetivo desta especificação técnica é definir os parâmetros básicos do sistema de vigilância eletrônico da planta fotovoltaica. A CONTRATADA deve seguir as diretrizes definidas neste documento para assegurar uma qualidade de trabalho aceitável. Todas as normas e diretrizes aplicáveis (como normas técnicas nacionais, regulamentos locais, normas de segurança, instruções dos fabricantes de equipamentos a serem montados) devem ser consideradas além desta especificação e os requisitos mínimos mais rigorosos devem ser respeitados pela CONTRATADA.

A CONTRATADA é responsável por implementar os mais altos padrões profissionais e boas práticas durante elaboração do projeto e durante a construção da planta, incluindo também os testes e ensaios em loco e laboratórios. Todos os testes devem ser realizados de acordo com esta especificação e todas as normas aplicáveis. Todo o pessoal envolvido deve ser adequadamente experiente, o laboratório e todo o equipamento deve ser certificado.

Todas as atividades devem visar a plena funcionalidade da usina para uma vida útil de pelo menos 25 anos.

Todas as obras provisórias e todas as medidas para uma execução segura das obras são consideradas incluídas no escopo de trabalho da CONTRATADA.

A CONTRATADA deve usar somente a última revisão dos documentos de projeto na emissão “liberado para construção” (LPC) antes de iniciar qualquer atividade de construção. Os documentos da LPC devem ser devidamente endossados por um profissional registrado, conforme exigido pela regulamentação local aplicável.

Após a conclusão das obras, a CONTRATADA deve fornecer à CONTRATANTE os documentos "como construído" / “as built”.

A.1 Normas aplicáveis

Apenas as normas que são aceitas e aprovadas nacionalmente serão consideradas para Especificação dos equipamentos. A execução das instalações deverá seguir as exigências das normas da ABNT. Na falta desses foram adotados no todo, ou em parte, os parâmetros estabelecidos pelas normas internacionais.

As normas e códigos aqui mencionados deverão ser aplicados, em sua última edição, ao fornecimento de materiais, instalações, testes de performance e aceitação por parte da contratante ou seu representante legal. Em caso de divergências entre as normas, deverá ser aplicado o procedimento mais rigoroso.

A seguir estão as normas aplicáveis a esta especificação técnica, porém não se limitando a:

- NBR 5410 - Execução de instalações elétricas de baixa tensão;
- NBR 5471 - Condutores Elétricos;



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Solares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Sistema de Vigilância Eletrônico	REV. 02	PÁGINA 6/12

- NBR 14565 – Normas de Cabeamento Estruturado para Rede Interna de Telecomunicações;
- NBR 5474 - Eletrotécnica e Eletrônicos - conectores elétricos;

A.2 Escopo de fornecimento

A CONTRATADA é responsável pelo projeto técnico completo e pela construção de todos os itens relacionados ao sistema de segurança do sistema fotovoltaico flutuante. A lista inclui, mas não se limita a:

- Sistema de vídeo-vigilância - CFTV;
- Sistema de controle de intrusão pela cerca;
- Sensores de presença;
- Central de alarmes;
- Módulo de comunicação;

B. Especificações Técnicas – Segurança

B.1 Geral

O sistema de segurança do sistema fotovoltaico flutuante deve utilizar pelo menos três métodos de vigilância. O primeiro deles o de vídeo-vigilância, o segundo por um sistema de controle de intrusão pela cerca e o terceiro por sensores de presença na sala de inversores (eletrocentro) e subestação.

Todos os seus componentes devem estar integrados a uma central que deve possuir:

- DVR: para gerenciamento das câmeras;
- Central de alarme: para gerenciamento dos sensores de intrusão e de presença;
- Módulo de comunicação: para envio de informações do sistema de segurança via 3G/4G;

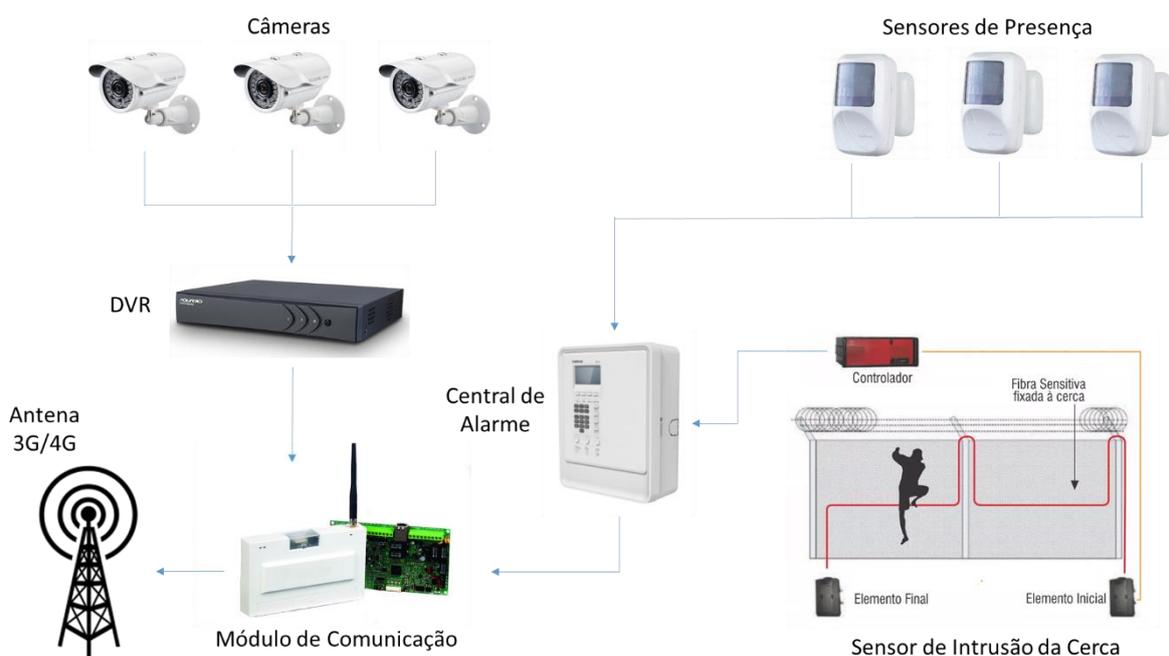


Figura B-1 – Sistema de vigilância eletrônico

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Solares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Sistema de Vigilância Eletrônico	REV. 02	PÁGINA 8/12

B.2 Sistema de Vídeo-Vigilância - CFTV

O sistema fotovoltaico flutuante deve ser equipado com um sistema de vídeo-vigilância com pelo menos cinco câmeras que tenham visão dos seguintes pontos:

- Portão de acesso;
- Área externa/entrada do eletrocentro;
- Área interna do eletrocentro;
- Área externa/entrada da subestação;
- Flutuadores;

Pode-se dividir as câmeras em dois grupos: para uso interno e para uso externo. As câmeras para uso interno devem ter as seguintes características:

- Câmera tipo dome ou bullet;
- Sensor de 1/3" ou maior;
- Resolução: 640x480 ou maior;
- Sistema dia/noite automático;
- Compensação de luz de fundo automática;
- Balanço de branco automático;
- Tipo de lente: fixa de 3", 4" ou varifocal;
- Compressão de vídeo mínima: H.264 e MJPEG;
- Funções remotas via software: monitoramento, configurações total da câmera, informações sobre os registros da câmera, atualização de firmware.
- Acesso via múltiplo usuários mediante senha.
- Possuir interface com rede Ethernet 100 Base-T;
- Possuir porta RS-232, RS-485 ou 422 para transmissões seriais;

Já para a área externa, as câmeras devem ter as seguintes características:

- Câmera tipo dome ou bullet;
- Sensor de ¼" ou maior;
- Resolução: 800x600 ou maior;
- Sistema dia/noite automático;
- Compensação de luz de fundo automática;

PROJETO

USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Solares

TÍTULO

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Sistema de Vigilância Eletrônico

REV.

02

PÁGINA

9/12

- Balanço de branco flexibilizando a regulagem de exposição de luz;
- Lente de íris e desfocalização automática, com tolerância máxima nas medidas de 5% para mais ou para menos, totalizando um Zoom óptico de no mínimo 26X e zoom digital de 10x;
- Compressão de vídeo mínima: H.264 e MJPEG;
- Pan-tilt de alcance 360° com velocidade variável;
- Possuir interface com rede Ethernet 100 Base-T;
- Possuir porta RS-232, RS-485 ou 422 para transmissões seriais;
- Funções remotas via software: monitoramento, configurações total da câmera, informações sobre os registros da câmera, atualização de firmware.
- Acesso via múltiplo usuários mediante senha.

O conjunto de câmeras deve estar conectado ao DVR localizado na central de monitoramento no interior da sala de inversores. Este equipamento deve ter as seguintes características mínimas:

- Suportar pelo menos dois discos rígidos do tipo SATA (sendo que dois HDs de 1TB já devem estar incluso no fornecimento);
- Permitir simultaneamente a visualização em tempo real e gravação;
- Opção para gravação de imagens em qualidade diferente das imagens transmitidas pela rede;
- Algoritmo de compressão H.264 ou MJPEG;
- Reprodução simultânea de todos os canais sem parar a gravação;
- Pelo menos uma (01) saída HDMI.
- Permitir visualização ao vivo, gravação, reprodução, backup e acesso remoto através do software cliente e web browser.
- Permitir operação remota: monitoramento, configuração total do sistema, reprodução, download de arquivos gravados, informações sobre registros.
- Possuir modo de gravação por detecção de movimento, configurável por canal de vídeo.
- Padrão de vídeo NTSC ou PAL (Selecionável);
- Fonte de alimentação: 110-240 VAC, 50/60 Hz (automático) interna.
- Interface de rede: 10/100/1000 Mbps.
- Interface USB: 2 portas sendo 1 para o mouse e 1 backup- USB 2.0.
- Detecção de mascaramento de câmera.
- Modo de busca: Hora/data com precisão de segundos, por tipo de evento.
- Montagem: Mesa ou rack (pés de borracha inclusos).

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Solares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Sistema de Vigilância Eletrônico	REV. 02	PÁGINA 10/12

- Detecção de perda de vídeo.
- Reprodução: Reprodução, pausa, parar, retrocesso, reprodução rápida e lenta, próximo arquivo, arquivo anterior, troca de canal, tela cheia, repetição aleatória, seleção do arquivo para back-up.

B.3 Sistema de controle de intrusão pela cerca

Além do sistema CFTV, a planta deve dispor de um sistema de controle de intrusão pela cerca que deve detectar qualquer tipo de escalada, corte ou levantamento da mesma em todo o seu perímetro, incluindo os portões.

O sistema deve estar conectado a central de alarmes para que um sinal de alerta seja enviado assim que detectado qualquer tipo de anomalia (seja por intrusão ou defeito do sistema). O sistema deve prover de meios que diminuam os efeitos de alarmes falsos.

O sistema de intrusão deve também prover de uma interface que possibilite a identificação do ponto onde foi detectado a anomalia. Todo o evento detectado deve ser registrado e armazenado com data, horário e local do ocorrido.

A comunicação do sistema de intrusão deve ser feita pelo protocolo MODBUS. Outros protocolos podem ser adotados, desde que sejam compatíveis com a central de alarmes e seja previamente aprovada pelo CONTRATANTE.

B.4 Sensores de presença

Os recintos referentes ao eletrocentro, almoxarifado e subestação de energia devem estar equipados com sensores de presença.

Os sensores devem ser instalados em locais estratégicos, onde possa haver circulação de intrusos e que não sejam captadas nenhuma fonte de calor, ventoinhas, janelas expostas ao sol ou locais com variações bruscas de temperatura.

Podem ser utilizados tanto sensores de infravermelho (PIR – Passive Infrared Detector) quanto sensores de micro-ondas, desde que componente escolhido minimize ao máximo a ocorrência de alarmes falsos.

Os sensores de presença devem também estar conectados a central de alarme para que assim que ativados um alerta seja enviado ao supervisor. Um alarme local em forma de sirene também deve ser instalado junto aos sensores de presença.

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Solares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Sistema de Vigilância Eletrônico	REV. 02	PÁGINA 11/12

B.5 Central de alarmes

A central de alarmes estará localizada na central de monitoramento junto ao DVR e tem por função gerenciar os alarmes de intrusão e de presença. As principais características da central são:

- Central de gerenciamento local para 08 zonas;
- Zonas programáveis como: instantânea, 24 horas (audível ou não), seguidora nos retardos de entrada e/ou saída e zona inteligente (dispara o sistema somente após o segundo sinal do sensor, dentro de um intervalo de tempo programado);
- Saída individual para sirene, reconhecimento de tamper programável, aviso sonoro na sirene de arme e desarme programável (on/off);
- Saídas programáveis por horário ou evento (arme, desarme, abertura de zona, etc.);
- Auto arme programável por horário ou por não detecção de qualquer sinal do sensoriamento em um determinado intervalo de tempo também programável;
- Supervisão de corte de linha de hora em hora;
- Interação remota total com o painel (download/upload de programação, arme, desarme, etc.);
- Registro de pelo menos 200 eventos com data e hora;
- Mínimo de 2 saídas programáveis por evento;
- Arme por controle remoto (keyswitch) programável (total ou parcial);
- Função Hard watchdog, a central deverá reiniciar o sistema automaticamente caso haja qualquer problema.
- Teclado para interface com o painel (para inserir programação, cadastrar usuários, arme, desarme, etc.);

B.6 Módulo de comunicação

O módulo de comunicação também estará localizado na central de monitoramento, junto ao DVR e a central de alarmes. Este equipamento deve ter no mínimo:

- Módulo comunicador universal para painéis de alarme monitoráveis, transmitindo os eventos via 3G/4G;
- Capacidade de reportar todos os eventos da Central de Alarme;
- Métodos para envio de eventos: 3G/4G;
- 2 entradas (setores);
- Supervisão Periódica da Central de Alarme, com evento definido pelo programador;



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Solares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Sistema de Vigilância Eletrônico	REV. 02	PÁGINA 12/12

- Programação Remota; Detector de Falha de Link Ethernet (com envio de evento);
- Permite a programação de IP destino Backup;
- Permite o bloqueio de sinais via MAC Address (Software Receiver IP);
- Intervalo de Supervisão com tempo programável;
- Reporta Falha no módulo celular;
- Reporta Falha ou Bloqueio do SIM CARD;
- Visualização do nível de sinal via Software Programador.



Sistema Fotovoltaico Flutuante

UFV Veredas Sol e Lares

Especificações Técnicas – Quadros Elétricos

Município de Grão Mogol – Minas Gerais

Potência Nominal de 1,201 MWp (CC)

Data	26/09/2018
Revisão	R02
Status	Versão Final
Elaborado por	Amadeus Lincon de Oliveira
Responsável Técnico	Engº Gustavo Garcia dos Reis, CREA: 124414/D



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Quadros Elétricos	REV. 00	PÁGINA 3/11

ÍNDICE

A.	Introdução	5
A.1	Normas aplicáveis.....	5
A.2	Escopo de fornecimento	6
B.	Especificações Técnicas – Quadros Elétricos.....	7
B.1	Geral	7
B.2	String boxes – Caixas de Junção CC.....	7
B.2.1	Quadro.....	7
B.2.2	Chave Seccionadora	8
B.2.3	Dispositivo de proteção contra surtos (DPS).....	8
B.2.4	Borne de junção	8
B.2.5	Fusíveis e porta-fusíveis	8
B.2.6	Monitoramento	9
B.2.7	Cabos	9
B.3	Quadro de paralelismo dos inversores.....	9
B.3.1	Quadro.....	10
B.3.2	Disjuntores	10
B.3.3	Chave Seccionadora	10
B.3.4	Barramentos.....	10
B.3.5	Dispositivo de proteção contra surtos (DPS).....	10
B.3.6	Medidor de energia.....	11
B.4	Quadro de monitoramento da planta	11



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Quadros Elétricos	REV. 00	PÁGINA 4/11

LISTA DE TABELAS

Tabela B-1: Características do quadro de paralelismo..... 9

LISTA DE FIGURAS

Figura B-1 - Fluxograma de monitoramento para o sistema flutuante 11



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Quadros Elétricos	REV. 00	PÁGINA 5/11

A. Introdução

O objetivo desta especificação técnica é definir os parâmetros básicos dos quadros elétricos da planta fotovoltaica. A CONTRATADA deve seguir as diretrizes definidas neste documento para assegurar uma qualidade de trabalho aceitável. Todas as normas e diretrizes aplicáveis (como normas técnicas nacionais, regulamentos locais, normas de segurança, instruções dos fabricantes de equipamentos a serem montados) devem ser consideradas além desta especificação e os requisitos mínimos mais rigorosos devem ser respeitados pela CONTRATADA.

A CONTRATADA é responsável por implementar os mais altos padrões profissionais e boas práticas durante elaboração do projeto e durante a construção da planta, incluindo também os testes e ensaios em loco e laboratórios. Todos os testes devem ser realizados de acordo com esta especificação e todas as normas aplicáveis. Todo o pessoal envolvido deve ser adequadamente experiente, o laboratório e todo o equipamento deve ser certificado.

Todas as atividades devem visar a plena funcionalidade da usina para uma vida útil de pelo menos 25 anos.

Todas as obras provisórias e todas as medidas para uma execução segura das obras são consideradas incluídas no escopo de trabalho da CONTRATADA.

A CONTRATADA deve usar somente a última revisão dos documentos de projeto na emissão “liberado para construção” (LPC) antes de iniciar qualquer atividade de construção. Os documentos da LPC devem ser devidamente endossados por um profissional registrado, conforme exigido pela regulamentação local aplicável.

Após a conclusão das obras, a CONTRATADA deve fornecer à CONTRATANTE os documentos "como construído" / “as built”.

A.1 Normas aplicáveis

Apenas as normas que são aceitas e aprovadas internacionalmente serão consideradas para Especificação dos equipamentos. A execução das instalações deverá seguir as exigências das normas da ABNT. Na falta desses foram adotados no todo, ou em parte, os parâmetros estabelecidos pelas normas internacionais.

As normas e códigos aqui mencionados deverão ser aplicados, em sua última edição, ao fornecimento de materiais, instalações, testes de performance e aceitação por parte da contratante ou seu representante legal. Em caso de divergências entre as normas, deverá ser aplicado o procedimento mais rigoroso.

A seguir estão as normas aplicáveis a esta especificação técnica, porém não se limitando a:

- IEC 60529 – Graus de proteção providos por invólucos;



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares	
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Quadros Elétricos	REV. 00
		PÁGINA 6/11

- IEC 60695-2-13 – Ensaio ao risco de fogo;
- ABNT NBR 5410 – Execução de instalações elétricas de baixa tensão;
- ABNT NBR 5459 – Manobra e proteção de circuitos – Terminologia;
- ABNT NBR 6146 – Invólucros e equipamentos elétricos – Proteção;
- ABNT NR 10 – Segurança em instalações e serviços com eletricidade;
- CLC/TS 50539-12:2013 – Dispositivos de proteção contra surtos;

A.2 Escopo de fornecimento

A CONTRATADA é responsável pelo projeto técnico completo e pelo fornecimento de todos os quadros do sistema fotovoltaico flutuante. A lista inclui, mas não se limita a:

- String boxes – Junção das strings – Corrente CC;
- Quadro de paralelismo dos inversores – Corrente CA;
- Quadro de monitoramento da planta;



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Quadros Elétricos	REV. 00	PÁGINA 7/11

B. Especificações Técnicas – Quadros Elétricos

B.1 Geral

O projeto do sistema fotovoltaico flutuante prevê a instalação de três tipos de quadros elétricos: as string boxes, caixa de paralelismo dos inversores e quadro de monitoramento. As string boxes serão responsáveis pela junção das strings de cada subsistema, portanto possuirão características diferentes conforme cada necessidade.

O quadro de paralelismo fará a junção dos circuitos CA dos inversores fotovoltaicos para conexão ao transformador da subestação. O quadro será provido também das proteções individuais e comuns de cada circuito.

Já o quadro de monitoramento aloca o datalogger da planta, que será responsável por gerenciar todos os dados de monitoramento do sistema. O quadro também proverá de todas as devidas proteções e sistemas de alimentação necessários para o seu funcionamento.

A seguir estão as especificações de cada tipo de equipamento.

B.2 String boxes – Caixas de Junção CC

Existem um total de 5 subsistemas na planta fotovoltaica, portanto serão necessários 5 tipos diferentes de string boxes. O primeiro tipo corresponde ao subsistema de módulos cristalinos, o segundo a módulos cristalinos *double glass*, o terceiro a módulos de filme fino de Telureto de Cadmo (CdTe), o quarto a módulos de filme fino de Disseleneto de Cobre e Índio (CIS) e quinto tipo aos módulos orgânicos (OPV).

As string boxes devem acomodar todos os sistemas de proteção das strings contendo, fusíveis e porta fusíveis, DPS específico para aplicação, chave seccionadora geral, bornes de conexão e sistema de monitoramento.

As especificações de cada componente estão a seguir.

B.2.1 Quadro

O quadro das string boxes deve ser de material termoplástico auto extingüível com resistência a temperatura de 750°C, conforme IEC 60695-2-11. Deve possuir grau de proteção IP 66 ou superior. Deve prover de prensa cabos na parte inferior com graus de proteção IP68.

Suas dimensões devem proporcionar a acomodação de todos os equipamentos conforme o tipo de cada string box e permitir o manuseio de seus componentes sem interferências.

Outros tipos de materiais podem ser utilizados desde que seja aprovado previamente pelo CONTRATANTE.

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Quadros Elétricos	REV. 00	PÁGINA 8/11

B.2.2 Chave Seccionadora

Cada tipo de string box deve possuir uma chave seccionadora no circuito de saída, conforme IEC 60364-7-712. A chave deve ser bipolar e projetada para tensão máxima de circuito aberto das séries fotovoltaicas em paralelo na temperatura de -10°C. Sua capacidade de corrente deve ser pelo menos 125% da corrente de curto-circuito das séries.

B.2.3 Dispositivo de proteção contra surtos (DPS)

As string boxes devem ser dotadas de um dispositivo de proteção contra surto (DPS) tipo 2, tensão de operação compatível com a tensão máxima dos módulos e próprio para aplicação fotovoltaica. As demais características deste equipamento devem estar previstas no projeto executivo.

B.2.4 Borne de junção

Deve ser previsto um borne de distribuição para realizar o paralelismo das strings fotovoltaicas. O borne deve ter capacidade de conexão de todas as strings da caixa conforme cada tipo. A tensão de operação deve ser compatível com a das strings fotovoltaicas e a capacidade de condução de corrente deve ser superior à da chave seccionadora.

B.2.5 Fusíveis e porta-fusíveis

Os fusíveis de proteção das string box devem ser do tipo cilíndrico gPV, próprio para aplicação em sistemas fotovoltaicos. Sua dimensão deve ser 10,3x38mm. Sua tensão de operação e sua capacidade de corrente deve ser dimensionada conforme IEC/TS 62548, onde:

$$I_n > 1,5 \times I_{SC_MOD}$$

$$I_n < 2,4 \times I_{SC_MOD}$$

Isc é a corrente de curto circuito do módulo;

In é a corrente nominal do fusível;

Os porta-fusíveis também devem ser próprios para aplicação fotovoltaica e compatíveis com os fusíveis dimensionados. A tensão de operação mínima deve ser compatível com a das séries fotovoltaica e a corrente nominal igual ou superior a 32A.

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Quadros Elétricos	REV. 00	PÁGINA 9/11

B.2.6 Monitoramento

As string boxes devem apresentar um sistema de monitoramento das variáveis de entrada, saída e condições dos equipamentos conforme as especificações técnicas:

- “FVT.2018.079.MG.AEDAS.ET.Monitoramento.R01”

B.2.7 Cabos

O cabeamento dos circuitos de potência das string boxes devem ser próprios para aplicação fotovoltaica, sendo cabo unipolar de cobre estanhado, têmpera mole, dupla isolamento e tensão de operação de 1000V ou 1800V, conforme tensão das strings. Isolação em composto termofixo HEPR e cobertura XLPE. Temperatura máxima de operação do condutor de 120°C. Todos os cabos devem estar de acordo com especificações das normas UL4703 e TUV 2 Pfg 1169/08.2007.

B.3 Quadro de paralelismo dos inversores

O quadro de paralelismo tem por função fazer a junção de todos os circuitos dos inversores fotovoltaicos. Presentes no quadro temos as proteções de cada circuito realizada por meio de disjuntores, além de, chave seccionadora geral, dispositivo de proteção contra surtos, barramentos de cobre e medidor de energia.

Suas principais características estão listadas na Tabela B-1.

Tabela B-1: Características do quadro de paralelismo

Características do Quadro de Paralelismo	
Item	Característica
Tensão Nominal	380 Vac
Corrente Máxima	Somatórias das correntes máximas de todos os inversores
Chave de seccionamento sob carga	Sim
Proteção contra surtos (DPS)	Tipo 2
Barramentos	Cobre isolado
Grau de proteção	Igual ou superior a IP 55
Classe de proteção	Mínimo II isolamento duplo

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Quadros Elétricos	REV. 00	PÁGINA 10/11

B.3.1 Quadro

O quadro deve ser em chapa de aço com espessura 2,65mm e porta dupla. Deve possuir grau de proteção IP 55 ou superior. Laterais, tampas e portas devem ser no mínimo em chapa 1,5mm e possuir reforços para aumentar a resistência. Pintura deve ser eletrostática em pó poliéster.

Suas dimensões devem proporcionar a acomodação de todos os equipamentos e permitir o manuseio de seus componentes sem interferências.

O quadro deve dispor de proteção contra contato direto aos barramentos de forma que os mesmos só possam ser acessados quando a chave seccionadora estiver desligada.

B.3.2 Disjuntores

Devem ser utilizados disjuntores termomagnéticos bifásicos e trifásicos para tensão de 380V ou 220V, 50/60HZ e corrente nominal de acordo com a corrente máxima de cada inversor. A atuação dos disjuntores deve ocorrer por sobrecarga, curto-circuito ou por subtensão.

Cada inversor do sistema deve possuir em disjuntor associado no quadro de paralelismo.

B.3.3 Chave Seccionadora

O quadro de paralelismo deve dispor de uma chave seccionadora que isole o sistema fotovoltaico da subestação. A chave deve possuir 3 polos para operação de 380V, 50/60Hz e corrente nominal mínima compatível com a somatória das correntes máximas de cada inversor.

B.3.4 Barramentos

O quadro poderá dispor de dois tipos de barramentos:

- Barramento primário: Receberá todos os circuitos e terá a função de fazer o paralelismo dos mesmos. Estará conectado diretamente a chave seccionadora. Deve ser trifásico de cobre isolado, tensão de operação 380V, 50/60Hz e ampacidade superior à da chave seccionadora.
- Barramentos secundários: Terá função de conectar cada disjuntor ao barramento principal. De ser também em cobre isolado, 380V, 50/60Hz e capacidade de condução de corrente superior a de cada disjuntor do respectivo circuito.

B.3.5 Dispositivo de proteção contra surtos (DPS)

Deve ser previsto um dispositivo de proteção contra surto (DPS) tipo 2, tensão de operação de 380Vca, no quadro de paralelismo, conforme CLC/TS 50539-12:2013. As demais características deste equipamento devem ser previstas no projeto executivo.

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Quadros Elétricos	REV. 00	PÁGINA 11/11

B.3.6 Medidor de energia

O quadro deve contar com um medidor de energia conforme especificações do documento:

“FVT.2018.079.MG.AEDAS.ET.Monitoramento.R00”.

B.4 Quadro de monitoramento da planta

O quadro de comunicação deve ser instalado no eletrocentro do sistema flutuante. Sua dimensão deve ser compatível com todos os componentes instalados em seu interior de forma que facilite também o manuseio dos cabos de comunicação/controlar e a instalação dos prensa-cabos.

O quadro deve ser em chapa de aço (no mínimo 1,2mm) com pintura eletrostática em pó poliéster cinza. O grau de proteção mínimo deve ser IP65. A chapa de montagem deve ser também em chapa de aço (mínimo de 2,5mm) com pintura eletrostática em pó poliéster laranja.

No quadro de comunicação devem ser instalados o datalogger do sistema, responsável pela aquisição de dados de todo o sistema, proteções (disjuntores, fusíveis, etc.), modem para transmissão de dados, fonte de alimentação CC e demais componentes que se fizerem necessários.

O datalogger deve ser compatível com todos os equipamentos do sistema de monitoramento, permitindo a correta conexão e envio de dados a plataforma de monitoramento.

A fonte de alimentação CC pode ser substituída por uma alimentação AC (tomadas para trilho DIN, por exemplo) caso os componentes do quadro possuam fontes de alimentação individuais.

O quadro de monitoramento deve fazer a integração de todos os demais componentes de monitoramento da usina, conforme abaixo.

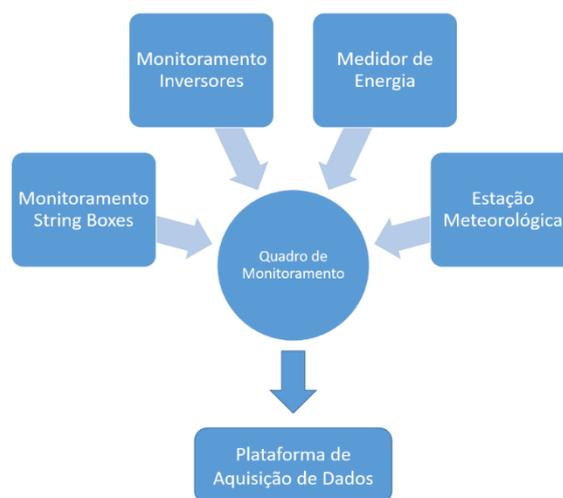


Figura B-1 - Fluxograma de monitoramento para o sistema flutuante

Todas as recomendações dos fabricantes dos componentes do quadro devem ser seguidas.



Sistema Fotovoltaico Flutuante

UFV Veredas Sol e Lares

Especificações Técnicas – Obras Civas

Município de Grão Mogol – Minas Gerais

Potência Nominal de 1,201 MWp (CC)

Data	26/09/2018
Revisão	R02
Status	Versão Final
Elaborado por	Amadeus Lincon de Oliveira
Responsável Técnico	Engº Gustavo Garcia dos Reis, CREA: 124414/D



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares	
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – OBRAS CIVIS	REV. 02
		PÁGINA 3/18

ÍNDICE

A.	Introdução	5
A.1	Normas aplicáveis.....	5
A.2	Escopo de fornecimento	6
B.	Especificações Técnicas – Obras Civis	8
B.1	Preparação do local de construção	8
B.2	Estudo hidráulico e sistema de drenagem	8
B.2.1	Sistema de drenagem.....	8
B.3	Vias de acesso.....	11
B.4	Cercas e portões de acesso	12
B.4.1	Cercas	12
B.4.2	Portões	14
B.5	Fundações.....	15
B.6	Alvenaria e Revestimento	16
B.7	Impermeabilização	17
B.8	Valas	18



PROJETO		
USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	REV.	PÁGINA
ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – OBRAS CIVIS	02	4/18

LISTA DE FIGURAS

Figura B-1: Fosso aberto.....	9
Figura B-2: Vala de concreto e vala cheia de pedras.....	10
Figura B-3: Cadeia de ligação típica.....	13
Figura B-4: Cerca típica utilizando mourões de concreto e tela de arame losangular	14
Figura B-5: Tipos de fundações	15
Figura B-6: Fundação tipo estaca	16



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – OBRAS CIVIS	REV. 02	PÁGINA 5/18

A. Introdução

O objetivo desta especificação técnica é definir as obras civis necessárias à preparação do local onde será construída a usina fotovoltaica. A CONTRATADA deve seguir as diretrizes definidas neste documento para assegurar uma qualidade de trabalho aceitável. Todas as normas e diretrizes aplicáveis (como normas técnicas nacionais, regulamentos locais, normas de segurança, instruções dos fabricantes de equipamentos a serem montados) devem ser consideradas além desta especificação e os requisitos mínimos mais rigorosos devem ser respeitados pela CONTRATADA.

A CONTRATADA é responsável por implementar os mais altos padrões profissionais e boas práticas durante elaboração do projeto e durante a construção da planta, incluindo também os testes e ensaios em loco e laboratórios. Todos os testes devem ser realizados de acordo com esta especificação e todas as normas aplicáveis. Todo o pessoal envolvido deve ser adequadamente experiente, o laboratório e todo o equipamento deve ser certificado.

Todas as atividades devem visar a plena funcionalidade da usina para uma vida útil de pelo menos 25 anos.

Todas as obras provisórias e todas as medidas para uma execução segura das obras são consideradas incluídas no escopo de trabalho da CONTRATADA.

A CONTRATADA deve usar somente a última revisão dos documentos de projeto na emissão “liberado para construção” (LPC) antes de iniciar qualquer atividade de construção. Os documentos da LPC devem ser devidamente endossados por um profissional registrado, conforme exigido pela regulamentação local aplicável.

Após a conclusão das obras, a CONTRATADA deve fornecer à CONTRATANTE os documentos "como construído" / “as built”.

A.1 Normas aplicáveis

Normas aceitas e aprovadas nacionalmente serão consideradas para Especificação dos equipamentos. A execução das instalações deverá seguir as exigências das normas da ABNT. Na falta desses foram adotados no todo, ou em parte, os parâmetros estabelecidos pelas normas internacionais.

As normas e códigos aqui mencionados deverão ser aplicados, em sua última edição, ao fornecimento de materiais, instalações, testes de performance e aceitação por parte da contratante ou seu representante legal. Em caso de divergências entre as normas, deverá ser aplicado o procedimento mais rigoroso.

A seguir estão as normas aplicáveis a esta especificação técnica, porém não se limitando a:

- NBR 6118:2007 - Projeto de estruturas de concreto – Procedimento;
- NBR 14931:2003 - Execução de estruturas de concreto – Procedimento;
- NBR 6122:2010 - Projeto e execução de fundações;

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – OBRAS CIVIS	REV. 02	PÁGINA 6/18

- NBR 6120:1980 - Cargas para o cálculo de estruturas de edificações;
- NBR 6136:2016 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria;
- NBR 8681:2003 - Ações e segurança nas estruturas – Procedimento;
- NBR 12284:1991 - Áreas de vivência em canteiros de obras – Procedimento;
- ABNT NBR 13532:1995 - Elaboração de projetos de edificações – Arquitetura;
- ABNT NBR 9575:2010 - Impermeabilização - Seleção e projeto
- ABNT NBR 9574:2008 - Execução de impermeabilização
- ANBT NBR 9061:1985 - Segurança de escavação a céu aberto;
- ABNT NBR 14039:2005 - Instalações elétricas de média tensão de 1,0kV a 36,2kV;
- DNIT – Manual de Drenagem de Rodovias;
- DNIT – Album de Projetos – Tipos de dispositivos de drenagem;
- ASTM D1196 – *"Standard Test Method for Nonrepetitive Static Plate Load Tests of Soils and Flexible Pavement Components, for Use in Evaluation and Design of Airport and Highway Pavements"*
- ASTM D3282 – *"Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes"*

A.2 Escopo de fornecimento

A CONTRATADA é responsável pelo projeto técnico completo e pela construção de todos os itens relacionados com a obra civil. A lista inclui, mas não se limita a:

- Preparação local;
- Estudo hidráulico e sistema de drenagem de águas de escoamento para o reservatório;
- Vias internas, ligação ao acesso existente e (eventualmente) melhoria das estradas existentes;
- Cerca de perímetro e portão de acesso;
- Áreas de armazenamento e canteiro de obras;
- Fundações e todas as obras necessárias para eletrocentro, almoxarifado e para subestação elétrica;
- Impermeabilização;
- Valas internas e externas (para linhas BT, linha de MT, sistema de segurança e vídeo-vigilância, sistema de monitoramento, etc);



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares	
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – OBRAS CIVIS	REV. 02
		PÁGINA 7/18

A CONTRATADA é responsável pela obtenção de todas e quaisquer autorizações da autoridade local que são necessárias para executar o trabalho.

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – OBRAS CIVIS	REV. 02	PÁGINA 8/18

B. Especificações Técnicas – Obras Civis

B.1 Preparação do local de construção

Trata-se das atividades necessárias para preparar adequadamente o canteiro de obras e todas as áreas envolvidas. A lista de atividades incluídas no escopo de trabalho contém, mas não se limita a:

- Eliminação e transporte de rochas, pedregulhos e todos os resíduos (tais como objetos metálicos, vidros, resíduos, etc.) para despejo autorizado;
- Cortar a relva e removê-la durante as atividades de construção e no final das atividades. A altura da relva não deve interferir nas atividades de construção;
- Remoção de qualquer árvore (incluindo raízes a qualquer profundidade) que obstrua as obras civis (estradas, áreas de armazenamento, eletrocentro, subestação, locais de montagem, local para estacionamento ou escritório). Em caso de remoção permanente, será obrigatório eliminar adequadamente o material removido;
- Remoção e descarte da camada superficial vegetal (pelo menos 10 a 30 cm) e de todos os arbustos na área de estradas, cabines e onde a terraplanagem deve ser feita;
- Para estradas, cabines, plataformas, etc, geotêxtil deve ser colocado no fundo das escavações, se o solo for macio e lamacento;
- Regularização e nivelamento do terreno conforme especificações do projeto executivo;

B.2 Estudo hidráulico e sistema de drenagem

Com base no relatório hidrológico, a CONTRATADA deve realizar um estudo hidráulico para definir o risco de inundação e definir um sistema de drenagem adequado para as águas superficiais de escoamento para evitar a erosão do solo nas margens do reservatório aonde se encontram eletrocentros e subestação elevadora.

A CONTRATADA é responsável por incorporar no estudo hidráulico todas as exigências das autoridades locais. Se necessário, a CONTRATANTE é igualmente responsável pela revisão da documentação pertinente, a fim de satisfazer os pedidos das autoridades locais e obter as autorizações necessárias.

B.2.1 Sistema de drenagem

A CONTRATADA deve projetar e realizar um sistema de drenagem que permita fluir toda a água da chuva considerando um evento com um período de retorno de 25 anos. Para este evento o nível de água deve ser ao nível do solo em todo o sistema.

Os dispositivos de drenagem planejados devem estar em conformidade com os estabelecidos pelo DNIT em seu manual de drenagem e álbum de projetos típicos.

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – OBRAS CIVIS	REV. 02	PÁGINA 9/18

O projeto também deve apresentar um quantitativo de materiais necessários para a construção de dispositivos, com detalhamento e volumes de escavação necessários.

Além dos requisitos aplicáveis, as seguintes recomendações devem ser levadas em conta durante o projeto e a execução das obras:

- a) Toda a água das áreas impermeáveis deve ser coletada, canalizada através de valas internas ou perimetrais ou eliminada através das bacias hidrográficas naturais, sem causar erosão do solo ou água estagnada. As valas de drenagem podem e devem ser de diferentes tipos, de acordo com as propriedades do solo e as encostas.

Para declives inferiores a 1% em qualquer tipo de solo, as valas serão com secção trapezoidal aberta com dimensões definidas no estudo hidráulico. O geotêxtil anti-erosão deve ser colocado dentro da vala e devidamente sobreposto e preso ao solo, o geotêxtil deve ser coberto por solo semeado (ver Figura B-1).

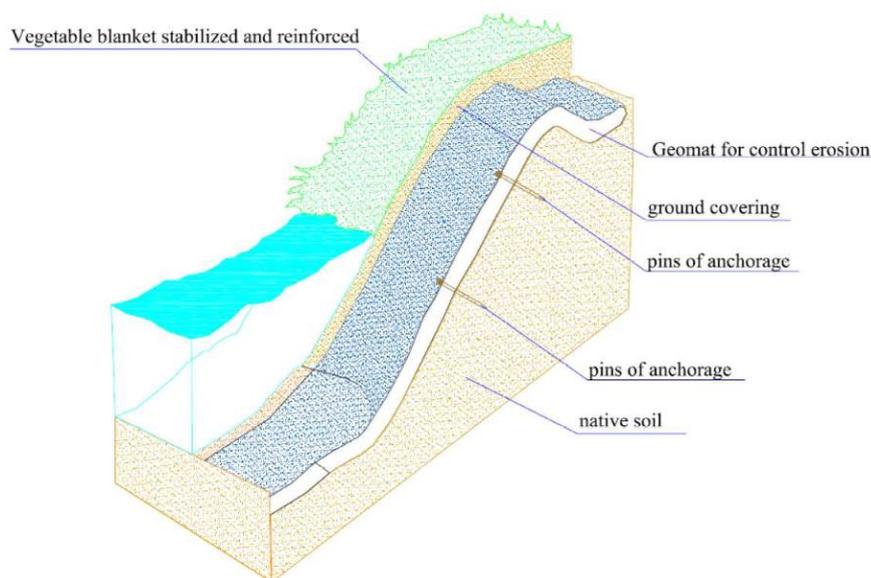


Figura B-1: Fosso aberto

Para solo arenoso com declives entre 1% e 3% ou para solo argiloso com declives entre 1% e 4%, a CONTRATADA pode utilizar valas naturais sem cobertura. Para encostas mais inclinadas do que 3% em solo arenoso ou 4% em valas argilosas, as valas devem ser cobertas por canais de concreto pré-moldado ou telhas de pedra. Alternativamente, a vala pode ser cheia com pedras (de tamanho uniforme com um diâmetro mínimo de 150 mm). Neste último caso, o estudo hidráulico deve levar em conta a área efetiva reduzida da vala.

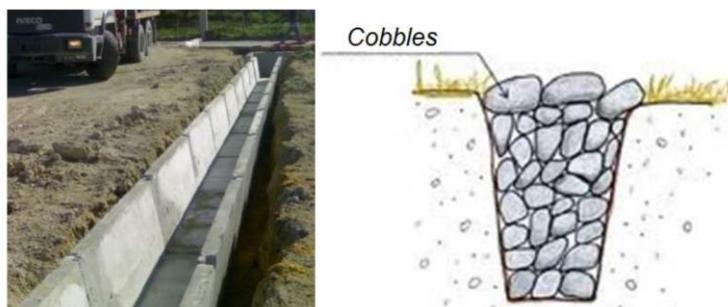


Figura B-2: Vala de concreto e vala cheia de pedras

- b) Quando a área não permitir uma drenagem adequada de água superficial através de valas, a CONTRATADA deve projetar um sistema de drenagem de poços verticais e tubos horizontais. Os poços verticais serão perfurados até à profundidade onde as camadas granulares são capazes de absorver a água; tubos coletores horizontais serão de 250-500 mm perfurados por canos corrugados cercado por 5-10cm de material granular.
- c) Devem ser evitados obstáculos ao fluxo natural de água dentro e fora das áreas da planta. Deve ser assegurado um controle adequado das cheias, a fim de evitar a estagnação ou erosão na zona da planta ou nas zonas adjacentes. Em particular, na ligação entre as valas e o receptor final da água superficial, onde geralmente são necessárias encostas íngremes, o solo deve ser protegido contra a erosão usando cobertores, esteiras reforçadas com relva ou proteções de pedra.
- d) No estudo hidráulico, a CONTRATADA deve considerar todos os canais existentes (valas naturais e canais artificiais) dentro da área da planta ou nas áreas adjacentes. Os canais devem ser limpos, reparados e melhorados (se necessário).

Durante as fases de construção e, em especial, quando as escavações estiverem previstas, a CONTRATADA deve executar todas as atividades necessárias para manter o local em condições seguras e adequadas. As seguintes recomendações devem ser seguidas, como requisito mínimo:

- a) A remoção de água das terras situadas a montante e envolvendo a área do local através da construção de valas perimetrais e / ou poços. As valas devem ser adequadas para transportar a água sem causar erosão ou estagnação.
- b) Um sistema adequado de desaguamento nas áreas escavadas, utilizando todos os equipamentos e tubos, impedindo assim qualquer dano às áreas circundantes.



PROJETO		
USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	REV.	PÁGINA
ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – OBRAS CIVIS	02	11/18

B.3 Vias de acesso

A CONTRATADA é responsável pela concepção e construção das estradas e plataformas internas e pela ligação à rede rodoviária existente. Qualquer eventual melhoria das estradas existentes faz parte do escopo de trabalho da CONTRATADA.

Todos os trabalhos, equipamentos e atividades de laboratório necessários para realizar os testes necessários estão incluídos no escopo de trabalho da CONTRATADA. O adjudicatário deve realizar os ensaios a expensas próprias e reservar tempo suficiente durante a execução das obras.

Estradas internas são necessárias para acessar o eletrocentro, a subestação, áreas de montagem, as áreas de armazenagem permanente e temporária.

As seguintes características devem ser consideradas requisitos mínimos. As características das diferentes camadas devem ser melhoradas se a capacidade de carga referida abaixo não for cumprida.

- Sub-classe: após a remoção do solo vegetal o substrato nativo deve ser adequadamente compactado para se obter um módulo de deformação $Md = 300 \text{ Kg / cm}^2$ (a verificar nos ensaios de carga de chapa de acordo com ASTM D1196 ou UNI EN 1997-2 / EN ISO 22476-13). Se o solo nativo não for adequado para atingir esse valor após a compactação, deve ser escavado e substituído por materiais adequados (solo classificado como A1 ou A3 de acordo com ASTM D3282 ou AASHTO compactado a 95% de densidade modificada Proctor). A sub-classe será considerada adequada se for atingido um módulo de deformação equivalente a $Md = 300 \text{ Kg / cm}^2$.
- Camada de base: sobre a sub-classe adequada, uma camada de material de enchimento que consiste em cascalho ou rochas esmagadas devem ser colocados. O material deve ser classificado como A1 ou A3 de acordo com ASTM D3282 ou AASHTO e compactado a 95% da densidade modificada Proctor. O diâmetro máximo deve ser 70mm; A espessura desta camada deve ser pelo menos 20 cm após a compactação. Após a compactação a deformação mínima do módulo deve ser pelo menos $Md = 800 \text{ Kg / cm}^2$.
- Superfície: o material granular adequado para esta camada superior deve ter as mesmas propriedades da base, mas com um diâmetro máximo de 30 mm. A espessura desta camada deve ser de pelo menos 10 cm, tendo um gradiente transversal de 3% para permitir um bom escoamento da água da chuva. A capacidade de apoio no topo desta camada deve ser equivalente a um módulo de deformação $Md = 1000 \text{ Kg / cm}^2$.

As indicações acima referidas são meramente indicativos e representam um padrão mínimo a respeitar pelo contratante. O empreiteiro é responsável por projetar corretamente a espessura das camadas diferentes, a fim de alcançar os valores dados acima para o módulo de deformação.

No caso do substrato de rocha, se após a remoção do solo superior e da compactação a sub-classe cumpre o módulo de deformação requerido para esta camada ($Md = 800 \text{ Kg / cm}^2$), a CONTRATADA pode evitar o uso de camada de base e pode só colocar a camada superficial.

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – OBRAS CIVIS	REV. 02	PÁGINA 12/18

Para solos nativos difíceis de compactar, uma camada de geotextil ou geofabric de características adequadas pode ser colocada entre a sub-classe e a base de modo a permitir uma compactação adequada das camadas.

Em qualquer caso, as estradas devem garantir o transporte seguro de todos os equipamentos e materiais. Deve ser considerada uma carga por eixo de 12,5 toneladas.

O CONTRATANTE deve verificar as propriedades definidas acima (granulometria, densidade, módulo de deformação) para cada camada (sub-classe, base e superfície) com a seguinte frequência mínima:

- A cada 200m de estradas;
- A cada 400m² para áreas de plataforma;

O módulo de deformação deve ser medido através de ensaios de carga de placa, de acordo com [ASTMD1196 ou UNI EN 1997-2 / e EN ISO 22476-13]. O valor do módulo de deformação Md deve ser definido numa gama de pressão de 0,5-1,5 Kg / cm² para Md = 300 Kg / cm² e em um intervalo de 2,5-3,5 Kg / cm² para valores mais elevados de Md e deve ser calculado usando a equação:

$$Md = f_0 \cdot \emptyset \cdot D_p / D_s$$

Onde

f₀ = 1 para placas circulares

D_p = incremento de pressão na gama acima definida (Kg / cm²)

D_s = compensação devido ao incremento da pressão (cm)

∅ = diâmetro da placa (30 cm)

A via de acesso deve ter uma largura mínima de pelo menos 3,0m e ter inclinações longitudinais e transversais adequadas. O valor superior da inclinação longitudinal deve ser limitado a um valor adequado para o transporte dos equipamentos mais pesados (isto é, pallets de módulos ou transformadores) e, em qualquer caso, a inclinação longitudinal não deve ser superior a 10%.

B.4 Cercas e portões de acesso

B.4.1 Cercas

A CONTRATADA é responsável pela definição das cercas de perímetro e de todo o material e atividades necessárias para a instalação. O cálculo completo de todos os itens relevantes (vigas de borda, fundações concretas de postes) está incluída no escopo de trabalho da CONTRATADA. As diretrizes a seguir devem ser seguidas pelo contratante, junto com os requisitos estabelecidos pelas normas locais ou as autoridades locais.

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – OBRAS CIVIS	REV. 02	PÁGINA 13/18

A cerca a ser construída deve ser do tipo alambrado com postes de metal ou concreto. A altura mínima da cerca deve ser 2,5m e deve apresentar as seguintes características:

- Tela de arame losangular: os fios devem ser de aço galvanizado a quente ou aço revestido de plástico, malha 50mmx50mm. A espessura mínima dos fios de aço deve ser 1,9 mm em qualquer caso (ver Figura B-3);

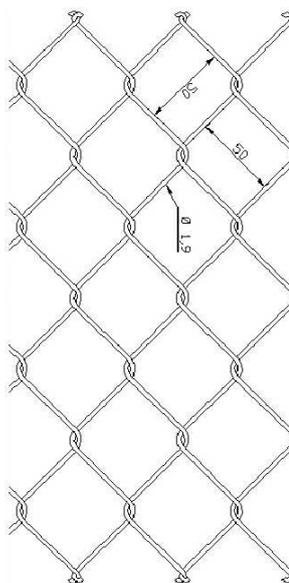


Figura B-3: Cadeia de ligação típica

- Postes: podem ser tubulações de aço galvanizado a quente, com diâmetro mínimo de 2 polegadas (2 ") e com uma espessura mínima de 3,25 mm, ou também pode ser utilizado mourões de concreto. Um poste deve ser instalado no máximo a cada 3,5 metros e embutido na base de concreto numa profundidade de 50 cm, no mínimo. A distância entre os postes deve também estar em conformidade com o manual de instalação da rede. A malha de rede deve ser ligada ao poste utilizando sistemas de fixação mecânicos, não são permitidas soldagem no local.
- Arames farpados: também devem ser instalados nos últimos 500 mm dos postes da cerca. Pelo menos 3 fios devem ser instalados;
- Reforço lateral: deve ser instalado em todos os pontos onde a cerca mudar de direção (ponto de canto) e a cada 35 metros de seção reta. O suporte instalado deve ser do mesmo material dos postes. No caso de postes metálicos, não é permitida soldagem para a conexão de diferentes partes;
- Fundação de concreto para postes e reforços laterais: a dimensão das fundações deve ser concebida pela CONTRATADA tendo em conta as propriedades do solo; as dimensões

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – OBRAS CIVIS	REV. 02	PÁGINA 14/18

mínimas devem ser 300x300x400mm para o poste e 400x400x500 para os reforços laterais. O concreto deve ter pelo menos a classe C16 / 20 [de acordo com a EN 1992].

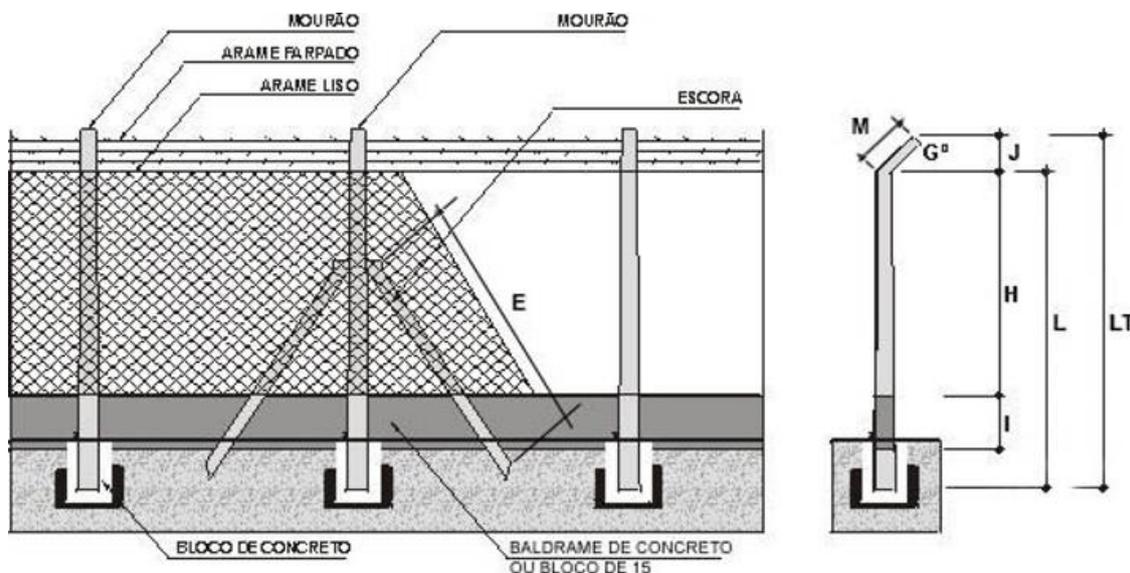


Figura B-4: Cerca típica utilizando mourões de concreto e tela de arame losangular

Todo o material, equipamentos e consumíveis necessários para a completa construção das cercas é considerado parte do escopo do trabalho da CONTRATADA, incluindo a pintura de acordo com a exigência da CONTRATANTE.

Nota: caso a instalação fotovoltaica esteja ligada à rede MT, tanto a cerca da instalação fotovoltaica como a cerca da subestação MT, se for utilizada uma rede metálica, deve ser interrompida a cada 20m e ser aterrada. A borda da fundação de concreto deve ser interrompida no mesmo ponto também com uma folha de poliestireno de 1cm de largura de corte de concreto e as barras de reforço.

B.4.2 Portões

Os portões devem ser se no mínimo em tela de arame losangular galvanizado, conforme material da cerca, fixados em tubos galvanizados com diâmetro de 2" por barra e em duas folhas. A largura mínima deve ser compatível com a largura mínima da via de acesso (3m) e sua abertura total deve estar livre de qualquer obstrução.

A parte superior deve ser de tal forma que permita a instalação de 3 fios de arame farpado.

Seu fechamento deve permitir a utilização de correntes e cadeados.

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – OBRAS CIVIS	REV. 02	PÁGINA 15/18

B.5 Fundações

Deve-se apresentar memorial de cálculo detalhando cada dimensão de fundação, também consistindo das justificativas para as características escolhidas.

As seguintes tipologias de fundação podem ser usadas, com base nas condições do local.

- Sapatas: Recomendadas para solos firmes e com boa resistência. Baseiam-se em blocos isolados de concreto armado que recebe o peso da edificação através de colunas construídas sobre elas.
- Blocos: Possuem o mesmo princípio das sapatas, porém em tamanhos maiores e sem a armação.
- Grelha: Conjunto de vigas que se cruzam nos pilares;
- Radier: Fundação rasa recomendada para solos com baixa resistência. O radier é uma base de concreto armado que fica abaixo da construção e cobre toda sua extensão, distribuindo a carga uniformemente;
- Viga Baldrame: Viga de concreto armado posicionada sobre as sapatas e que percorre todo o comprimento das paredes da construção. Além de ajudar a distribuir as cargas da construção, ajuda no travamento das colunas ou pilares

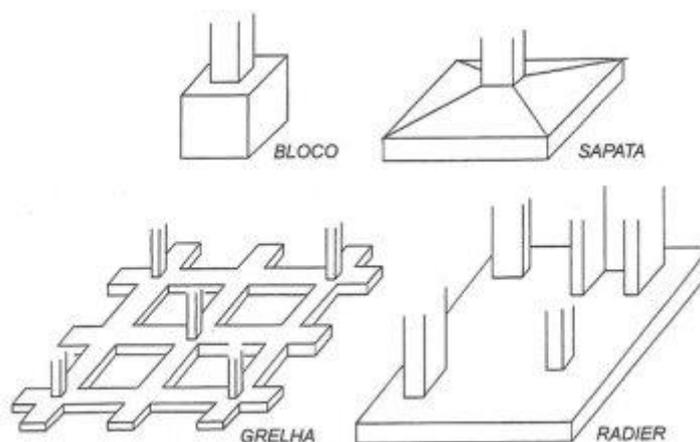


Figura B-5: Tipos de fundações

Caso a resistência do solo seja muito baixa, pode se utilizar também fundações do tipo profundas, como estacas, que conectam as fundações rasas com solos mais profundos e firmes. Esse tipo de fundação pode ser de concreto, concreto armado ou metálica.

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – OBRAS CIVIS	REV. 02	PÁGINA 16/18



Figura B-6: Fundação tipo estaca

Pelas características do solo no local, pode ser utilizado fundação do tipo viga baldrame, porém deve-se confirmar sua utilização através do estudo do solo. Desta forma, as definições do tipo de fundação bem como todas as suas características devem ser determinadas no projeto executivo.

B.6 Alvenaria e Revestimento

a) Blocos de Vedação em Concreto

A alvenaria deve ser executada em blocos de concreto sem função estrutural. As especificações devem atender aos requisitos normativos da ABNT em especial a NBR 6136:2016.

Os blocos de concreto devem ser de primeira qualidade. Recomenda-se a utilização de blocos com dimensões 14x19x39 para paredes internas e 19x19x39 para as paredes externas.

As dimensões dos blocos devem ser modulares e verificadas com precisão de 0,5 mm, tolerando-se variação máxima de +/- 3 mm.

Os blocos devem apresentar absorção máxima d'água de 10%.

Os blocos devem apresentar arestas vivas, sem trincas, lascas ou qualquer outro defeito que possa prejudicar a execução, a resistência e a durabilidade da construção.

O assentamento dos blocos deve ser executado com argamassa pré-fabricada e especificado no projeto.

Os vãos das portas e janelas devem receber vergas e contravergas em concreto armado. E devem ser contínuas e passar pelo menos 40 cm para cada lado.

As alvenarias deverão ser executadas conforme as dimensões, prumadas e alinhamentos indicados no projeto arquitetônico.

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – OBRAS CIVIS	REV. 02	PÁGINA 17/18

Todos os blocos onde serão fixados equipamentos (quadros e inversores) devem ser preenchidos com concreto ainda na fase de construção.

b) Revestimento de Paredes Internas e Externas

Em geral o acabamento deve ser de acordo com as descrições do Projeto Arquitetônico e Especificações Técnicas.

- Paredes Internas: Em geral, as superfícies devem receber um acabamento de forma que:
 - a superfície fique plana;
 - a superfície não emita poeira no recinto.

A superfície do revestimento deve ter acabamento que proporcione uma superfície uniforme plana, com textura uniforme em toda a parede. Quando realizar o acabamento com uma plainadeira de aço, deve-se tomar cuidado para remover toda a marcação da espátula ou da plainadeira de aço, e a superfície deve ficar lisa e uniforme.

- Paredes Externas: O serviço deve ser realizado de tal forma que nenhum vazamento ocorra nas paredes externas, por causa de defeito no serviço executado ou nos materiais, da falha em preencher completamente todas as juntas, ou devido à instalação inapropriada de todos os remates e furos dos drenos.

B.7 Impermeabilização

Os serviços de impermeabilização devem ser executados sobre a laje e piso do eletrocentro e da subestação de energia.

A impermeabilização deverá ser executada com manta asfáltica; produzida a partir da modificação física de asfaltos com polímeros plastoméricos (PL), ou elastoméricos (EL), estruturada com não-tecido de filamentos contínuos de poliéster previamente estabilizado. Deverá possuir em sua composição exclusivo herbicida atóxico, inibidor do ataque de raízes, com espessura mínima de 4mm.

Outros procedimentos de impermeabilização podem ser adotados, desde que sejam impermeabilizações do tipo rígido e que sejam aprovadas pela CONTRATANTE previamente.

Os procedimentos de impermeabilização deverão seguir rigorosamente as especificações e recomendações do fabricante.

Deve ser executado pela CONTRATADA a verificação minuciosa da área impermeabilizada com o objetivo de detectar falhas que propiciem entrada da água da chuva. Deverá ser apresentado projeto executivo de impermeabilização com detalhes específicos.



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – OBRAS CIVIS	REV. 02	PÁGINA 18/18

B.8 Valas

O projeto básico prevê um trecho de aproximadamente 10 metros de valas para encaminhamento dos cabos CC que interligam as caixas de junção aos inversores fotovoltaicos. A valas terão início junto a margem do reservatório e seguirão até o eletrocentro.

A largura da vala deve permitir a instalação de todos os circuitos CC provenientes das strings boxes e protegidos por eletrodutos de PEAD, conforme definido em projeto.

As valas devem ter profundidade não inferior a 0,60m em trechos normais e em caso de travessia de veículos a profundidade deve ser aumentada para 1,20m em uma zona de 0,50m de largura dos dois lados da travessia.

A vala deve possuir um elemento de advertência contínuo situado a 0,10m dos circuitos e que não seja sujeito a deterioração (por exemplo, fita colorida).

Poços de inspeção ou caixas de passagem, que devem ser em alvenaria ou material equivalente, necessitam ter resistência e drenagens adequadas. Deve possuir tampa de material resistente a carga que possa ser submetida.

Os poços com mais de 0,60 m de profundidade devem permitir o ingresso de uma pessoa. Para isso, devem ter dimensões mínimas tais que seja possível inscrever-se, na parte inferior livre para circulação, um círculo de diâmetro mínimo de 0,80 m. O tampão de entrada deve ser circular com diâmetro mínimo de 0,60 m. Na parte interna, o poço deve dispor de degraus espaçados em 0,30 m. O piso do poço deve situar-se 0,30 m abaixo da parte inferior do eletroduto de nível mais baixo.

As linhas de eletrodutos devem ter declividade adequada, para facilitar o escoamento das águas de infiltração, sendo no mínimo de 1%. Entre dois poços de inspeção consecutivos, é permitida uma única curva, em qualquer plano, não superior a 45°.



Sistema Fotovoltaico Flutuante

UFV Veredas Sol e Lares

Especificações Técnicas – Comissionamento

Município de Grão Mogol – Minas Gerais

Potência Nominal de 1,201 MWp (CC)

Data	26/09/2018
Revisão	R01
Status	Versão Inicial
Elaborado por	Amadeus Lincon de Oliveira
Responsável Técnico	Eng° Gustavo Garcia dos Reis, CREA: 124414/D



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Comissionamento	REV. 01	PÁGINA 3/18

ÍNDICE

A.	Introdução	5
A.1	Normas aplicáveis.....	5
A.2	Escopo de fornecimento	6
B.	Especificações Técnicas – Comissionamento	7
B.1	ETAPA 1 – Documentação do Sistema	7
B.2	ETAPA 2 – Inspeção visual	7
B.2.1	Inspeção das Estruturas de Montagem dos Módulos Fotovoltaicos - Flutuadores	7
B.2.2	Inspeção das Estruturas Eletromecânicas	8
B.2.3	Inspeção dos Quadros e Equipamentos Elétricos	8
B.2.4	Inspeção das Instalações Elétricas.....	9
B.2.5	Inspeção dos Módulos Fotovoltaicos	9
B.3	Ensaio de Comissionamento	9
B.3.1	Continuidade dos Condutores de Aterramento e Equipotencialização	9
B.3.2	Ensaio de Polaridade	10
B.3.3	Ensaio de Curva IxV	10
B.3.4	Ensaio Funcionais.....	12
B.3.5	Ensaio de Resistência de Isolamento dos Circuitos CC.....	12
B.3.6	Ensaio com Câmera Infravermelha (IR).....	13
B.3.7	Análise da Qualidade de Energia Elétrica	15
B.4	ETAPA 3 – Relatório de Verificação	17
B.5	ETAPA 4 – Avaliação de Desempenho	17
B.6	ETAPA 5 – Documentação Final.....	18



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares	
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Comissionamento	REV. 01
		PÁGINA 4/18

LISTA DE FIGURAS

Figura B-1: Variações na forma da curva IxV.....	11
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela B-1: Massa de zinco, por unidade de área, de materiais zincados.....	8
Tabela B-2: Valores mínimos de resistência de isolamento.....	13
Tabela B-3: Resumo dos erros, causas e impactos sobre as fotografias infravermelhas	14
Tabela B-4: Limites das distorções harmônicas totais	16
Tabela B-5: Limites para desequilíbrio de tensão	16
Tabela B-6: Limites para flutuação de tensão	16



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Comissionamento	REV. 01	PÁGINA 5/18

A. Introdução

O objetivo desta especificação técnica é definir os parâmetros básicos do comissionamento da planta fotovoltaica. A CONTRATADA deve seguir as diretrizes definidas neste documento para assegurar uma qualidade de trabalho aceitável. Todas as normas e diretrizes aplicáveis (como normas técnicas nacionais, regulamentos locais, normas de segurança, instruções dos fabricantes de equipamentos a serem montados) devem ser consideradas além desta especificação e os requisitos mínimos mais rigorosos devem ser respeitados pela CONTRATADA.

O empreiteiro é responsável por implementar os mais altos padrões profissionais e boas práticas durante elaboração do projeto e durante a construção da planta, incluindo também os testes e ensaios em loco e laboratórios. Todos os testes devem ser realizados de acordo com esta especificação e todas as normas aplicáveis. Todo o pessoal envolvido deve ser adequadamente experiente, o laboratório e todo o equipamento deve ser certificado.

Todas as atividades devem visar a plena funcionalidade da usina para uma vida útil de pelo menos 25 anos.

Todas as obras provisórias e todas as medidas para uma execução segura das obras são consideradas incluídas no escopo de trabalho da CONTRATADA.

A CONTRATADA deve usar somente a última revisão dos documentos de projeto na emissão “liberado para construção” (LPC) antes de iniciar qualquer atividade de construção. Os documentos da LPC devem ser devidamente endossados por um profissional registrado, conforme exigido pela regulamentação local aplicável.

Após a conclusão das obras, a CONTRATADA deve fornecer à CONTRATANTE os documentos “como construído” / “as built”.

A.1 Normas aplicáveis

Normas que são aceitas e aprovadas nacionalmente serão consideradas para especificação do comissionamento. A execução das instalações deverá seguir as exigências das normas da ABNT. Na falta dessas foram adotados no todo, ou em parte, os parâmetros estabelecidos pelas normas internacionais.

As normas e códigos aqui mencionados deverão ser aplicados, em sua última edição, ao fornecimento de materiais, instalações, testes de performance e aceitação por parte da CONTRATANTE ou seu representante legal. Em caso de divergências entre as normas, deverá ser aplicado o procedimento mais rigoroso.

A seguir estão as normas aplicáveis a esta especificação técnica, porém não se limitando a:

- NBR 16274:2014 – Sistemas fotovoltaicos conectados à rede – Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho;



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Comissionamento	REV. 01	PÁGINA 6/18

- IEC 62446:2009 – *Grid connected photovoltaic systems – Minimum requirements for system documentation, commissioning test and inspection;*
- IEC 61010 (all parts), *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use;*
- NBR 5410:2003 – Instalações elétricas de baixa tensão;
- IEC 60364:2005 (all parts), *Low-voltage electrical installations;*
- IEC 61557 (all parts), *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1000 V a.c. and 1500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measure;*
- PRODIST Módulo 8 Revisão 10 – Qualidade da Energia Elétrica;
- ISSO 2859-1 - *Sampling procedures for inspection by attributes – Part 1.*

A.2 Escopo de fornecimento

O comissionamento deve ser dividido nos seguintes grupos:

- Estruturas de montagem dos módulos fotovoltaicos – flutuadores;
- Estruturas eletromecânicas (encaminhamentos);
- Quadros e equipamentos (Inversores, quadros elétricos, String boxes, etc.);
- Instalações elétricas (condutores, conexões, etc.)
- Módulos fotovoltaicos;
- Aterramento e equipotencialização;

A cada grupo inspecionado deve ser gerado um certificado de conformidade para validação de cada etapa do comissionamento. No final de todas as etapas do comissionamento será gerado o Certificado de Aceitação Final (CAF) e a entrega do relatório de comissionamento.



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Comissionamento	REV. 01	PÁGINA 7/18

B. Especificações Técnicas – Comissionamento

B.1 ETAPA 1 – Documentação do Sistema

Para dar início ao processo do comissionamento, a CONTRATADA fica a cargo do repasse da documentação completa do sistema fotovoltaico, que irá garantir que os principais dados do sistema sejam facilmente acessados pelos responsáveis pelo comissionamento. A documentação inclui todos os dados do sistema como: informações básicas do projeto e projetista, desenhos *As Built*, diagramas unifilares (geral, arranjo fotovoltaico, aterramento e proteções, sistema elétrico CA), dados técnicos de todos equipamentos e componentes, projeto mecânico, informações de operação e manutenção (O&M) e, na condição da realização de um comissionamento anterior a este, a apresentação dos resultados de testes, ensaios e avaliações de desempenho.

A CONTRATADA também deve se responsabilizar pela emissão de um documento que informe a total conclusão da instalação do sistema fotovoltaico.

B.2 ETAPA 2 – Inspeção visual

A inspeção é um dos passos mais importantes do comissionamento, onde quando realizado com perfeição, atenção, olhar clínico e pessoal treinado pode detectar mais de 80% dos problemas ou pendências de um empreendimento.

Deve-se efetuar a inspeção em todos os componentes do sistema. Problemas e defeitos encontrados devem ser registrados formalmente e levados ao conhecimento da CONTRATADA para devidas correções. Esses relatos devem conter o máximo de informações possíveis, como fotos, horário, localização e breve descrição do problema.

Caso essas condições não sejam completamente atendidas como um todo, ou partes em questão, a próxima etapa do comissionamento não deve ser realizado, exigindo uma postergação para um segundo momento, pois o comissionamento se encontrará numa situação de pendência, ou partes da obra não conformes, oferecendo risco de danos ao sistema fotovoltaico e custos adicionais para CONTRATADA e CONTRATANTE.

Desta forma todos os componentes da usina devem ser inspecionados buscando inconformidades conforme itens a seguir.

B.2.1 Inspeção das Estruturas de Montagem dos Módulos Fotovoltaicos - Flutuadores

A inspeção das estruturas de montagem dos módulos consiste em verificar as dimensões mecânicas conforme definidas no projeto, se foram corretamente instaladas no local e ordem especificados, averiguar se as características dos materiais empregados são os mesmos especificados no projeto. Faz-se necessário também a conferência do torque de aperto dos parafusos usados na fixação entre as estruturas.

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Comissionamento	REV. 01	PÁGINA 8/18

B.2.2 Inspeção das Estruturas Eletromecânicas

A inspeção das estruturas de fixação dos módulos deve verificar as dimensões mecânicas de projeto foram atendidas, se foram corretamente instaladas no local e ordem especificados, averiguar se as características dos materiais empregados são as mesmas que especificadas no projeto. Faz-se necessário também a conferência do torque de aperto dos parafusos usados para fixação, além da verificação dos condutos (eletrocalhas e eletrodutos), conforme critérios do Projeto Executivo.

Além disso, será verificado se as superfícies e revestimentos apresentam as determinadas qualidades, segundo a norma NBR 6323:2016, demonstrada na tabela abaixo. Inspeccionar a presença excessiva de zinco, de áreas não revestidas, empenadas, inclusões de fluxo, corrosão do metal-base (vermelha), corrosão branca (manchas por armazenamento com umidade) e aderência do revestimento aplicando uma carga.

Tabela B-1: Massa de zinco, por unidade de área, de materiais zincados

Dimensões	Massa mínima por unidade de área (g/m ²)		Espessura mínima equivalente do revestimento (µm)	
	Amostra individual	Média das amostras	Amostra individual	Média das amostras
Aços e ferros fundidos				
	550	600	77	85
Laminados, trefilados, forjados e prensados				
e < 1,00	300	350	42	49
1,00 ≤ e < 3,00	350	400	49	56
3,00 ≤ e < 6,00	450	500	63	70
e ≥ 6,0	530	600	74	84
Porcas, parafusos e similares				
∅ < 9,5	260	305	37	42
∅ ≥ 9,5	305	380	43	53

Nota: Um revestimento de zinco com 1 g/m² corresponde a uma espessura de 0,14 µm de revestimento. O valor da espessura do revestimento em µm multiplicado por 7,14 equivale, aproximadamente, à massa da camada em g/m².

B.2.3 Inspeção dos Quadros e Equipamentos Elétricos

As inspeções correspondem a instalações dos inversores, *string boxes*, quadros elétricos e de comunicação, necessariamente a verificação de suas fixações e suportes de sustentação, respeitar os dados de projeto como dimensões, distâncias e as características dos materiais, local de instalação, examinar a vedação, para não permitir a entrada de umidade, insetos e poeira. Confirmar a etiquetagem e identificação dos quadros, bem como a presença do diagrama unifilar no interior do quadro.



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Comissionamento	REV. 01	PÁGINA 9/18

B.2.4 Inspeção das Instalações Elétricas

A inspeção das instalações elétricas consiste na verificação do encaminhamento dos cabos CC e CA, observando se os condutores sofreram danos na camada de isolamento durante o processo de lançamento e procurar por emendas em suas extensões. Verificar o cabeamento quanto a dimensão e características especificadas no projeto, conferir o bom acabamento nos conectores dos terminais, se satisfazem requisitos técnicos. Inspeção do torque de aperto em parafusos dos terminais e bornes de inversores, *strings boxes*, quadros elétricos e de comunicação. Antes de energizar qualquer cabo, deve-se efetuar o teste de isolamento de todos os circuitos CC e CA.

B.2.5 Inspeção dos Módulos Fotovoltaicos

Devem ser inspecionados visualmente todos os módulos fotovoltaicos, a parte frontal e, se possível, a parte inferior com o objetivo de detectar anomalias nos módulos. Essas possíveis anomalias se dão por características físicas (vidro quebrado ou trincado) e características de instalação, presilhas de fixação dos módulos instaladas de forma errada. Inspecionar atentamente as conexões elétricas entre módulos, aplicando uma tração junto aos conectores, para testar o perfeito encaixe dos conectores MC4.

B.3 Ensaios de Comissionamento

O regime de ensaio deve ser aplicado a todo o sistema fotovoltaico, independentemente da escala, da localização ou da complexidade e na sequência determinada.

No caso de um ensaio indicar inconformidade com os requisitos, uma vez corrigido, este e qualquer ensaio anterior que possa ter influência sobre os resultados devem ser repetidos.

B.3.1 Continuidade dos Condutores de Aterramento e Equipotencialização

A verificação do sistema de aterramento e equipotencialização no lado CC se baseia nos seguintes itens:

- Verificação mecânica de todas as conexões, onde deve-se tentar desfazer a conexão por meio de esforços e essa deve permanecer intacta.
- Teste de continuidade elétrica de todos os trajetos elétricos com o auxílio de um medidor de continuidade;
- Medição da resistência da malha de aterramento com auxílio de um terrômetro.

Segundo a norma NBR 5419:2015 recomenda-se garantir uma resistência menor que 10Ω , como forma de reduzir os gradientes de potencial no solo e a probabilidade de centelhamento perigoso. Em casos em que exista uma justificativa técnica satisfatória, pode-se adotar valores maiores que 10Ω (casos em que o aumento do número de hastes não influencia na resistência de aterramento), uma vez que



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Comissionamento	REV. 01	PÁGINA 10/18

o arranjo e as dimensões do subsistema de aterramento são mais importantes que o próprio valor da resistência de aterramento.

B.3.2 Ensaio de Polaridade

Antes da conexão das séries fotovoltaicas aos equipamentos, deve efetuar o teste de polaridade com o auxílio de um multímetro. Séries conectadas com os polos invertidos podem causar danos aos equipamentos do sistema.

Para efetuar esse teste devemos efetuar os seguintes passos:

- I. Colocar todos os fusíveis negativos para que as séries compartilhem um mesmo barramento negativo comum;
- II. Medir a tensão de circuito aberto da primeira série fotovoltaica, positivo para o negativo, e assegurar que é um valor esperado;
- III. Medir a tensão entre os polos positivos de cada série utilizando sempre o mesmo polo da primeira série fotovoltaica como referência. Com a referência comum, a tensão medida deve ser próxima de zero.

Após verificada a autenticidade das polaridades em todas as caixas de junção, os fusíveis positivos devem ser inseridos e as chaves seccionadoras devem ser acionadas, para que se possa efetuar a medição de polaridade na entrada dos inversores fotovoltaicos. Uma vez que a polaridade é confirmada, a etiquetagem e identificação do cabeamento também deve ser verificada para que esteja de acordo com a polaridade do cabo.

B.3.3 Ensaio de Curva IxV

Através da medição da curva IxV é possível identificar problemas nas interligações (cabeamento de fileiras e nas caixas de junção), módulos defeituosos ou de fabricantes diferentes, combinações inválidas de módulos dentro de uma série e grandes variações de desempenho dos arranjos.

Algumas condições devem ser observadas antes do início desse ensaio:

- O céu deve estar limpo, livre de nuvens ou qualquer outro objeto que possa causar sombreamento sobre os módulos durante o ensaio;
- A irradiação incidente no plano dos módulos deve ser superior a 700 W/m^2 ;
- O ensaio deve ser realizado em um momento do dia que o sol esteja iluminando diretamente o arranjo.

As curvas das séries fotovoltaicas idênticas devem ser comparadas em condições de irradiação estáveis e já é esperado uma diferença típica dentro dos 5%. Vários fatores podem ter influência sobre uma diferença expressiva da forma de uma curva IxV. A figura abaixo ilustra os principais tipos de desvios que podem ocorrer. Estas variações na forma da curva podem ocorrer individualmente ou combinado.

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Comissionamento	REV. 01	PÁGINA 11/18

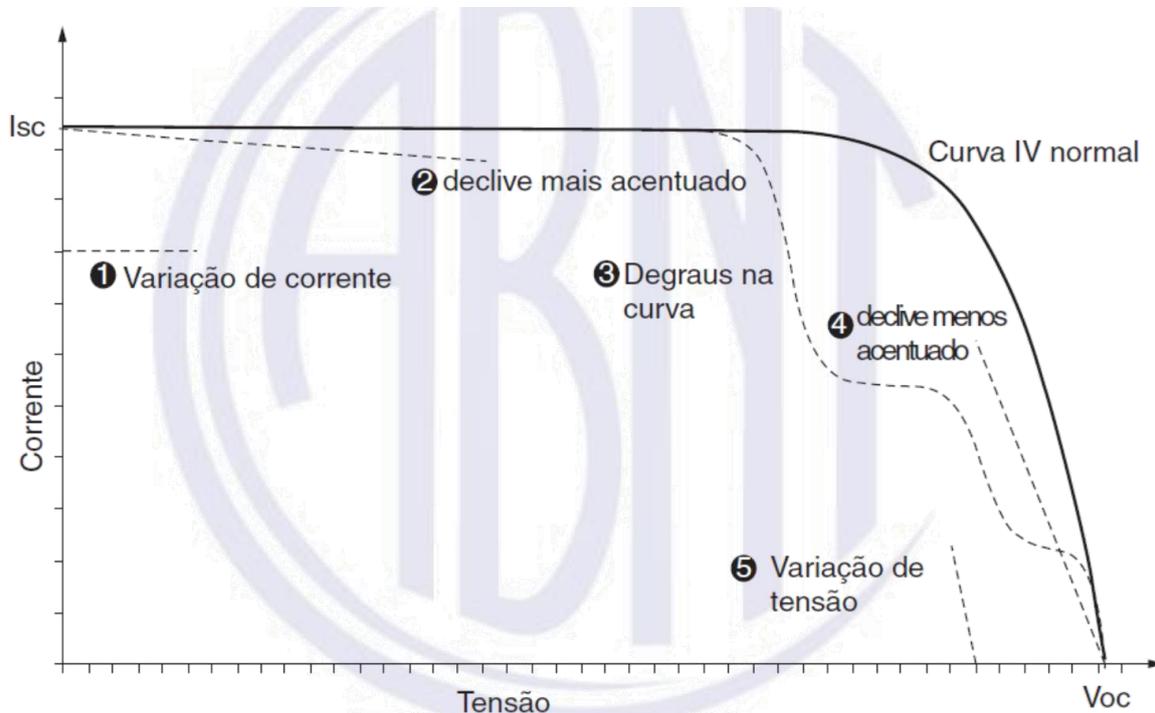


Figura B-1: Variações na forma da curva IxV

Quando um desses desvios for observado, recomenda-se que uma verificação seja executada para assegurar que a diferença entre a curva medida e a prevista não seja por erros de medição, ou problemas de configuração do instrumento de medição, ou dados do sistema fotovoltaico informados incorretamente.

1. Variação de corrente: Variação da forma da curva ocasionada em decorrência de sujeira, obstrução e/ou degradação do arranjo fotovoltaico, ou devido à irregularidade no número de séries fotovoltaicas em paralelo, ou ainda, devido a causas de desvio na medição, por problemas de calibração do sensor de irradiação, sensor de irradiação montado incorretamente no plano do arranjo fotovoltaico, ou alteração da irradiação entre a medição no plano (real) e do instrumento de ensaio de curva IxV;
2. Declive mais acentuado: Variação da inclinação da curva na parte superior provavelmente devido a caminhos de *shunt* nas células fotovoltaicas, ou descasamento da I_{sc} dos módulos. Corrente *shunt* é qualquer corrente que atravessa a célula fotovoltaica, geralmente devido a defeito na própria célula ou nas interconexões entre células, podendo causar pontos quentes localizados (*hotspots*), que podem ser facilmente identificados por ensaios com câmera Infravermelha. Diferenças de I_{sc} entre módulos de uma série fotovoltaica podem ocorrer devido a discrepâncias de fabricação ou a certas situações de sombreamento, enquanto um sombreamento significativo causa degraus na curva IxV, sombras menores podem causar esse efeito na série fotovoltaica;



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Comissionamento	REV. 01	PÁGINA 12/18

3. Degraus na curva: Degraus na curva são indícios de descasamento entre diferentes áreas do arranjo ou do módulo fotovoltaico. O desvio da curva indica que o diodo de *by-pass* está conduzindo e que alguma corrente está sendo desviada da série protegida pelo diodo. Isto pode ocorrer devido a arranjo ou módulo fotovoltaico parcialmente sombreado, célula ou módulo fotovoltaico danificado, ou o diodo de *by-pass* curto-circuitado;
4. Declive menos acentuado: Variação da inclinação na parte final da curva entre o ponto de máxima potência e o ponto V_{OC} é influência direta do aumento da resistência série do circuito a ser ensaiado. Possíveis causas podem incluir danos ou falhas na fiação do arranjo fotovoltaico, cabeamento insuficientemente dimensionado, falhas nas interconexões dos módulos ou arranjos fotovoltaicos, ou o aumento da resistência série do módulo;
5. Variação de tensão: Variação da curva devido ao número incorreto de módulos na série fotovoltaica, a diferença de temperatura da célula (real) e a medida pelo dispositivo de ensaio de curva $I \times V$, sombreamento significativo e uniforme em toda célula/módulo/série fotovoltaica, ou diodo de *by-pass* totalmente em condução/curto.

B.3.4 Ensaios Funcionais

Os ensaios funcionais devem ser realizados nos dispositivos de seccionamento e inversores, para garantir o funcionamento correto e verificar se estão devidamente montados e conectados, atestando a qualidade, a segurança e a confiabilidade dos equipamentos.

Através da operação efetiva dos equipamentos, verificar o comportamento em aberturas, religações e alarmes dos dispositivos de seccionamento.

B.3.5 Ensaio de Resistência de Isolamento dos Circuitos CC

Este teste deve ser realizado nos arranjos fotovoltaicos para detectar e diagnosticar falhas nos condutores e equipamentos elétricos.

Esse teste apresenta risco de choque elétrico em potencial devido ao fato de não se poder isolar os arranjos fotovoltaicos durante a realização do mesmo. Sendo assim, algumas medidas de segurança devem ser tomadas antes de iniciá-lo:

- Limitar o acesso à área de trabalho;
- Tomar medidas para que nenhuma pessoa toque ou tenha qualquer tipo de contato com qualquer superfície metálica;
- Tomar medidas para que nenhuma pessoa toque ou tenha qualquer tipo de contato com a parte traseira ou com os terminais dos módulos;
- O equipamento de medição deve ter capacidade de autodescarga automática;
- EPI's apropriados devem ser utilizados durante a realização do ensaio:
 - Luvas de proteção classe 0 (isolação para 1000 V);
 - Capacete de proteção classe B;

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Comissionamento	REV. 01	PÁGINA 13/18

- Óculos de proteção;
- Botas de segurança;

Os resultados das medições devem estar consistentes com os valores da tabela a seguir:

Tabela B-2: Valores mínimos de resistência de isolamento

Tensão do Sistema [V] ($V_{oc\ stc} \times 1,25$)	Tensão do Teste [V]	Resistência Mínima de Isolamento [$M\Omega$]
< 120	250	0,5
120 – 500	500	1
> 500	1000	1

B.3.6 Ensaio com Câmera Infravermelha (IR)

A finalidade de uma inspeção com câmera infravermelha é detectar variações de temperatura anormais em módulos fotovoltaicos em operação no sistema. Tais variações podem indicar problemas dentro dos módulos, como células reversamente polarizadas, falha do diodo *by-pass*, falha de conexões com solda, conexões ruins e outras condições que levam a altas temperaturas localizadas durante a operação.

A temperatura do módulo deve ser relativamente uniforme, sem áreas com diferença de temperatura significativa. No entanto é de se esperar que o módulo esteja mais quente em torno da caixa de conexão e apresente um gradiente de temperatura nas extremidades e suporte. Um ponto quente (*hotspots*) em qualquer outro lugar geralmente indica um problema elétrico, possivelmente resistência série, resistência paralelo ou descasamento de parâmetros (*mismatch*). Os módulos que apresentarem *hotspot* devem ser rejeitados ou substituídos.

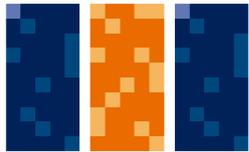
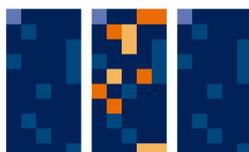
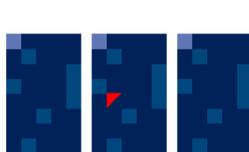
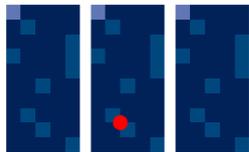
Se qualquer diodo *by-pass* estiver quente, verificar o arranjo fotovoltaico em busca de sombreamento ou detritos sobre o módulo fotovoltaico, se não houver nenhuma causa óbvia, suspeitar que seja mal funcionamento do módulo fotovoltaico. Se as células individuais, ou conjunto de células, apresentarem um ponto mais quente (*patchwork pattern*), a causa geralmente pode ser diodos de *by-pass* defeituosos, curto-circuitados internamente ou uma incompatibilidade de células.

As conexões entre os cabos dos módulos não podem ser significativamente mais quentes do que os próprios cabos, caso esteja, verificar se as conexões estão frouxas, corroídas ou oxidadas.

As partes dos módulos fotovoltaicos mais quentes que as demais aparecerão claramente destacadas na imagem térmica, dependendo da sua forma e localização, esses pontos e áreas quentes podem indicar diferentes defeitos ou problemas. A tabela abaixo oferece orientações sobre a interpretação de possíveis problemas identificado por meio dessas fotografias infravermelhas do sistema fotovoltaico.

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Comissionamento	REV. 01	PÁGINA 14/18

Tabela B-3: Resumo dos erros, causas e impactos sobre as fotografias infravermelhas

Descrição	Erros prováveis	Causas possíveis	Medições elétricas	Nota	Imagem
Um módulo uniformemente mais quente que o outro	Módulo está em circuito aberto	Módulo não está conectado	Geralmente o módulo está totalmente funcional, porém não conectado		
Aquecimento de um módulo em linhas (1ª série fotovoltaica)	Uma linha em curto-circuito	Defeito no diodo do <i>by-pass</i> . Curto-circuito interno	Perda de potência (Redução do Voc)	Manchas de vapor encontradas através de medições de IR	
Células individuais, distribuídas aleatoriamente, claramente mais quentes	Módulo em curto-circuito	Todos os diodos do <i>by-pass</i> defeituosos	Desempenho do módulo próximo à zero (Voc muito reduzida)	Padrão <i>patchwork pattern</i>	
Uma célula muito mais quente		Células defeituosas	Não há necessariamente redução da potência	É necessária inspeção visual	
Fração de uma célula muito mais quente	Fissura de uma célula	Ação mecânica externa	Drástica redução de potência: redução de Isc e FF	Somente através de medição IR do <i>hotspot</i> se pode detectar a fissura. Substituição do módulo	
Aquecimento em forma de pontos	Artefato sobre a célula	Sombreamento devido a dejetos de pássaros e outros.	Redução de potência, dependendo do tamanho e da interligação das células	É necessária inspeção visual	
	Ruptura na célula	Erro de fabricação	Redução da potência, dependendo do tamanho das fissuras	Somente através de medição IR do <i>hotspot</i> se pode detectar a fissura	



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Comissionamento	REV. 01	PÁGINA 15/18

Também devem ser inspecionados através do ensaio com câmera infravermelha todas as caixas de junção e quadros elétricos do sistema fotovoltaico, a procura de possíveis problemas nos seguintes componentes:

- Contatos e conexões;
- Condutores;
- Barramentos;
- Fusíveis;
- Disjuntores;
- DPS;
- Plugues.

O aquecimento anormal destes componentes está associado ao fluxo de corrente excessiva de circuitos sobrecarregados, ou à resistência elevada, causada pelo mal contato ou por superfícies de contato com qualidades inadequadas.

B.3.7 Análise da Qualidade de Energia Elétrica

Essa análise estabelece os procedimentos relativos à qualidade da energia elétrica (QEE). A análise deve respeitar os padrões e requisitos mínimos da norma IEC 61000-4, sendo capaz de medir todos os fenômenos da QEE em regime permanente e transitório.

A seguir estão as medidas a serem realizadas e seus respectivos limites:

1. Tensão em regime permanente: Compreende o intervalo de tempo da leitura de tensão, definido como sendo dez minutos, em que não ocorrem distúrbios elétricos. Os valores obtidos por medições devem ser comparados à tensão de referência, a qual deve ser a tensão nominal do sistema, de acordo com o nível de tensão do ponto de conexão;
2. Fator de potência: Para unidades consumidoras com tensão inferior a 230 kV, o fator de potência no ponto de conexão deve estar compreendido entre 0,92-1,00 indutivo ou 1,00-0,92 capacitivo, de acordo com a norma vigente;
3. Harmônicos: As distorções harmônicas são fenômenos associados a deformação nas formas de onda das tensões e correntes em relação à onda senoidal da frequência fundamental. Os limites das distorções harmônicas totais (em % da tensão fundamental) são estabelecidas abaixo:

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Comissionamento	REV. 01	PÁGINA 16/18

Tabela B-4: Limites das distorções harmônicas totais

Indicador	Tensão nominal		
	$V_n \leq 1 \text{ kV}$	$1 \text{ kV} < V_n < 69 \text{ kV}$	$69 \text{ kV} < V_n < 230 \text{ kV}$
DTT%	10%	8%	5%
DTT _p %	2,5%	2%	1%
DTT _i %	7,5%	6%	4%
DTT ₃ %	6,5%	5%	3%

DTT% - Distorção harmônica total de tensão; DTT_p% - Distorção harmônica total de tensão para as componentes pares não múltiplas de 3; DTT_i% - Distorção harmônica total de tensão para as componentes ímpares não múltiplas de 3; DTT₃% - Distorção harmônica total de tensão para as componentes múltiplas de 3;

4. Desequilíbrio de tensão: Fenômeno associado a alterações dos padrões trifásicos do sistema de distribuição, caracterizado por qualquer diferença verificada nas amplitudes entre as três tensões de fase do sistema trifásico, e/ou na defasagem elétrica de 120° entre tensões de fase. O limite de referência estabelecido para o fator de desequilíbrio (FD%) deve ser igual ou inferior aos valores da tabela abaixo.

Tabela B-5: Limites para desequilíbrio de tensão

Indicador	Tensão nominal	
	$V_n \leq 1 \text{ kV}$	$1 \text{ kV} < V_n < 230 \text{ kV}$
FD%	3%	2%

5. Flutuação de tensão: É uma variação aleatória, repetitiva ou esporádica do valor eficaz ou de pico da tensão instantânea. A tabela abaixo fornece os limites a serem utilizados para avaliação do desempenho do sistema de distribuição quanto às flutuações de tensão.

Tabela B-6: Limites para flutuação de tensão

Indicador	Tensão nominal		
	$V_n \leq 1 \text{ kV}$	$1 \text{ kV} < V_n < 69 \text{ kV}$	$69 \text{ kV} < V_n < 230 \text{ kV}$
Pst%	1 pu	1,5 pu	2 pu

6. Variação de frequência: O sistema de distribuição e as instalações de geração conectadas ao mesmo devem, em condições normais de operação e em regime permanente, operar dentro dos limites de frequência situados entre 59,9 Hz e 60,1 Hz.



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Comissionamento	REV. 01	PÁGINA 17/18

B.4 ETAPA 3 – Relatório de Verificação

Após a conclusão da etapa de verificação, um relatório deve ser fornecido. Este relatório deve incluir todos documentos gerados na etapa anterior, compondo-se das listas de inspeções, certificados de conformidade e resultados dos ensaios de comissionamento, incluindo uma recomendação de um intervalo para uma próxima verificação.

B.5 ETAPA 4 – Avaliação de Desempenho

A avaliação do desempenho tem como objetivo analisar o comportamento dos principais componentes do sistema para estimar parâmetros anuais de desempenho, bem como a produção de energia. Os testes serão executados pela CONTRATADA, com o acompanhamento da CONTRATANTE. A garantia da CONTRATADA, quanto aos valores técnicos, será a produção anual de energia elétrica em kWh.

O procedimento de avaliação de desempenho, segundo a norma NBR 16274:2014, deve ser realizado após a conclusão do comissionamento e operacionalização do sistema fotovoltaico. A avaliação de desempenho só deve ser prosseguida depois que todos os ajustes operacionais tenham sido definidos, possíveis problemas (identificados nas inspeções e ensaios de comissionamento da etapa dois) tenham sido corrigidos e os módulos fotovoltaicos tenham sofrido a degradação inicial. Desta forma, é conveniente a espera de pelo menos um mês após o início da operação do sistema para a realização da avaliação de desempenho.

Os seguintes parâmetros técnicos são exigidos para a avaliação de desempenho:

- Energia medida no ponto de conexão do sistema fotovoltaico [kWh];
- Energia na saída dos inversores [kWh];
- Irradiação solar global no plano dos módulos [kWh/m²];
- Temperatura dos módulos [°C];
- Temperatura ambiente [°C].

O teste de desempenho deve ser efetuado conforme especificações do documento:

“FVT.2018.079.MG.AEDAS.ET.Analise.Desempenho.R00”

Após a conclusão das medições, todos os dados relevantes, cálculos e avaliações de resultados devem ser revisados pela CONTRATANTE.



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Comissionamento	REV. 01	PÁGINA 18/18

B.6 ETAPA 5 – Documentação Final

Para finalizar o processo de comissionamento, os detalhes do desenvolvimento e os resultados deverão ser apresentados em um único relatório, constando datas corretas do período de comissionamento, registro dos nomes e assinaturas de todos os participantes do comissionamento, constituindo-se dos seguintes documentos:

- Documentação do Sistema;
- Relatório de Verificação;
- Relatório de Avaliação de Desempenho;
- Lista de Pendências;
- Lista de Materiais Sobressalentes.

A lista de pendência nada mais é que um documento que apresente os pontos de menor importância, ou seja, que não apresentam impacto sobre a produção de energia do sistema fotovoltaico e nem em sua durabilidade e confiabilidade, sendo resolvido dentro do período estabelecido.

Após a entrega do relatório de comissionamento e a verificação pela CONTRATANTE, o Certificado de Aceitação Final (CAF) poderá ser emitido. Esse documento é preparado pela CONTRATADA e assinado pela CONTRATANTE. O período de garantia do sistema só terá início a partir da data de emissão do CAF.

Toda a documentação deve ser apresentada em formato digital, com uma cópia impressa.

Sistema Fotovoltaico Flutuante

UFV Veredas Solares

Especificações Técnicas – Monitoramento

ANEXO

Especificação de técnica de computador a ser adquirido com a finalidade de efetuar o processamento e transmissão de informações ao servidor/sistema de gerenciamento da plantadas, advindas de sensores, dataloggers e equipamentos a serem instalados na UFVf Veredas Sol e Lares.

PLACA PRINCIPAL

- Arquitetura ATX ou BTX;
- 4 (quatro) slots para memória tipo DDR3, permitindo a instalação de até 16 (dezesesseis) Gigabytes;
- Deverá possuir 3 (três) slots livres tipo PCI-E, sendo 1 (um) do tipo PCI Express 16x. Caso a controladora de vídeo seja do tipo off board, está deverá ser obrigatoriamente do tipo PCI-Express 16X. Nesta hipótese o equipamento deverá possuir 2 (duas) interfaces PCI-E livres.
- Controladora SATA 3 ou versão superior, integrada e compatível com os periféricos adiante especificados;
- Suportar boot por pendrive ou disco conectado a uma porta USB 2.0.

BIOS

- Tipo Flash Memory, utilizando memória não volátil e reprogramável, e compatível com os padrões ACPI 2.0 e Plug-and-Play;
- Lançada a partir de 2011 e entregue na versão mais atual disponibilizada pelo fabricante;
- Possuir senhas de Setup para Power On, Administrador e Disco rígido;
- Suporte a tecnologia de previsão/contingenciamento de falhas de disco rígido S.M.A.R.T habilitada;

PROCESSADOR

- Arquitetura 64 bits, com extensões de virtualização e instruções SSE3;
- Sistema de dissipação de calor dimensionado para a perfeita refrigeração do processador, considerando que este esteja operando em sua capacidade máxima, pelo período de 12 horas diárias consecutivas, em ambiente não refrigerado;

MEMÓRIA RAM

- Memória RAM tipo DDR3-1333MHz ou superior, com no mínimo 8 (oito) Gigabytes, em dois módulos idênticos de 4 (quatro) Gigabytes cada, operando em Dual Channel.

CONTROLADORA DE VÍDEO

- Interface controladora de vídeo compatível com WXGA padrão PCI Express 16X ou superior, com capacidade para controlar 02 (dois) monitores simultaneamente e permitir a extensão da área de trabalho, com no mínimo 1 (uma) conector tipo DVI ou DisplayPort e no mínimo 1 (um) conector VGA com pelo menos 512 MB de memória de

vídeo. Caso a interface de vídeo seja integrada, deverá possuir alocação dinâmica de memória. Em todos os casos, deverá possuir compatibilidade com a tecnologia DirectX 10.1. Se as portas digitais forem do tipo displayport, os adaptadores para os monitores deverão ser entregues com o equipamento;

- Taxa de atualização de 60 Hz ou superior.

INTERFACES

- Controladora de Rede, integrada à placa mãe com velocidade de 10/100/1000 Mbps/s, padrões Ethernet, Fast-Ethernet e Gigabit Ethernet, autosenso, full-duplex, plug-and-play, configurável totalmente por software, com conector padrão RJ-45 e função wake-on-lan em funcionamento e suporte a múltiplas VLANs (802.1q e 802.1x).
- Controladora de som com conectores para entrada, saída e microfone na parte traseira do gabinete e com suporte para conexões de saída e microfone na parte frontal do gabinete;
- No mínimo 6 (seis) interfaces USB 2.0 ou superior, sendo pelo menos 2 (duas) instaladas na parte frontal do gabinete sem a utilização de hubs ou portas USB instaladas em adaptadores PCI, com possibilidade de desativação das portas através da BIOS do sistema;
- Fornecer 1 (uma) interface serial padrão RS-232C-UART 16550, ou superior, com conector DB-9; 5. Fornecimento de 1 (uma) unidade interna leitora de Smartcard no gabinete ou integrado no teclado compatível com o Sistema Operacional instalado no desktop;
- Leitor de cartões de memória integrado que permita a leitura de pelo menos 3 (três) tecnologias distintas de memórias seguras, dentre elas, devem obrigatoriamente suportar os padrões SD e MMC.

UNIDADE DE DISCO RÍGIDO

- Unidade de disco rígido interna de capacidade de armazenamento de 500 (Quinhentos) Gigabytes, interface tipo Serial ATA 3 de 6 GB/s, cache de 32MB e velocidade de rotação de 7.200 RPM ou configuração superior;
- Deve possuir as tecnologias S.M.A.R.T (Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology) e NCQ (Native Command Queuing).

FONTE DE ALIMENTAÇÃO

- Fonte de alimentação tipo ATX ou BTX para corrente alternada com tensões de entrada de 100 a 240 VAC (+/-10%), 50-60Hz, com ajuste automático, suficiente para suportar todos os dispositivos internos na configuração máxima admitida pelo equipamento (placa principal, interfaces, discos, memórias e demais periféricos) e que implemente PFC (Power Factor Correction) ativo com eficiência igual ou superior a 85% (PFC 80+);

GABINETE

- Conectores de som para entrada, saída e microfone na parte traseira do gabinete
- Sistema de monitoramento de temperatura controlada pela BIOS, adequado ao processador, fonte e demais componentes internos ao gabinete. O fluxo do ar interno deve seguir as orientações do fabricante do microprocessador;
- 3. Botão liga/desliga e indicadores de atividade da unidade de disco rígido e do computador ligado (power-on) na parte frontal do gabinete;

- Acabamento interno composto de superfícies não cortantes;

MONITOR DE VÍDEO

- Tela 100% plana de LED, tamanho mínimo de 19", proporção 16:9, brilho de 250 cd/m2, relação de contraste estático de 1.000:1, 16,2 Milhões de cores;
- Resolução mínima de 1360 X 768 pixels para cada monitor que a placa suporte; 3. Conectores de Entrada obrigatoriamente compatível com a interface de vídeo do desktop sem o uso de adaptadores;
- Deverá possuir um cabo de conexão VGA, um cabo de conexão DVI ou Displayport e um cabo de alimentação;

TECLADO

- Padrão AT do tipo estendido de 107 teclas, com todos os caracteres da língua portuguesa;
- Padrão ABNT-2 e conector compatível com a interface para teclado fornecida para o desktop;

MOUSE

- Tecnologia óptica, de conformação ambidestra, com botões esquerdo, direito e central próprio para rolagem;
- Resolução mínima de 800 (oitocentos) dpi ou superior, conector compatível com a interface para mouse fornecido para o desktop;

SOFTWARES, DOCUMENTAÇÃO E GERENCIAMENTO

- Licença na modalidade OEM, com todos os recursos para garantir atualizações de segurança gratuitas;
- Microsoft Windows 10 Professional 64 bits ou versão superior;
- O sistema operacional deverá ser fornecido no idioma Português BR instalado e em pleno funcionamento, acompanhado de mídias de instalação e recuperação do sistema e de todos os seus drivers, além da documentação técnica em português necessária à instalação e operação do equipamento;
- Fornecer mídias externas (DVDs) contendo os drivers e o sistema operacional ou a imagem do disco rígido com o sistema operacional e drivers já instalados;
- Os componentes dos equipamentos deverão ser gerenciáveis remotamente, assumindo-se que possam estar desligados, porém energizados pela rede elétrica e conectados localmente a rede de dados. Serão exigidas, para efeitos de comprovação deste item a gerencia dos seguintes componentes: BIOS, Vídeo, Teclado e Mouse;



Sistema Fotovoltaico Flutuante

UFV Veredas Solares

Especificações Técnicas – Monitoramento

Município de Grão Mogol – Minas Gerais

Potência Nominal de 1,201 MWp (CC)

Data	26/09/2018
Revisão	R02
Status	Versão Final
Elaborado por	Amadeus Lincon de Oliveira
Responsável Técnico	Engº Gustavo Garcia dos Reis, CREA: 124414/D



PROJETO

USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares

TÍTULO

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Monitoramento

REV.

02

PÁGINA

3/15

ÍNDICE

A.	Introdução	5
A.1	Normas aplicáveis.....	5
A.2	Escopo de fornecimento	6
B.	Especificações Técnicas – Monitoramento	7
B.1	Geral	7
B.2	Monitoramento das string boxes	7
B.3	Monitoramento dos inversores.....	8
B.4	Medidor de Energia.....	9
B.5	Estação meteorológica	10
B.5.1	Piranômetros	10
B.5.2	Temperatura e Umidade Relativa	11
B.5.3	Anemômetro	11
B.5.4	Biruta	11
B.5.5	Pluviômetro	12
B.5.6	Termômetro de superfície.....	12
B.5.7	Datalogger	12
B.5.8	Quadro da estação meteorológica	13
B.5.9	Alimentação da estação solarimétrica	13
B.5.10	Torre metálica	14
B.6	Quadro de monitoramento	14
B.7	Plataforma de monitoramento	14
B.8	Sistema de alimentação – nobreak	15



PROJETO

USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares

TÍTULO

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Monitoramento

REV.

02

PÁGINA

4/15

LISTA DE FIGURAS

Figura B-1 - Fluxograma de monitoramento para o sistema flutuante 7



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Monitoramento	REV. 02	PÁGINA 5/15

A. Introdução

O objetivo desta especificação técnica é definir os parâmetros básicos do sistema de monitoramento da planta fotovoltaica. A CONTRATADA deve seguir as diretrizes definidas neste documento para assegurar uma qualidade de trabalho aceitável. Todas as normas e diretrizes aplicáveis (como normas técnicas nacionais, regulamentos locais, normas de segurança, instruções dos fabricantes de equipamentos a serem montados) devem ser consideradas além desta especificação e os requisitos mínimos mais rigorosos devem ser respeitados pela CONTRATADA.

A CONTRATADA é responsável por implementar os mais altos padrões profissionais e boas práticas durante elaboração do projeto e durante a construção da planta, incluindo também os testes e ensaios em loco e laboratórios. Todos os testes devem ser realizados de acordo com esta especificação e todas as normas aplicáveis. Todo o pessoal envolvido deve ser adequadamente experiente, o laboratório e todo o equipamento deve ser certificado.

Todas as atividades devem visar a plena funcionalidade da usina para uma vida útil de pelo menos 25 anos.

Todas as obras provisórias e todas as medidas para uma execução segura das obras são consideradas incluídas no escopo de trabalho da CONTRATADA.

A CONTRATADA deve usar somente a última revisão dos documentos de projeto na emissão “liberado para construção” (LPC) antes de iniciar qualquer atividade de construção. Os documentos da LPC devem ser devidamente endossados por um profissional registrado, conforme exigido pela regulamentação local aplicável.

Após a conclusão das obras, a CONTRATADA deve fornecer à CONTRATANTE os documentos "como construído" / “as built”.

A.1 Normas aplicáveis

Apenas as normas que são aceitas e aprovadas nacionalmente serão consideradas para Especificação dos equipamentos. A execução das instalações deverá seguir as exigências das normas da ABNT. Na falta desses foram adotados no todo, ou em parte, os parâmetros estabelecidos pelas normas internacionais.

As normas e códigos aqui mencionados deverão ser aplicados, em sua última edição, ao fornecimento de materiais, instalações, testes de performance e aceitação por parte da contratante ou seu representante legal. Em caso de divergências entre as normas, deverá ser aplicado o procedimento mais rigoroso.

A seguir estão as normas aplicáveis a esta especificação técnica, porém não se limitando a:

- ISSO 9060 – Especificação e classificação de instrumentos para medir a radiação solar;
- IEC 60529 – Graus de proteção providos por invóluculos;



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Monitoramento	REV. 02	PÁGINA 6/15

- IEC 61724 – Monitoramento de desempenho de sistemas fotovoltaicos – Orientações para medição e análise;
- IEC 61683 – Medir eficiência do processo de sistemas fotovoltaicos;
- IEC 62446 – Requisitos mínimos para documentação, testes de comissionamento e inspeção;
- IEC 62548 – Instalação e requisitos de segurança para os sistemas fotovoltaicos;
- ABNT NBR 5410 – Execução de instalações elétricas de baixa tensão;

A.2 Escopo de fornecimento

A CONTRATADA é responsável pelo projeto técnico completo e pela construção de todos os itens relacionados ao monitoramento do sistema fotovoltaico flutuante. A lista inclui, mas não se limita a:

- Monitoramento das string boxes;
- Monitoramento dos inversores;
- Medidor de energia;
- Estação meteorológica;
- Quadro de monitoramento;
- Sistema de alimentação – nobreak;

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Monitoramento	REV. 02	PÁGINA 7/15

B. Especificações Técnicas – Monitoramento

B.1 Geral

O monitoramento do sistema fotovoltaico flutuante Veredas Solares consistirá na coleta de dados de todos os componentes do sistema, desde as string boxes até a saída de energia para a concessionária.

O monitoramento das string boxes, inversores, medidor de energia e estação solarimétrica, estarão conectados ao quadro de monitoramento, que reuni todas as informações para enviar a plataforma de monitoramento. Por sua vez, a plataforma de monitoramento será responsável por armazenar e gerir todos os dados do sistema.

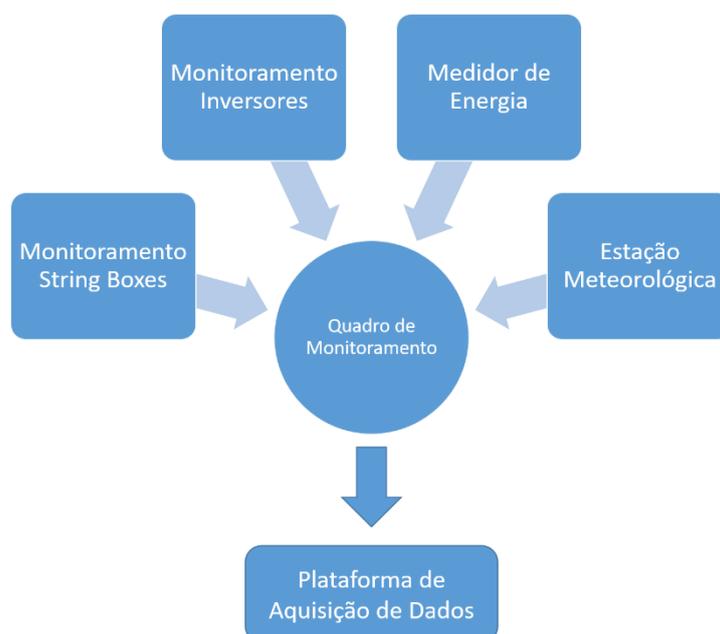


Figura B-1 - Fluxograma de monitoramento para o sistema flutuante

B.2 Monitoramento das string boxes

As string boxes devem estar equipadas com sistema de monitoramento que permite a averiguação de pelo menos os seguintes itens:

- Tensão CC de cada string;
- Corrente CC de cada string;
- Potência de cada string;
- Estado do DPS;
- Tensão de saída;



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Monitoramento	REV. 02	PÁGINA 8/15

- Corrente de saída;
- Potência CC de saída;

A alimentação do sistema de monitoramento da string box deve ser proveniente da própria caixa. A comunicação deve ser através do protocolo Modbus RTU, por meio de cabo RS485 próprio para aplicação externa.

Outros tipos de protocolos podem ser utilizados desde que aprovados previamente pela CONTRATANTE.

B.3 Monitoramento dos inversores

O inversor fotovoltaico deve ser equipado com placa de controle e comunicação (alguns modelos de inversores fornecem essa opção a parte).

A comunicação do inversor pode ser realizada via interface Ethernet ou via RS485, dependendo da disponibilidade do datalogger, porém é necessário que o protocolo seja também o Modbus RTU. Outros tipos de protocolo podem ser utilizados desde que previamente aprovados pela CONTRATANTE.

As variáveis a serem monitoradas nos inversores são, porém não se limitam a:

- Produção de energia de cada inversor;
- Tensão de entrada CC;
- Corrente de entrada CC;
- Potência de entrada CC;
- Tensão da rede;
- Corrente de Saída CA;
- Potência de saída CA;
- Alarmes do inversor;
- Temperatura do inversor;
- Potência aparente;
- Correntes por fase;
- Tensão por fase;
- Fator de potência;
- Potência ativa por fase;
- Potência aparente por fase;



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Monitoramento	REV. 02	PÁGINA 9/15

- Outros parâmetros padrões do próprio inversor.

B.4 Medidor de Energia

O medidor de energia deve ser posicionado no quadro de paralelismo CA de forma que o medidor possa ser acessado mesmo com o quadro fechado e a uma altura adequada para realização da leitura do visor.

As recomendações de instalação do fabricante devem ser seguidas.

A comunicação do medidor deve ser via protocolo Modbus RTU, por meio de cabo RS-485. Outros protocolos podem ser utilizados desde que sejam previamente aprovados pela CONTRATANTE.

O medidor deve ter capacidade para realizar as seguintes leituras, porém não se limitando a:

- Tensão de linha média [V];
- Corrente média [A];
- Fator de potência total;
- Característica do fator de potência;
- Potência ativa total [W];
- Potência reativa total [VAr];
- Potência aparente total [VA];
- Energia ativa total líquida [kWh];
- Energia reativa total líquida [KVARh];

O medidor deve dispor de transformadores de corrente (TC's) instalados nos barramentos principais do quadro de paralelismo de forma a medir a saída do sistema fotovoltaico. Os TC's devem ter as seguintes características:

- Capacidade para suportar a corrente máxima de saída do sistema no primário.
- Corrente máxima no secundário dos TC's deve ser de 5A.
- Classe de tensão 0,6/1,0kV.
- Fator térmico de acordo com especificações do medidor;

O cabeamento deve ser apropriado para a aplicação e as bitolas em conformidade com as respectivas correntes do TC's (seguir recomendações do fabricante).

O modelo do medidor e dos TC's, bem como todas as variáveis de medição, devem ser previamente aprovados pela CONTRATANTE.



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Monitoramento	REV. 02	PÁGINA 10/15

B.5 Estação meteorológica

Com o intuito de avaliar as condições climáticas do local de instalação do sistema flutuante e conseguir avaliar o desempenho da planta fotovoltaica, deve ser prevista a instalação de uma estação meteorológica. A estação deve conter os seguintes sensores:

- 1 Piranômetro - Irradiação solar no plano horizontal;
- 2 Piranômetro - Irradiação solar no plano dos módulos;
- 1 Sensor de temperatura e umidade ambiente;
- 1 Anemômetro – Velocidade do vento;
- 1 Biruta - Direção do vento;
- 1 Pluviômetro - Pluviosidade;
- 5 Sensores de temperatura superficial dos módulos;

Os sensores de irradiação horizontal, velocidade e direção do vento, temperatura e umidade devem ser instalados em uma torre metálica nas proximidades da margem do reservatório. Os sensores de irradiação no plano dos módulos e sensor de temperatura de superfície devem ser instalados junto aos módulos fotovoltaicos.

A estação meteorológica deve dispor de um datalogger que armazenará todos os dados dos sensores. O datalogger deve ser instalado em um quadro metálico que também acomodará todos os circuitos de proteção, alimentação e transmissão de dados da estação.

As especificações de cada sensor estão a seguir.

B.5.1 Piranômetros

Três piranômetros estão previstos para o projeto, sendo um para irradiação global horizontal e 2 para irradiação no plano inclinado (plano dos módulos). O piranômetro horizontal deve ser instalado na torre metálica em solo, já os piranômetros inclinados devem ser instalados junto aos módulos fotovoltaicos em pontos distintos (extremidades opostas). Os requisitos mínimos dos piranômetros são:

- Classificação ISSO 9060: Secondary Standard;
- Faixa espectral 285 até 3000nm;
- Temperatura de operação: -40 a +80°C;
- Faixa de medição: 0 a 1600 W/m²;
- Saída MODBUS e analógica (4 a 20mA) – compatível com o logger;
- Cabo resistente a UV e a umidade;

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Monitoramento	REV. 02	PÁGINA 11/15

- Certificado de garantia e calibração.

B.5.2 Temperatura e Umidade Relativa

O sensor de temperatura e umidade deve ser instalado na torre metálica em solo. As mínimas características que o sensor deve ter são:

- Range de Temperatura ambiente: -30 a +70°C;
- Range de umidade relativa: 0 a 100%;
- Precisão (temperatura/umidade): $\pm 0,2$ °C / $\pm 2,5\%$ ou superior;
- Resolução (temperatura/umidade): 0,02 °C / 0,1% ou superior;
- Desvio anual: < 0,1°C por ano;
- Proteção contra ação agentes externos;
- Saída de comunicação compatível com o datalogger;
- Cabo resistente a UV e a umidade;
- Certificado de garantia;

B.5.3 Anemômetro

O anemômetro deve ser instalado na torre metálica em solo em posição referente a direção predominante do vento. O sensor deve ser instalado de tal forma que não produza nenhum efeito de sombreamento sobre os piranômetros. Para o anemômetro, temos como características mínimas:

- Faixa de medição: 0 – 50 m/s;
- Precisão $\pm 3\%$ ou superior;
- Resolução < 0,1m/s;
- Saída de comunicação compatível com o datalogger;
- Cabo resistente a UV e a umidade;
- Certificado de garantia;

B.5.4 Biruta

A biruta também deve ser instalada na torre metálica em solo e ser instalado de tal forma que não produza nenhum efeito de sombreamento sobre os piranômetros. Suas principais características são:

- Range de medição: 0 – 360°;
- Precisão: $\pm 2\%$ ou superior;
- Resolução: < 2,5°;

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Monitoramento	REV. 02	PÁGINA 12/15

- Saída de comunicação compatível com o datalogger;
- Cabo resistente a UV e a umidade;
- Certificado de garantia;

B.5.5 Pluviômetro

O pluviômetro deve ser instalado em solo nas proximidades da torre metálica, de tal forma que não haja interferência sobre seu coletor. A seguir estão as características mínimas do pluviômetro:

- Range de medição: 0 a 6000mm;
- Resolução: 0,2mm;
- Precisão: 4% ou superior;
- Saída de comunicação compatível com o datalogger;
- Cabo resistente a UV e a umidade;
- Certificado de garantia;

B.5.6 Termômetro de superfície

Será previsto a instalação de 5 sensores de temperatura de superfície dos módulos, de forma que cada sensor seja instalado em um tipo diferente de módulo. O sensor deve ser posicionado no meio da célula fotovoltaica com fita adesiva dupla face acrílica de alta adesão (resistente a altas temperaturas). Um conversor de sinal para MODBUS RTU deve ser previsto devido a distância entre sensores e logger. Suas características são:

- Resistor platino PT100 ou PT1000 com 3 ou 4 fios;
- Range de medição: -20 a +120°C
- Precisão 100Ω, classe “B” ou superior;
- Conversor de sinal PT100 para MODBUS RTU – RS485;
- Cabo resistente a UV e a umidade;
- Certificado de garantia;

B.5.7 Datalogger

O datalogger será instalado no quadro de comunicação da estação meteorológica deve ser compatível com todos os sensores. Suas características mínimas são:

- Número de entradas analógicas de tensão compatíveis com a quantidade de sensores;
- Número de entradas analógicas de corrente compatível com a quantidade de sensores;

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Monitoramento	REV. 02	PÁGINA 13/15

- Número de entrada de contador de pulsos compatível com a quantidade de sensores;
- Pelo menos 1 Porta RS-485 para conexão de até 8 sensores simultâneos;
- Saída 5V;
- Saída fonte de corrente;
- Saída USB;
- Saída Ethernet TCP/IP;
- Capacidade de armazenamento de dados: 2G;
- Proteção contra surtos classe III (ou superior) integrado;

B.5.8 Quadro da estação meteorológica

O quadro da estação solarimétrica será instalado na torre metálica, junto ao sensor de irradiação horizontal, velocidade e direção do vento, temperatura e umidade. O quadro deve ser projetado para suportar ambientes agressivos (alta umidade, temperatura e exposição ao sol constante).

No quadro serão instalados o datalogger da estação solarimétrica e todos os componentes necessários para conexão dos sensores, alimentação dos circuitos e transmissão de dados. Suas características mínimas são:

- Quadro metálico em chapa de aço (mínimo de 1,2mm);
- Pintura eletrostática em pó poliéster cinza;
- Chapa de montagem em chapa de aço (mínimo de 2,5mm) com pintura eletrostática em pó poliéster laranja;
- Grau de proteção IP 65;
- Sistema de fechamento por chave;
- Sensor de abertura de porta;
- As dimensões do quadro devem ser condizentes com todos os equipamentos instalados em seu interior;
- Toda a estrutura do quadro deve estar corretamente aterrada;

B.5.9 Alimentação da estação solarimétrica

Duas soluções podem ser adotadas para realizar a alimentação da estação solarimétrica:

- A primeira é a utilização de um pequeno gerador fotovoltaico com bateria. O módulo deve ser instalado na torre metálica orientado ao norte e de forma que não cause sombreamento nos sensores ou seja sombreado por eles ou qualquer outra parte da torre. Deve ser previsto a utilização de um controlador de carga para o carregamento da bateria que deve ser de 12V / 12Ah.



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Monitoramento	REV. 02	PÁGINA 14/15

- A segunda opção é a utilização de um ponto de energia e uma fonte CC 12V instalado dentro do quadro elétrico da estação. O ponto de energia deve estar diretamente conectado ao nobreak da sala de inversores/subestação para que não haja interrupção no fornecimento de energia da estação.

B.5.10 Torre metálica

A torre terá função de suporte para os sensores de irradiação horizontal, temperatura e umidade, direção e velocidade do vento, além do quadro da estação e da fonte de alimentação (módulos fotovoltaicos).

A torre deve ser metálica galvanizada a fogo ou com pintura eletrostática em pó poliéster. Deve permitir a instalação de todos os sensores de forma correta, sem que nenhum interfira no funcionamento dos mesmos (por exemplo, sombreamentos).

A torre deve ter altura mínima de 2m, ser estável e estática para não interferir nas medições, caso necessário deve ser estaiada. A estrutura deve estar diretamente conectada a malha de aterramento do sistema.

B.6 Quadro de monitoramento

As especificações do quadro de monitoramento podem ser encontradas no documento:

“FVT.2018.079.MG.AEDAS.ET.Quadros.Eletricos.R01”

B.7 Plataforma de monitoramento

Será responsável por fazer a gestão e o armazenamento de todos os dados do sistema fotovoltaico flutuante. A plataforma deve possibilitar o acesso remoto ao sistema.

Deve ser compatível com o modelo do datalogger e ser capaz de interpretar todas as leituras realizadas por todos os componentes de monitoramento da planta.

Além disso, a plataforma deve dispor de um sistema de envio de relatórios periódicos de dados e que possam ser definidos pelo usuário, visualização gráfica das grandezas medidas e exportação dos dados via planilha (.CSV ou .xlsx).

De forma geral, a plataforma deve fornecer as seguintes informações:

- Informações básicas da planta (potência, quantidade de módulos, inversores, etc.);
- Dados em tempo real e registrado de 10 em 10 minutos;



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Sol e Lares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Monitoramento	REV. 02	PÁGINA 15/15

- Valores médios, diário, mensal e anual da energia produzida para cada inversor e a total da usina;
- Alarmes/falhas de qualquer componente monitorado da planta;
- Avaliação automatizada do desempenho da planta (*performance ratio* - PR), incluindo a comparação do real com o esperado;
- Visualização gráfica dos dados de modo agregado mostrado a evolução do dia, mês e ano para todas as grandezas medidas;
- Visualização dos dados em forma de relatórios e tabelas/planilhas com opção de configuração dos dados a serem mostrados e o período (diário, semanal, mensal ou anual);

B.8 Sistema de alimentação – nobreak

O sistema fotovoltaico flutuante deve dispor de um sistema de alimentação auxiliar para todos os dispositivos de monitoramento e segurança (estação solarimétrica, quadro de monitoramento, medidor de energia e central de alarmes) para que em uma eventual falta de energia, esses sistemas continuem operando.

O sistema de alimentação deve conter um banco de baterias e um nobreak com capacidade de carga correspondente a soma de todos os circuitos que ele deve abastecer. O sistema deve ter autonomia de pelo menos 2 dias.



Sistema Fotovoltaico Flutuante

UFV Veredas Solares

Especificações Técnicas – Análise de Desempenho

Município de Grão Mogol – Minas Gerais

Potência Nominal de 1,201 MWp (CC)

Data	26/09/2018
Revisão	R01
Status	Versão Inicial
Elaborado por	Amadeus Lincon de Oliveira
Responsável Técnico	Eng° Gustavo Garcia dos Reis, CREA: 124414/D



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Solares	
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Análise de Desempenho	REV. 01
		PÁGINA 3/6

ÍNDICE

A.	Introdução	4
A.1	Normas aplicáveis.....	4
A.2	Definições	4
B.	Especificações Técnicas – Análise de desempenho (PR)	5
B.1	Período de teste	5
B.2	Método de cálculo da taxa de desempenho	5



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Solares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Análise de Desempenho	REV. 01	PÁGINA 4/6

A. Introdução

O objetivo desta especificação técnica é definir os parâmetros básicos para a análise de desempenho da planta fotovoltaica. A CONTRATADA deve seguir as diretrizes definidas neste documento para assegurar uma qualidade de trabalho aceitável.

O método utilizado para determinação do desempenho da planta consiste na comparação da Taxa de Desempenho Esperado (Performance Ratio – PR) e a Taxa de Desempenho Medida da planta, onde o primeiro é calculado a partir do modelo de referência do projeto utilizando dados solarimétricos medidos no local, e o segundo calculado a partir da produção de energia medida da planta. Como o método trabalha com a razão entre as taxas de desempenho e utiliza a mesma fonte de dados solarimétricos, acaba-se que anulando as incertezas relacionadas a eles, o que não acontece em outros modelos de cálculo do PR, e torna a confiabilidade do método maior.

A.1 Normas aplicáveis

A seguir estão as normas aplicáveis a esta especificação técnica, porém não se limitando a:

- IEC TS 61724-3:2016 Performance de sistemas fotovoltaicos – Parte 3: Método de avaliação de energia.

A.2 Definições

- Fronteiras de teste: Definido como a totalidade do sistema de geração, desde os módulos fotovoltaicos até o ponto de conexão.
- Taxa de desempenho prevista: Definido como a taxa de desempenho (performance ratio – PR) calculada pelo modelo de referência do projeto utilizando dados climatológicos de uma série histórica do local.
- Taxa de desempenho esperada: É a taxa de desempenho calculada pelo modelo de referência do projeto utilizando dados climatológicos medidos durante o teste de desempenho.
- Taxa de desempenho medida: É a taxa de desempenho medida durante o teste de desempenho utilizando os dados climatológicos medidos durante o teste.
- Modelo de referência do projeto: Modelo do projeto elaborado utilizando o software computacional PVsyst.

PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Solares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Análise de Desempenho	REV. 01	PÁGINA 5/6

B. Especificações Técnicas – Análise de desempenho (PR)

B.1 Período de teste

O teste de desempenho será realizado ao longo do primeiro ano de operação do projeto.

B.2 Método de cálculo da taxa de desempenho

Para determinação da Taxa de Desempenho Medida (TDM), considera-se o total de energia medida durante o período de testes em relação a energia incidente, conforme equação abaixo.

$$TDM = \frac{E_{ACM}/P_{STC}}{G_{POA}/G_{STC}}$$

Onde,

E_{ACM} é a energia medida na fronteira do projeto durante a fase de testes [kWh];

P_{STC} é a potência nominal dos módulos fotovoltaicos em STC [kWp];

G_{POA} é a irradiação no plano do módulo durante o período de testes [kWh/m²];

G_{STC} é a irradiação de referência para a correlação, constante a 1000 kWh/m²;

Da mesma forma, no cálculo da Taxa de Desempenho Esperada (TDE), considera-se a energia esperada em relação a energia incidente durante o período de testes, conforme abaixo.

$$TDE = \frac{E_{ACE}/P_{STC}}{G_{POA}/G_{STC}}$$

Onde,

E_{ACE} é a energia esperada na fronteira do projeto durante a fase de testes [kWh].



PROJETO	USINA FOTOVOLTAICA – Veredas Solares		
TÍTULO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Análise de Desempenho	REV. 01	PÁGINA 6/6

Para os cálculos de Energia Medida e Energia Esperada, deve-se levar em consideração todas as indisponibilidades e incertezas do projeto (variabilidade dos dados, incertezas de medição, simulação, etc.)

A avaliação de desempenho tem como resultado a razão encontrada entre a Taxa de Desempenho Medida (TDM) e a Taxa de Desempenho Esperada (TDA):

$$\text{Desempenho do Projeto} = \frac{TDM}{TDA} = \frac{E_{ACM}}{E_{ACE}}$$

O teste será considerado bem-sucedido quando:

$$\text{Desempenho do Projeto} \geq 1,00 - \text{Incertezas}$$

Onde as incertezas são as mesmas considerados no cálculo de Energia Esperada.

No caso de não atendimento do Desempenho de Projeto Garantido no primeiro ano, as partes podem acordar se o valor para o segundo ano será modificado para compensar o déficit encontrado.