



PREFEITURA MUNICIPAL DE PACARAÍMA
Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos
Rua Monte Roraima, S/N - Centro. Pacaraima/Roraima. CEP: 69.345-000.
Tel.: (95) 3592-1268 - E-mail: prefeitura@pacaraima.rr.gov.br

MEMORIAL DESCRITIVO

OBJETO: FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO ZERO GRID COM ARMAZENAMENTO DE ENERGIA NOS PRÉDIOS PÚBLICOS DO MUNICÍPIO DE PACARAÍMA/RR.

DESCRIÇÃO DO BEM/SERVIÇO: SERVIÇO ESPECIALIZADO DE AQUISIÇÃO, FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE SISTEMAS DE MICROGERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA ZERO-GRID NA ESCOLA MUNICIPAL CASIMIRO DE ABREU, ESCOLA M. DE ED. INF. E FUND. ALCIDES DA CONCEIÇÃO LIMA, ESCOLA M. DE ENSINO FUND. PROF. GISELE LIMA DA SOLEDADE, CRECHE MUNICIPAL JESSYKA CHRISTINE CARVALHO DA CRUZ, ESCOLA M. DE ED. INF. PROF. RAIMUNDO NONATO LEDA DOS SANTOS E ESCOLA MUNICIPAL INDÍGENA OSVALDO FRANCO.

LOCALIZAÇÃO: ESCOLA MUNICIPAL CASIMIRO DE ABREU, ESCOLA M. DE ED. INF. E FUND. ALCIDES DA CONCEIÇÃO LIMA, ESCOLA M. DE ENSINO FUND. PROF. GISELE LIMA DA SOLEDADE, CRECHE MUNICIPAL JESSYKA CHRISTINE CARVALHO DA CRUZ, ESCOLA M. DE ED. INF. PROF. RAIMUNDO NONATO LEDA DOS SANTOS E ESCOLA MUNICIPAL INDÍGENA OSVALDO FRANCO.

NOVEMBRO/2025

PACARAÍMA/RR



PREFEITURA MUNICIPAL DE PACARAIMA
Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos
Rua Monte Roraima, S/N - Centro. Pacaraima/Roraima. CEP: 69.345-000.
Tel.: (95) 3592-1268 - E-mail: prefeitura@pacaraima.rr.gov.br

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. CAMPO DE APLICAÇÃO	1
2. NORMAS TÉCNICAS APLICÁVEIS.....	2
2.1. LEGISLAÇÃO FEDERAL.....	2
2.2. NORMAS BRASILEIRAS.....	2
2.3. NORMAS TÉCNICAS INTERNACIONAIS	4
2.4. NORMAS DA CONCESSIONÁRIA RORAIMA ENERGIA	5
2.5. TERMOLOGIA E DEFINIÇÕES	6
2.5.1. SISTEMA INDIVIDUAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA COM FONTE INTERMITENTE (SIGFI)	6
2.5.2. CÉLULA FOTOVOLTAICA	6
2.5.3. PAINÉL FOTOVOLTAICO.....	6
2.5.4. BANCO DE BATERIAS	6
2.5.5. CARGAS.....	6
2.5.6. ARRANJO FOTOVOLTAICO.....	7
2.5.7. BAIXA TENSÃO.....	7
2.5.8. POTÊNCIA	7
2.5.9. WATT PICO - Wp	7
2.5.10. WATT HORA - Wh.....	7
2.5.11. AMPÉRE HORA - Ah	7
2.5.12. CARGA INSTALADA	7
2.5.13. CÉLULA SOLAR	7
2.5.14. FONTE DE ENERGIA INTERMITENTE.....	8
2.5.15. COINSUMO DIÁRIO DE REFERÊNCIA.....	8



PREFEITURA MUNICIPAL DE PACARAIMA
Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos
Rua Monte Roraima, S/N - Centro. Pacaraima/Roraima. CEP: 69.345-000.
Tel.: (95) 3592-1268 - E-mail: prefeitura@pacaraima.rr.gov.br

2.5.16. GERADOR FOTOVOLTAICO	8
2.5.17. CAIXA DE PASSAGEM.....	8
2.5.18. CICLO DE VIDA.....	8
2.5.19. INVERSOR CC/CA	8
2.5.20. MÓDULO FOTOVOLTAICO	8
2.5.21. PONTO DE ENTREGA.....	8
2.5.22. UNIDADE CONSUMIDORA	9
2.5.23. COMISSIONAMENTO	9
2.5.24. AUTONOMIA	9
2.5.25. NORMAS E PADRÕES DA DISTRIBUIDORA	9
2.5.26. INSTALAÇÃO DE CONEXÃO	9
2.5.27. CONDIÇÕES PADRÃO DE ENSAIO (STANTARD TEST CONDITIONS – STC) 9	
2.5.28. POTÊNCIA MÍNIMA DISPONIBILIZADA	10
2.5.29. PROFUNDIDADE DE DESCARGA (DOD – DEPTH OF DISCHARGING)...	10
2.5.30. SEGMENTO DO PONTO DE MÁXIMA POTÊNCIA (MPPT – MAXIMUM POWER POINT TRACKING)	10
2.5.31. SISTEMA DE GERENCIAMENTO DO ACUMULADOR (BATTERY MANAGEMENT SYSTEM – BMS).....	10
2.5.32. SISTEMA FOTOVOLTAICO	10
2.5.33. SISTEMA CONECTADO À REDE COM FUNCIONALIDADE ZERO-GRID	10
2.5.34. TENSÃO DE CIRCUITO ABERTO – VCO.....	11
2.5.35. CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO ISC.....	11
2.5.36. ENSAIO DE TIPO	11
2.5.37. ENSAIO DE ROTINA.....	11
2.5.38. AUTO-DESCARGA	11



PREFEITURA MUNICIPAL DE PACARAIMA
Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos
Rua Monte Roraima, S/N - Centro. Pacaraima/Roraima. CEP: 69.345-000.
Tel.: (95) 3592-1268 - E-mail: prefeitura@pacaraima.rr.gov.br

2.5.39. ATERRAMENTO.....	11
3. DEFINIÇÕES DAS UFV'S	12
3.1. CONFIGURAÇÃO BÁSICA DE UMA UFV.....	12
3.2. CARGAS POR ESCOLAS.....	13
4. CRITERIOS GERAIS	14
4.1. UNIDADE DE MEDIDA E IDIOMA.....	14
4.2. CERTIFICAÇÕES, ENSAIOS E TESTES	14
4.2.1. PLACAS DE ADVERTÊNCIAS, SEGURANÇA PATRIMONIAL.....	15
5. LOCALIZAÇÃO DAS UNIDADES - ESCOLAS	17
6. CONFIGURAÇÃO DOS ARRANJOS DOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS..	18
6.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	18
6.2. INVERSOR HÍBRIDO	18
6.3. BATERIAS	19
6.4. ATERRAMENTO DO SISTEMA UFV.....	19
6.5. DESCRIÇÃO MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	20
6.5.1. ESQUEMA DE LIGAÇÃO	20
6.6. DESCRIÇÃO INVERSOR HÍBRIDO	20
6.7. QUADRO ELÉTRICO	21
6.8. ESTRUTURAS DE FIXAÇÃO DOS PAINÉIS	22
7. RADIAÇÃO SOLAR	23
8. DIAGRAMA DE BLOCOS DAS UFV'S	24
9. CONFIGURAÇÃO ZERO-GRID DOS INVERSORES HÍBRIDOS	25
9.1. COMO FUNCIONA	25
9.2. PRINCIPAIS USOS.....	25
10. REQUISITOS DE QUALIDADE DE ENERGIA.....	26
10.1. REQUISITOS DE PROTEÇÃO	26



PREFEITURA MUNICIPAL DE PACARAIMA
Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos
Rua Monte Roraima, S/N - Centro. Pacaraima/Roraima. CEP: 69.345-000.
Tel.: (95) 3592-1268 - E-mail: prefeitura@pacaraima.rr.gov.br

10.2. FATOR DE POTÊNCIA	27
10.3. HAMÔNICOS E DISTORÇÃO DA FORMA DE ONDA	27
10.4. MATERIAIS DE APLICAÇÃO.....	28
10.5. ELETRODUTOS	28
10.6. ELETRODUTO RÍGIDO ROSCÁVEL EM PVC, DIÂMETRO NOMINAL DE 110 MM (4")	28
10.7. ELETRODUTO RÍGIDO ROSCÁVEL, PVC, DN 85 MM (3")	29
10.8. ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO, PEAD, DN 63 (2")	29
10.9. CABO MULTIPLEXADO 50 MM² – BAIXA TENSÃO.....	30
11. PRAZO DE EXECUÇÃO.....	31
12. RESUMO DO CUSTO DA OBRA	31
13. ENTREGA DA OBRA.....	32
13.1. RECEBIMENTO PROVISÓRIO	32
13.2. RECEBIMENTO DEFINITIVO.....	32
14. SINALIZAÇÃO DA OBRA	33
14.1. DISPOSITIVO DE SINALIZAÇÃO NOTURNA	34
14.2. SINALIZAÇÃO REFLETIVA	34
15. GESTÃO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS.....	35
15.1. MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS	35
16. CONSIDERAÇÕES	35



PREFEITURA MUNICIPAL DE PACARAIMA
Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos
Rua Monte Roraima, S/N - Centro. Pacaraima/Roraima. CEP: 69.345-000.
Tel.: (95) 3592-1268 - E-mail: prefeitura@pacaraima.rr.gov.br

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Configuração do sistema fotovoltaico ZERO-GRID.....	12
Figura 2 - Placa de advertencia de sinalização de Geração própria	15
Figura 3 - Modelo de Placa: Perigo Quadro Elétrico (RISCO DE CHOQUE ELETRICO)	16
Figura 4 – Modelo de Placa de Perigo: RISCO DE CHOQUE ELÉTRICO	16
Figura 5 – Esquema de ligação em série das placas fotovoltaicas	20
Figura 6 – Montagem das placas no telhado	22
Figura 7 – Irradiação Solar no Plano Inclinado na cidade de PACARAIMA/RR	23
Figura 8 - Diagrama de blocos da configuração de arranjo da UFV	24



PREFEITURA MUNICIPAL DE PACARAIMA
Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos
Rua Monte Roraima, S/N - Centro. Pacaraima/Roraima. CEP: 69.345-000.
Tel.: (95) 3592-1268 - E-mail: prefeitura@pacaraima.rr.gov.br

1. INTRODUÇÃO

Este memorial técnico estabelece e padroniza os critérios de projeto, instalação, operação, manutenção e as características técnicas dos equipamentos, estruturas e materiais utilizados nas instalações de Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Solar, garantindo a segurança e a qualidade dos serviços e dos materiais a serem instalados pela empresa contratada.

Este memorial técnico está em conformidade com as resoluções da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), as especificações técnicas das Centrais Elétricas Brasileiras S/A, as portarias do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO, as normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Na ausência de normas técnicas nacionais, deve-se utilizar as normas internacionais aplicáveis.

O presente memorial técnico visa apresentar as características e estabelecer as condições gerais para os serviços a serem executados no projeto elétrico de **“FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO ZERO GRID COM ARMAZENAMENTO DE ENERGIA NOS PRÉDIOS PÚBLICOS DO MUNICÍPIO DE PACARAIMA/RR”**, celebrado entre a Prefeitura Municipal de PACARAIMA/RR e o Ministério das Cidades, apresentando os dados e informações técnica de projeto de **SERVIÇO ESPECIALIZADO DE AQUISIÇÃO, FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE SISTEMAS DE MICROGERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA ZERO-GRID NA ESCOLA MUNICIPAL CASIMIRO DE ABREU, ESCOLA M. DE ED. INF. E FUND. ALCIDES DA CONCEIÇÃO LIMA, ESCOLA M. DE ENSINO FUND. PROF. GISELE LIMA DA SOLEDADE, CRECHE MUNICIPAL JESSYKA CHRISTINE CARVALHO DA CRUZ, ESCOLA M. DE ED. INF. PROF. RAIMUNDO NONATO LEDA DOS SANTOS E ESCOLA MUNICIPAL INDÍGENA OSVALDO FRANCO, LOCALIZADAS NO MUNICÍPIO DE PACARAIMA/RR.**



PREFEITURA MUNICIPAL DE PACARAIMA
Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos
Rua Monte Roraima, S/N - Centro. Pacaraima/Roraima. CEP: 69.345-000.
Tel.: (95) 3592-1268 - E-mail: prefeitura@pacaraima.rr.gov.br

1.1. CAMPO DE APLICAÇÃO

O presente memorial descritivo aplica-se nas etapas de projeto, fornecimento de materiais, instalação, comissionamento, operação e manutenção dos sistemas para o suprimento de energia elétrica nas unidades selecionadas.

Os serviços, incluem a instalação de sistema fotovoltaico zero-grid nas unidades designadas no memorial descritivo, instalação de estruturas metálicas em telhado para módulos fotovoltaicos, construção de abrigo para inversores e banco de baterias, instalação e configuração de strings em inversores, montagem de inversores, montagem de banco de baterias, instalação de circuitos elétricos de baixa tensão e instalação de quadro de distribuição de energia.

A construção do objeto seguirá o dimensionamento e as representações em plantas por configuração de arranjo das Unidades Fotovoltaicas (UFV's) nas unidades especificadas, ilustrados no projeto elétrico das folhas em anexo.

O projeto contempla um SISTEMA FOTOVOLTAICO ZERO-GRID com armazenamento de energia em BANCO DE BATERIAS de lítio, sendo responsável pela geração e fornecimento de energia elétrica necessária para alimentar as cargas selecionadas da unidade, garantindo o pleno funcionamento sistema elétrico de forma autônoma e sustentável.



2. NORMAS TÉCNICAS APLICÁVEIS

Na aplicação desta especificação é necessário consultar as normas e/ou documentos abaixo, na sua última versão.

2.1. LEGISLAÇÃO FEDERAL

- **ANEEL** - Resolução Normativa 674 da ANEEL, de 11 De agosto De 2015;
- **ANEEL** - Resolução Normativa 488 da ANEEL de 15 de maio de 2012;
- **ANEEL** – Resolução Normativa 1000 da ANEEL de 07 de dezembro de 2021;
- **Lei nº 4.771**, de 15 de setembro de 1965, institui o Código Florestal;
- **Lei nº 9.605**, de 12 de fevereiro de 1998 ou Lei de Crimes Ambientais;
- **Lei nº 12.212**, de 20 de janeiro de 2010, dispõe sobre a Tarifa Social de Energia Elétrica; e dá outras providências. Institui o Código Florestal;
- **INMETRO Portaria nº 004 de 04/01/2011** – Revisão dos Requisitos de Avaliação da Conformidade para Sistemas e Equipamentos para Energia Fotovoltaica e outras providências;
- **PRODIST Módulo 3**;
- **Resolução do CONAMA Nº 401, de 4 de novembro 2008.**

2.2. NORMAS BRASILEIRAS

- **ABNT NBR 5419** - Proteção Contra Descargas Atmosféricas;
- **ABNT NBR 15572** - Ensaio não destrutivo - Termografia - Guia para inspeção de equipamentos elétricos e mecânicos;
- **ABNT NBR 15866** - Ensaio não destrutivo - Termografia - Metodologia de avaliação de temperatura de trabalho em sistemas elétricos.
- **ABNT NBR 16274** – Sistemas fotovoltaicos conectados à rede – Requisitos mínimos para documentação, inspeção e avaliação de desempenho;
- **ABNT NBR 16612** – Cabos de potência para sistemas fotovoltaicos, não halogenados, isolados, com cobertura – Requisitos e desempenho;



PREFEITURA MUNICIPAL DE PACARAIMA
Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos
Rua Monte Roraima, S/N - Centro. Pacaraima/Roraima. CEP: 69.345-000.
Tel.: (95) 3592-1268 - E-mail: prefeitura@pacaraima.rr.gov.br

- **ABNT NBR IEC 60947-3** - Dispositivo de manobra e comando de baixa tensão
Parte 2: Disjuntores;
- **NBR 5410** – Instalações elétricas em baixa tensão;
- **ABNT NBR 5419** - Proteção Contra Descargas Atmosféricas;
- **ABNT NBR 15572** - Ensaio não destrutivo - Termografia - Guia para inspeção de equipamentos elétricos e mecânicos;
- **ABNT NBR 15866** - Ensaio não destrutivo - Termografia - Metodologia de avaliação de temperatura de trabalho em sistemas elétricos.
- **ABNT NBR 16274** – Sistemas fotovoltaicos conectados à rede – Requisitos mínimos para documentação, inspeção e avaliação de desempenho;
- **ABNT NBR 16612** – Cabos de potência para sistemas fotovoltaicos, não halogenados, isolados, com cobertura – Requisitos e desempenho;
- **ABNT NBR IEC 60947-3** - Dispositivo de manobra e comando de baixa tensão
Parte 2: Disjuntores;
- **NBR 5410** – Instalações elétricas em baixa tensão;
- **NBR 6123** – Forças devidas ao Vento em Edificações;
- **NBR 8681** – Ações e segurança nas estruturas – Procedimento;
- **NBR 10899** – Energia Solar Fotovoltaica – Terminologia;
- **NBR 16149** – Sistemas Fotovoltaicos - Características;
- **NBR 16145**, Acumuladores de lítio-íon para aplicação estacionária em 48V CC. – Especificação;
- **NBR 16690:2019** – Instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos – Requisitos de Projeto;
- **NBR ISO 9001**- Sistemas de gestão de qualidade – Requisitos;
- **NBR ISO 14001**- Sistemas de gestão ambiental;
- **NR-10** Norma Regulamentadora N°10.



2.3. NORMAS TÉCNICAS INTERNACIONAIS

- **EN 50524** - Data Sheet and Name Plate for Photovoltaic Inverters;
- **IEC 60269-6:2010** - Low-voltage fuses - Part 6: Supplementary requirements for fuse-links for the protection of solar photovoltaic energy systems;
- **IEC 60364-7-712** Ed. 1.0 b - Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations - Solar photovoltaic (PV) power supply systems;
- **IEC 60898-2: 2016** - Electrical accessories - Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations - Part 2: Circuit-breakers for AC and DC operation;
- **IEC 60904-1:2006** – Photovoltaic devices – Part 1: Measurement of photovoltaic current-voltage characteristics;
- **IEC 60904-3:2008** – Photovoltaic devices - Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with reference spectral irradiance data;
- **IEC 60904-9:2007** – Photovoltaic devices – Part 9: Solar simulator performance requirements;
- **IEC 61010-1** Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use - Part 1: General requirements;
- **IEC 61215:2005** - Crystalline Silicon Terrestrial Photovoltaic (PV) Modules – Design Qualification and Type Approval;
- **IEC 61557-15** - Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. - Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures - Part 15: Functional safety requirements for insulation monitoring devices in IT systems and equipment for insulation fault location in IT systems;
- **IEC 61643-1** - Low-voltage surge protective devices - Part 1: Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems - Requirements and tests;
- **IEC 61646** – Thin-film terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval;



PREFEITURA MUNICIPAL DE PACARAIMA
Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos
Rua Monte Roraima, S/N - Centro. Pacaraima/Roraima. CEP: 69.345-000.
Tel.: (95) 3592-1268 - E-mail: prefeitura@pacaraima.rr.gov.br

- **IEC 61730-2:2012** - Photovoltaic (PV) module safety qualification - Part 2: Requirements for testing;
- **IEC 62305-3** - Protection against lightning – Part 3: Physical damage to structures and life hazard;
- **IEC 62446-1:2016** Photovoltaic (PV) systems - Requirements for testing, documentation and maintenance - Part 1: Grid connected systems - Documentation, commissioning tests and inspection;
- **IEC 62620** – Secondary cells batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Secondary lithium cells and batteries for use in industrial applications.
- **IEC 62852:2014** - Connectors for DC-application in photovoltaic systems - Safety requirements and tests;
- **IEC/TS 62257:2013** - Recommendations for Small Renewable Energy and Hybrid Systems for Rural Electrification;
- **IEC/TS 62548:2013** - Photovoltaic (PV) Arrays – Design Requirements;
- **UL 1741** - Inverters, Converters, Controllers and Interconnection System Equipment for Use with Distributed Energy Resources;

2.4. NORMAS DA CONCESSIONÁRIA RORAIMA ENERGIA

- **DT-DTE-01/NT-001 - DT-DTE-01/NT-001 - ACESSO DE MICRO E MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DA RORAIMA ENERGIA**
- **DT-DTE-01/NT-001, PORTARIA Nº 01/2020 DE 15/07/2020 - NORMA TÉCNICA PARA A CONEXÃO DE ACESSANTES À REDE DE DISTRIBUIÇÃO EM BAIXA TENSÃO - MICROGERADORES AO SISTEMA ELÉTRICO DA RORAIMA ENERGIA.**
- **DT-DTE-01/NT-04 - NORMA TÉCNICA PARA FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA EM BAIXA TENSÃO (EDIFICAÇÕES INDIVIDUAIS).**



2.5. TERMOLOGIA E DEFINIÇÕES

2.5.1. SISTEMA INDIVIDUAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA COM FONTE INTERMITENTE (SIGFI)

Sistema de geração de energia elétrica implantado que utiliza exclusivamente fonte de energia intermitente: aquela energia gerada por uma fonte energética que não pode ser armazenada em sua forma original e, por isso, só é transformada em eletricidade enquanto o recurso estiver disponível no sistema de geração. Para o fornecimento a unidade consumidora, é constituída basicamente de um sistema de geração (SISTEMA FOTOVOLTAICO ZERO-GRID), um sistema de acumulação (BANCO DE BATERIAS) e um sistema condicionador (INVERSOR DE ENERGIA).

2.5.2. CÉLULA FOTOVOLTAICA

Dispositivo elementar especificamente desenvolvido para realizar a conversão direta de energia solar em energia elétrica.

2.5.3. PAINÉL FOTOVOLTAICO

Painel Fotovoltaico Um ou mais módulos fotovoltaicos interligados eletricamente, montados de modo a formar uma única estrutura.

2.5.4. BANCO DE BATERIAS

É o meio mais utilizado para o armazenamento de energia elétrica em sistemas fotovoltaicos isolados da rede elétrica; podem ser conectadas em série e/ou paralelo para produzir uma tensão e/ou corrente mais elevada do que a que pode ser obtida por uma única bateria.

2.5.5. CARGAS

Representam os equipamentos elétricos dentro das residências, comércios e indústrias que consomem corrente elétrica, medida em Amperes, e operam a uma tensão, medida em Volt, próxima da nominal, conforme os valores de referência do Prodist Módulo 8.



2.5.6. ARRANJO FOTOVOLTAICO

Conjunto de módulos FVs ou subarranjos FVs mecânica e eletricamente integrados, incluindo estrutura suporte, excluindo sua fundação, aparato de rastreamento, controle térmico e outros elementos similares (ABNT NBR 10899).

2.5.7. BAIXA TENSÃO

Tensão superior a 50 Volts em corrente alternada ou 120 Volts em corrente contínua e igual ou inferior a 1.000 Volts em corrente alternada ou 1.500 Volts em corrente contínua, entre fases ou entre fase e terra (NR10 e NDU 001).

2.5.8. POTÊNCIA

Quantidade de energia elétrica solicitada por unidade de tempo expressa em quilowatts (kW).

2.5.9. WATT PICO - Wp

É a potência máxima que o gerador fornece em condições ideais.

2.5.10. WATT HORA - Wh

É a potência gerada em um determinado período que se fosse utilizada de uma só vez, daria para uma hora.

2.5.11. AMPÉRE HORA - Ah

É a carga acumulada em um determinado período, que se fosse utilizada de uma só vez, daria para acionar por uma hora um determinado número de equipamentos que, se somadas as correntes de trabalho, dariam aquele valor.

2.5.12. CARGA INSTALADA

Soma das potências nominais dos equipamentos elétricos instalados na unidade consumidora, em condições de entrar em funcionamento, expressa em quilowatts (kW).

2.5.13. CÉLULA SOLAR



PREFEITURA MUNICIPAL DE PACARAIMA
Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos
Rua Monte Roraima, S/N - Centro. Pacaraima/Roraima. CEP: 69.345-000.
Tel.: (95) 3592-1268 - E-mail: prefeitura@pacaraima.rr.gov.br

É a unidade fundamental de um módulo fotovoltaico, responsável pela conversão da energia solar em energia elétrica.

2.5.14. FONTE DE ENERGIA INTERMITENTE

Recurso energético renovável que para fins de conversão em energia elétrica pelo sistema de geração, não pode ser armazenado em sua forma original.

2.5.15. COINSUMO DIÁRIO DE REFERÊNCIA

É a quantidade de energia que o SIGFI é capaz de fornecer diariamente calculada a partir da Disponibilidade Mensal Garantida.

2.5.16. GERADOR FOTOVOLTAICO

É o arranjo de um ou mais módulos, que podem ser conectados em ligações série e/ou paralelo, conforme a potência e tensão desejadas.

2.5.17. CAIXA DE PASSAGEM

Caixa destinada a passagem dos condutores do ramal subterrâneo.

2.5.18. CICLO DE VIDA

O número de ciclos completos (equivalentes) entregues por um sistema de armazenamento até o fim da vida, sob determinadas condições (IRENA, 2017).

2.5.19. INVERSOR CC/CA

Componente responsável pela conversão de corrente contínua (CC) em corrente alternada (CA).

2.5.20. MÓDULO FOTOVOLTAICO

É a unidade física básica do gerador fotovoltaico, composto de células conectadas entre si para produzir tensão e corrente suficientes para a utilização de energia.

2.5.21. PONTO DE ENTREGA



PREFEITURA MUNICIPAL DE PACARAIMA
Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos
Rua Monte Roraima, S/N - Centro. Pacaraima/Roraima. CEP: 69.345-000.
Tel.: (95) 3592-1268 - E-mail: prefeitura@pacaraima.rr.gov.br

É o ponto de conexão do SIGFI com as instalações elétricas da unidade consumidora, caracterizando-se como o limite de responsabilidade do fornecimento.

2.5.22. UNIDADE CONSUMIDORA

Conjunto de instalações e equipamentos elétricos caracterizados pelo recebimento de energia elétrica em um só ponto de conexão, com medição individualizada e correspondente a um único consumidor.

2.5.23. COMISSIONAMENTO

Ato de submeter equipamentos, instalações e sistemas a testes e ensaios especificados, antes de sua entrada em operação.

2.5.24. AUTONOMIA

Capacidade de fornecimento de energia elétrica do sistema de armazenamento, necessária para suprir o consumo diário de referência na completa ausência da fonte primária. É expressa em horas.

2.5.25. NORMAS E PADRÕES DA DISTRIBUIDORA

Normas, padrões e procedimentos técnicos praticados pela distribuidora, que apresentam as especificações de materiais e equipamentos, e estabelecem os requisitos e critérios de projeto, montagem, construção, operação e manutenção dos sistemas de distribuição, específicos às peculiaridades do respectivo sistema.

2.5.26. INSTALAÇÃO DE CONEXÃO

Instalações de equipamentos com a finalidade de interligar as instalações próprias do Acessante ao sistema de distribuição, compreendendo o ponto de conexão e eventuais instalações de interesse restrito.

2.5.27. CONDIÇÕES PADRÃO DE ENSAIO (STANDARD TEST CONDITIONS – STC)

Condições de ensaio especificadas na IEC 60904-3 considerando as células e os módulos fotovoltaicos (ABNT NBR 10899).



2.5.28. POTÊNCIA MÍNIMA DISPONIBILIZADA

É a potência mínima que o sistema fotovoltaico deve disponibilizar, no ponto de entrega, para atender às instalações elétricas da unidade.

2.5.29. PROFUNDIDADE DE DESCARGA (DOD – DEPTH OF DISCHARGING)

A relação entre a energia descarregada (kWh) e a capacidade utilizável (kWh).

2.5.30. SEGMENTO DO PONTO DE MÁXIMA POTÊNCIA (MPPT – MAXIMUM POWER POINT TRACKING)

Estratégia de controle utilizada para, em função das condições de operação do sistema, maximizar a potência fornecida pelo gerador fotovoltaico (NBR 10899).

2.5.31. SISTEMA DE GERENCIAMENTO DO ACUMULADOR (BATTERY MANAGEMENT SYSTEM – BMS)

Sistema eletrônico projetado para supervisionar as condições e controlar, de forma inteligente e segura, as funções do acumulador de energia de modo a mantê-lo dentro dos valores pré-definidos de tensão, corrente e temperatura (NBR 16145).

2.5.32. SISTEMA FOTOVOLTAICO

Conjunto de elementos que geram e fornecem eletricidade por meio da conversão da energia solar (NBR 10899).

2.5.33. SISTEMA CONECTADO À REDE COM FUNCIONALIDADE ZERO-GRID

É uma instalação fotovoltaica que, apesar de estar ligada à rede elétrica, impede a injeção de qualquer energia excedente na rede pública, focando no consumo imediato da produção local. Utiliza inversores especiais e sistemas de controle para que toda a energia solar gerada seja consumida instantaneamente no local, mantendo a rede como backup para momentos de baixa geração. Este sistema garante que não haja exportação de excedentes para a distribuidora, sendo essencial a homologação junto a ela para a instalação e operação legal.



PREFEITURA MUNICIPAL DE PACARAIMA
Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos
Rua Monte Roraima, S/N - Centro. Pacaraima/Roraima. CEP: 69.345-000.
Tel.: (95) 3592-1268 - E-mail: prefeitura@pacaraima.rr.gov.br

2.5.34. TENSÃO DE CIRCUITO ABERTO – VCO

Tensão gerada pelo meio do gerador FV na ausência de carga e considerando valores pré-estabelecidos de temperatura e irradiância (NBR 10899).

2.5.35. CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO ISC

Corrente de saída do gerador fotovoltaico em curto-circuito e considerando valores preestabelecidos de temperatura e irradiância (NBR 10899).

2.5.36. ENSAIO DE TIPO

Ensaio necessário para avaliação do produto do fabricante (NBR 16145).

2.5.37. ENSAIO DE ROTINA

Ensaio necessário para aceitação ou rejeição de componentes (NBR 16145).

2.5.38. AUTO-DESCARGA

Energia armazenada perdida a partir de processos/reações internas da bateria. Costuma ser apresentado como uma taxa percentual de perda diária (IRENA, 2017).

2.5.39. ATERRAMENTO

Ligação à terra do neutro da rede e o da instalação consumidora.



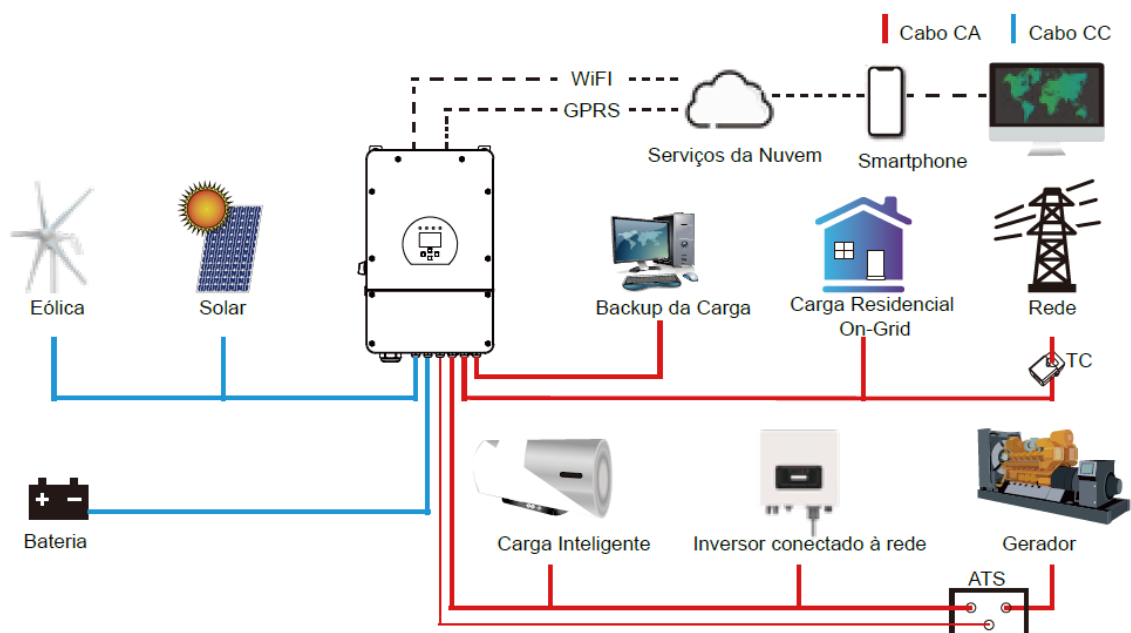
3. DEFINIÇÕES DAS UFV'S

3.1. CONFIGURAÇÃO BÁSICA DE UMA UFV

O SIGFI, devido à sua natureza, não é conectado ao sistema elétrico de Energia Elétrica e é composto pelos seguintes equipamentos e materiais:

- **MÓDULOS FOTOVOLTAICOS:** responsável pela geração de energia elétrica;
- **BATERIAS (SISTEMA DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA):** responsável pelo armazenamento da energia excedente gerada, a qual será utilizada, posteriormente, para suprir a carga nos períodos de ausência de geração FV;
- **INVERSOR (SISTEMA DE CONVERSÃO DE CORRENTE ELÉTRICA CC/CA):** responsável pela conversão da corrente contínua em corrente alternada (CA), formando a rede externa CA, cujo valor depende do padrão de baixa tensão da região (110/220V) e controle de carregamento e descarregamento das baterias através do BMS

Figura 1 - Configuração do sistema fotovoltaico ZERO-GRID





PREFEITURA MUNICIPAL DE PACARAIMA
Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos
Rua Monte Roraima, S/N - Centro. Pacaraima/Roraima. CEP: 69.345-000.
Tel.: (95) 3592-1268 - E-mail: prefeitura@pacaraima.rr.gov.br

3.2. CARGAS POR ESCOLAS

A tabela abaixo, apresenta o levantamento de carga para atender cada uma das escolas selecionadas.

ITEM	LOCAL	MÉDIA DE CONSUMO CONTA kWh/mês
01	ESCOLA MUNICIPAL CASIMIRO DE ABREU	4.816,67
02	ESCOLA M. DE ED. INF. E FUND. ALCIDES DA CONCEIÇÃO LIMA	3.775,22
03	ESCOLA M. DE ENSINO FUND. PROF. GISELE LIMA DA SOLEDADE	4.224,00
04	CRECHE MUNICIPAL JESSYKA CHRISTINE CARVALHO DA CRUZ	1.938,30
05	ESCOLA M. DE ED. INF. PROF. RAIMUNDO NONATO LEDA DOS SANTOS	2.333,57
06	ESCOLA MUNICIPAL INDÍGENA OSVALDO FRANCO	3.628,80



4. CRITERIOS GERAIS

4.1. UNIDADE DE MEDIDA E IDIOMA

Todos os documentos, placas de advertências, selos, etiquetas, legendas, desenhos ou qualquer texto deve ser escrito na língua portuguesa do Brasil.

Todas as grandezas apresentadas nos documentos, legendas, desenhos devem possuir a unidade de medidas do Sistema Internacional de Unidade (SI).

4.2. CERTIFICAÇÕES, ENSAIOS E TESTES

Os módulos fotovoltaicos devem possuir a certificação do INMETRO de avaliação da conformidade. Além de certificação TUV, UL ou CE;

Os módulos fotovoltaicos devem possuir a certificação do INMETRO de avaliação da conformidade. Além de certificação TUV, UL ou CE;

Baterias do tipo íons de lítio devem possuir certificações internacionais TUV, UL ou CE. Ademais, devem ser apresentados os resultados dos ensaios para a comprovação de suas características de rótulo/datasheet para aceitação da FISCALIZAÇÃO DA PREFEITURA MUNICIPAL, quando necessário. Os ensaios devem ser realizados de acordo com o Tópico “ 5.1. Ensaio de tipo” da NBR 16145:2013 – Acumulador de lítio-íon para aplicação estacionária em 48Vc.c., por laboratório credenciado.

Os ensaios de tipo são:

- Inspeção visual;
- Capacidade, em ampères-hora, nas condições nominais;
- Capacidade, em ampères-hora, em regime diferente do nominal;
- Adequação a flutuação;
- Retenção de carga durante armazenamento;
- Desempenho frente a ciclo de recargas e descargas (durabilidade);
- Queda de tensão da interligação.

Para as inspeções e testes dos equipamentos individualmente e do sistema como um todo deve-se utilizar a Portaria 004/2011 do INMETRO;



4.2.1. PLACAS DE ADVERTÊNCIAS, SEGURANÇA PATRIMONIAL

Todos os sistemas devem conter, junto à sua estrutura de fixação e próximo ao armário dos equipamentos do sistema FV, uma placa de advertência similar à apresentada na Figura 1.

Figura 2 - Placa de advertencia de sinalização de Geração própria



Figura 2: Placa de sinalização

Características:

- Espessura: 2 mm;
- Material: PVC com aditivos anti-raios UV (ultravioleta).

A placa de advertência deverá ser confeccionada em PVC ou acrílico, com espessura mínima de 1 mm, 25 cm de comprimento e 18 cm de altura. Os dizeres devem ser em tinta anticorrosiva, não sendo aceita a utilização de adesivo.

A sinalização "PERIGO" é necessária obedecer às normas nacionais e internacionais, devendo ser utilizada onde existe risco iminente à saúde e, principalmente, à vida do trabalhador conforme a figura 2 e figura 3.



PREFEITURA MUNICIPAL DE PACARAIMA
Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos
Rua Monte Roraima, S/N - Centro. Pacaraima/Roraima. CEP: 69.345-000.
Tel.: (95) 3592-1268 - E-mail: prefeitura@pacaraima.rr.gov.br

Figura 3 - Modelo de Placa: Perigo Quadro Elétrico (RISCO DE CHOQUE ELETRICO)



Figura 4 – Modelo de Placa de Perigo: RISCO DE CHOQUE ELÉTRICO



Os armários dos equipamentos deverão ser trancados com chave e lacre etiqueta após a instalação e sempre após a manutenção, possibilitando a identificação de possíveis invasões.



PREFEITURA MUNICIPAL DE PACARAIMA
Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos
Rua Monte Roraima, S/N - Centro. Pacaraima/Roraima. CEP: 69.345-000.
Tel.: (95) 3592-1268 - E-mail: prefeitura@pacaraima.rr.gov.br

5. LOCALIZAÇÃO DAS UNIDADES - ESCOLAS

A PREFEITURA MUNICIPAL DO PACARAIMA é responsável pela contratação de empresa especializada para realização do serviço público do objeto.

As unidades a serem contempladas pelos sistemas estão descritas a seguir:

Tabela 1 – Localização das escolas

ITEM	UNIDADE	LOCALIZAÇÃO
01	ESCOLA MUNICIPAL CASIMIRO DE ABREU	4°28'57.5"N 61°08'25.6"W
02	ESCOLA M. DE ED. INF. E FUND. ALCIDES DA CONCEIÇÃO LIMA	4°29'10.0"N 61°08'31.0"W
03	ESCOLA M. DE ENSINO FUND. PROF. GISELE LIMA DA SOLEDADE	4°28'40.6"N 61°07'49.8"W
04	CRECHE MUNICIPAL JESSYKA CHRISTINE CARVALHO DA CRUZ	4°29'16.0"N 61°07'57.0"W
05	ESCOLA M. DE ED. INF. PROF. RAIMUNDO NONATO LEDA DOS SANTOS	4°29'07.5"N 61°08'30.1"W
06	ESCOLA MUNICIPAL INDÍGENA OSVALDO FRANCO	4°30'42.0"N 61°11'05.0"W



PREFEITURA MUNICIPAL DE PACARAIMA
Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos
Rua Monte Roraima, S/N - Centro. Pacaraima/Roraima. CEP: 69.345-000.
Tel.: (95) 3592-1268 - E-mail: prefeitura@pacaraima.rr.gov.br

6. CONFIGURAÇÃO DOS ARRANJOS DOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Segue as configurações mínimas dos componentes do sistema fotovoltaico ZERO-que alimentarão as cargas das unidades escolares selecionadas.

6.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

DADOS DOS MÓDULOS (ARRANJOS)	
POTÊNCIA MÓDULOS	600W
MARCA	ERA SOLAR (REFERÊNCIA)
MODELO MÓDULOS	ERA-RC-66HC-600M (REFERÊNCIA)
QUANTIDADE MÓDULOS	DE ACORDO COM O PROJETO ELÉTRICO DE CADA UNIDADE
POTÊNCIA PICO (kWp)	DE ACORDO COM O PROJETO ELÉTRICO DE CADA UNIDADE
DESTINO	INVERSOR
ORIENTAÇÃO	CONFORME A DISPOSIÇÃO DO TELHADO (PROJETO ELÉTRICO)
CORRENTE OPERAÇÃO CC	15,21 A
CORRENTE CURTO CIRCUITO CC	15,95 A
TENSÃO OPERAÇÃO CC	39,44 V
TENSÃO CIRCUITO ABERTO CC	47,70 V
ÁREA DO ARRANJO (m²)	DE ACORDO COM O PROJETO ELÉTRICO DE CADA UNIDADE
PESO	28,20 kg

6.2. INVERSOR HÍBRIDO

DADOS DO INVERSOR	
MARCA (REFERÊNCIA)	DEYE
MODELO (REFERÊNCIA)	SUN-8K-SG01LP1
QUANTIDADE INVERSOR	DE ACORDO COM O PROJETO ELÉTRICO DE CADA UNIDADE
POTÊNCIA NOMINAL	8.000W (8KW)
TENSÃO NOMINAL CC (V)	500V
FAIXA DE TENSÃO (V)	150-425



PREFEITURA MUNICIPAL DE PACARAIMA
Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos
Rua Monte Roraima, S/N - Centro. Pacaraima/Roraima. CEP: 69.345-000.
Tel.: (95) 3592-1268 - E-mail: prefeitura@pacaraima.rr.gov.br

MAXIMA CORRENTE ENTRADA	26A
CORRENTE NOMINAL SAÍDA	34,80 A
TENSÃO SAÍDA	127/220V
FREQUENCIA	60Hz
TENSÃO DE ARRANQUE	125V
ENTRADAS	2
STRINGS	2

6.3. BATERIAS

DADOS DA BATERIA	
BATERIA	LÍTIO FERRO FOSFATO (LFP)
MARCA (REFERÊNCIA)	UniPower
MODELO (REFERÊNCIA)	UPLFP48INWALL
QUANTIDADE BATERIA	DE ACORDO COM O PROJETO ELÉTRICO DE CADA UNIDADE
TIPO DE BATERIA	LiFePO4
CAPACIDADE DA BATERIA	200 Ah
TENSÃO NOMINAL	51,20 V
TENSÃO DE OPERAÇÃO	43,20 ~57,60 V
ENERGIA	9,6 kWh
ENERGIA UTILIZÁVEL	4,60 kWh
CORRENTE DE CARGA	100 A (RECOMENDADO)
	150 A (MÁXIMO)
	250 A (PICO, 2 MINUTOS, 25°C)
PESO	45 kg
DIMENSÕES	440 X 133 X 540 MM

6.4. ATERRAMENTO DO SISTEMA UFV

Aterramento no esquema em anel (conforme norma ABNT NBR 5410:2004) resultando em uma resistência de aterramento baixa, mesmo em solo seco. A instalação é composta por 05 (cinco) hastes de 3,00 metros com seção de 5/8" enterradas no solo. A haste está conectada em um cabo de cobre nu de 50mm². Será utilizado um cabo de cobre nu de



50 mm² para interligar o aterramento, tanto do inversor quanto da string box CC e CA na malha de aterramento.

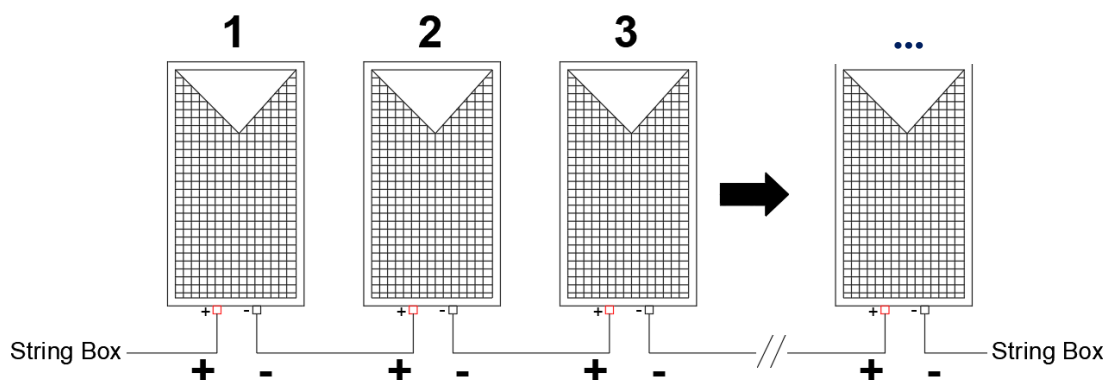
6.5. DESCRIÇÃO MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Módulo fotovoltaico é a unidade formada por um conjunto de células solares, interligadas eletricamente e encapsuladas com o objetivo de gerar eletricidade. O equipamento utilizado e abordado neste projeto é o módulo de silício monocristalino, são células formadas por diversos cristais fundidos e solidificados direccionalmente.

No inversor, os módulos deverão ser conectados em arranjos com a quantidade de módulos especificado no projeto elétrico, ligados em série em cada MPPT.

6.5.1. ESQUEMA DE LIGAÇÃO

Figura 5 – Esquema de ligação em série das placas fotovoltaicas



Algumas características dos módulos de referência podem ser verificadas através da tabela abaixo, caso exista a necessidade de consulta mais detalhada, pode se consultar o anexo “DATASHEET DOS MÓDULOS DE REFERÊNCIA” que acompanha este memorial.

6.6. DESCRIÇÃO INVERSOR HÍBRIDO

O papel principal do inversor fotovoltaico no sistema é converter a energia elétrica gerada pelos painéis, de corrente contínua (CC) para corrente alternada (CA) garantindo a segurança do sistema e sincronizando a energia CA com a energia fornecida pela



PREFEITURA MUNICIPAL DE PACARAIMA
Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos
Rua Monte Roraima, S/N - Centro. Pacaraima/Roraima. CEP: 69.345-000.
Tel.: (95) 3592-1268 - E-mail: prefeitura@pacaraima.rr.gov.br

concessionária, o inversor também é o responsável pelo controle de medição da energia gerada.

No projeto aqui elaborado utilizaremos **INVERSOR HÍBRIDO DE POTÊNCIA MÍNIMA DE 8KW** que trabalha com tensão em corrente alternada nominal de saída de 127/220V, que alimentará um quadro de cargas QGBT com a tensões de 127V entre fase e neutro (F-N) e 220V entre fase-fase (F-F).

Os dados do inversor híbrido de referência podem ser encontrados descritos na tabela abaixo, caso seja necessário informações mais detalhadas, pode-se verificar o anexo “DATASHEET DO INVERSOR DE REFERÊNCIA” onde possui todas as informações pertinentes aos equipamentos relacionados.

6.7. QUADRO ELÉTRICO

O quadro elétrico ou string-box CA é o conjunto de componentes responsáveis pela segurança e manobra do sistema, o inversor contará com o quadro elétrico CA facilitando a manutenção caso necessária e aumentando a segurança do sistema.

A proteção do lado CA de cada um dos inversores contará com um disjuntor bipolar de 40A e dois DPS (Dispositivo de Proteção contra Surto) unipolar 90kA 175Vca Classe II para proteção do inversor.

A proteção do lado CC de cada um dos inversores contará com dois DPS 1040V 40kA Classe II para proteção dos módulos fotovoltaicos.

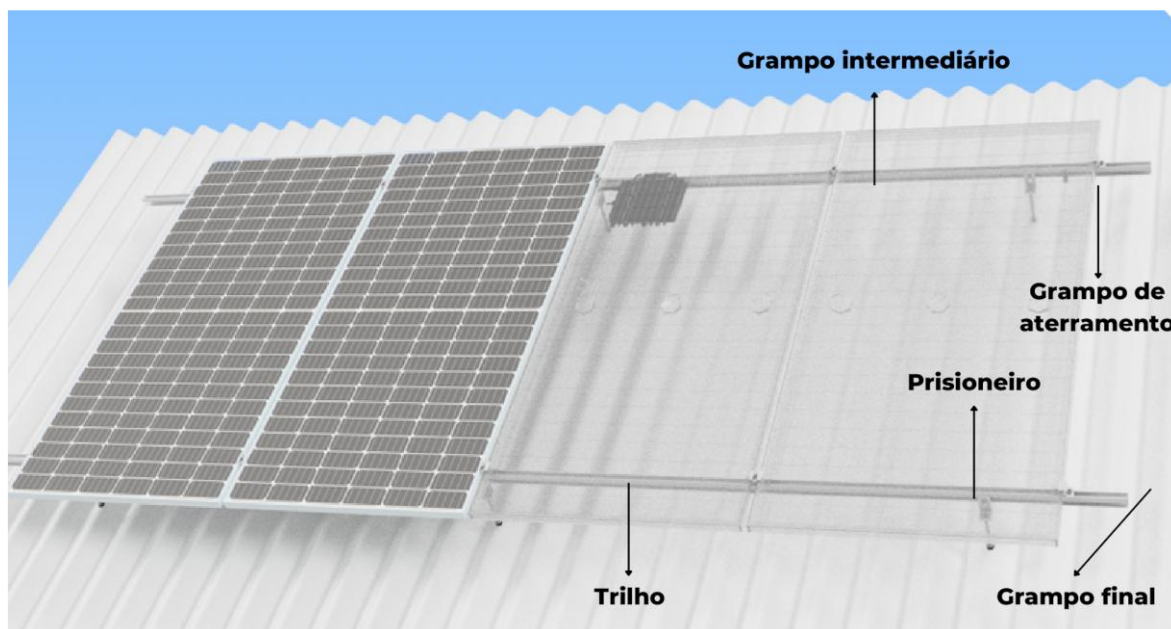


6.8. ESTRUTURAS DE FIXAÇÃO DOS PAINÉIS

Realiza da instalação e fixação dos painéis fotovoltaicos sobre telhado de fibrocimento/colonial, utilizando estrutura de suporte metálica específica para o tipo de cobertura, com fixadores adequados e tratamento de vedação para evitar infiltrações.

Posicionamento e alinhamento dos módulos conforme projeto executivo, garantindo a orientação e inclinação ideais para máxima captação solar, interligação elétrica dos módulos e aplicação dos padrões de segurança e normas técnicas vigentes.

Figura 6 – Montagem das placas no telhado



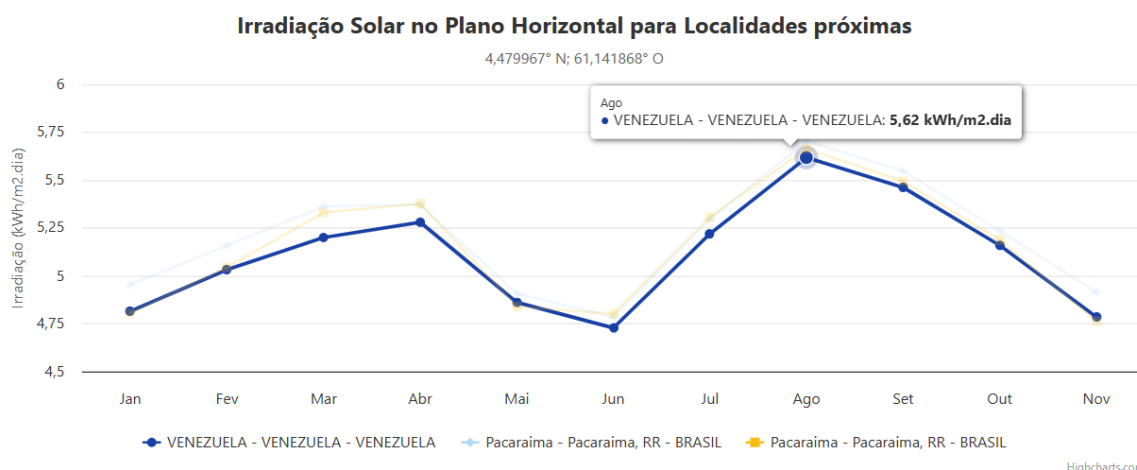


7. RADIAÇÃO SOLAR

Os valores de irradiação solar são apenas orientações para auxiliar no dimensionamento do sistema fotovoltaico, pois são valores consolidados de um histórico de medições que varia ao longo dos anos. O valor de irradiação solar depende da localidade e pode haver grandes variações em todo o território nacional. A fonte utilizada para a consulta dos dados é a SunData, e pode ser verificada através do site: www.cresesb.cepel.br.

Para o local onde os sistemas serão instalados, encontramos como base para análise mais próxima a estação “PACARAIMA”, localizada a aproximadamente 1,5km de distância do ponto pesquisado, analisando a tabela chegamos a uma irradiação média de **5,18 kWh/m²/dia** em uma inclinação ideal de 0° ao NORTE.

Figura 7 – Irradiação Solar no Plano Inclinado na cidade de PACARAIMA/RR



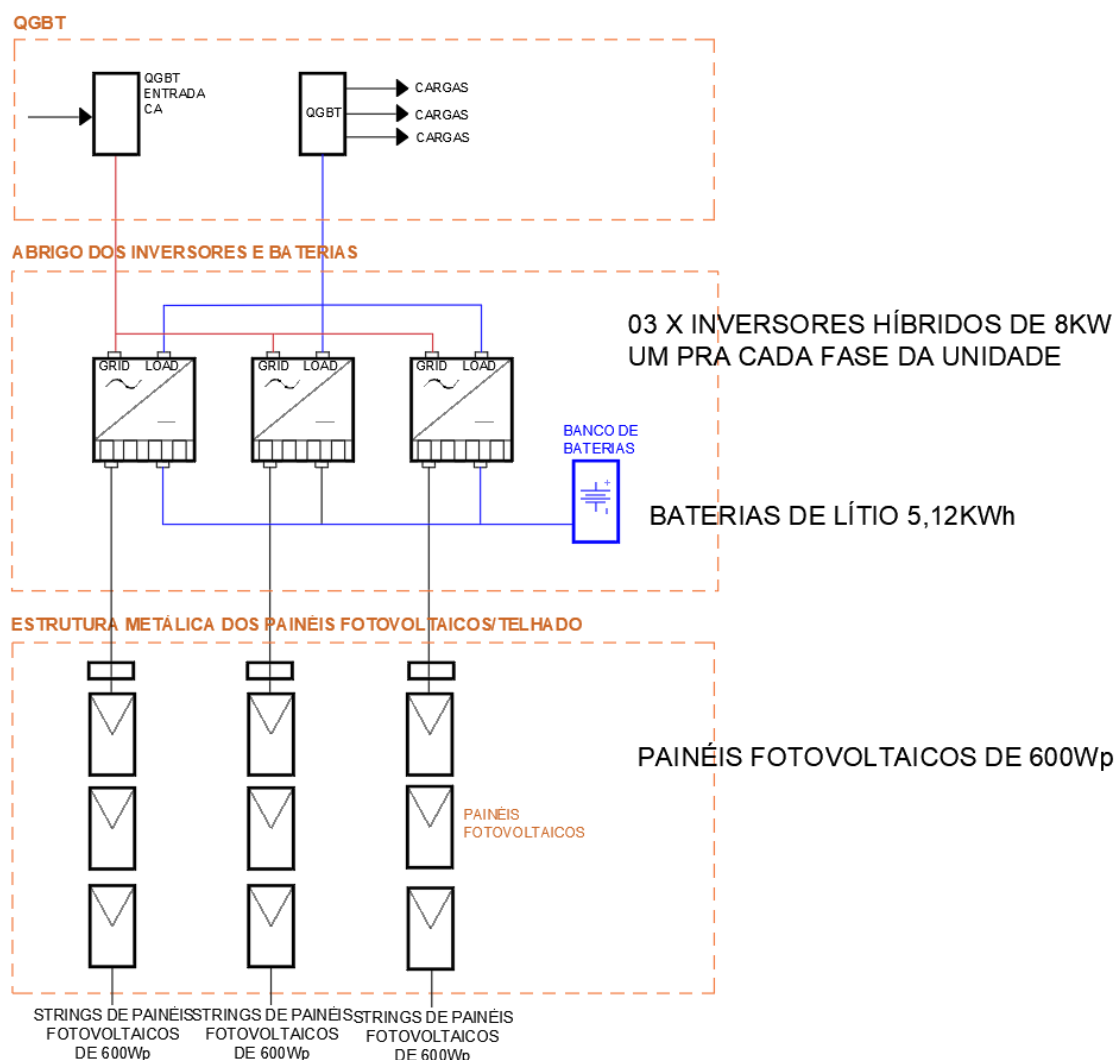
Fonte: CRESESB, 2025



8. DIAGRAMA DE BLOCOS DAS UFV'S

Sabemos que uma figura fala por mil palavras. No processo de aprendizado temos mais facilidade com imagens do que conceitos escritos. O diagrama de blocos ou fluxograma é uma forma padronizada eficaz para representar os passos lógicos de um determinado sistema. Com o diagrama podemos definir uma sequência de símbolos, com significado bem definido. Portanto, sua principal função é a de facilitar a visualização dos passos de um processo.

Figura 8 - Diagrama de blocos da configuração de arranjo da UFV





9. CONFIGURAÇÃO ZERO-GRID DOS INVERSORES HÍBRIDOS

A configuração Zero-Grid nos inversores híbridos é um ajuste que impede o envio de energia para a rede elétrica da concessionária, mesmo que o sistema esteja conectado” a ela. O objetivo é garantir que toda a energia gerada pelo sistema fotovoltaico seja consumida localmente ou armazenada nas baterias, evitando injeção na rede.

9.1. COMO FUNCIONA

O inversor híbrido monitora o ponto de conexão com a rede (Ponto de Entrega – medidor). Um sensor de corrente (CT – Current Transformer) é instalado no quadro de entrada. Ele mede em tempo real se está havendo fluxo de energia para fora da instalação. Quando o sistema detecta que a energia gerada está excedendo o consumo, o inversor reduz automaticamente sua potência de saída para equilibrar com a carga, evitando exportar energia. Se houver sobra de energia, ela é direcionada para carregar as baterias. Quando as baterias estão cheias, o inversor simplesmente limita a geração ao consumo instantâneo.

9.2. PRINCIPAIS USOS

Instalações sem contrato de compensação com a concessionária (sem homologação de microgeração). Locais onde a concessionária proíbe injeção na rede (ex.: algumas áreas rurais ou condomínios). Empresas que querem evitar problemas legais ou multas por injeção não autorizada.



10. REQUISITOS DE QUALIDADE DE ENERGIA

O valor máximo de queda de tensão verificado entre o ponto de instalação do sistema de microgeração e o padrão de QGBT da unidade consumidora (malocão) será menor ou igual a 3%.

10.1. REQUISITOS DE PROTEÇÃO

Requisito de Proteção para Potência $\leq 75\text{kW}$	Ajustes	Tempo máximo de Atuação ^(A)	
		Geração COM inversor	Geração SEM Inversor
Proteção de subtensão	0,8 p.u.	0,4s	1s
Proteção de sobretensão	1,1 p.u.	0,2s	1s
Proteção de subfrequência	57,5 Hz	0,2s	1s
Proteção de sobrefrequência	62,0 Hz	0,2s	1s
Proteção de sobrecorrente	Conforme projeto ou parecer de acesso.		
Relé de sincronismo	10° 10% tensão 0,3 Hz	Não aplicável	
Proteção de injeção de componente c.c. (I_{CC}) na rede elétrica (Sistemas de microgeração com inversores sem transformador para separação galvânica)	Se $I_{CC} > 0,5 \cdot I_N$	1 s	Não Aplicável
Anti-ilhamento ^(C) (itens 5.2 e 5.3)		Após perda da rede, 2s para desconexão.	
		Após normalização da rede, de 20 a 300s para reconexão.	

(A) O tempo máximo de atuação refere-se ao tempo entre o evento anormal de grandeza e a atuação do sistema de proteção da geração (cessar o fornecimento de energia para a rede). Sistemas com inversores permanecem conectados à rede, a fim de monitorar os parâmetros da rede e permitir a “reconexão” do sistema quando as condições normais são restabelecidas;

(B) I_N : corrente nominal do sistema de minigeração distribuída;

(C) O Ilhamento não é permitido, sob qualquer circunstância.



PREFEITURA MUNICIPAL DE PACARAIMA
Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos
Rua Monte Roraima, S/N - Centro. Pacaraima/Roraima. CEP: 69.345-000.
Tel.: (95) 3592-1268 - E-mail: prefeitura@pacaraima.rr.gov.br

10.2. FATOR DE POTÊNCIA

Para os sistemas que se conectem à rede através de inversores (tais como centrais solares, eólicas ou miniturbinas) deverão ser seguidas as diretrizes abaixo.

O fator de potência dos inversores deve operar entre 0,92 (noventa e dois centésimos) e 1,00 (um) indutivo ou 1,00 (um) e 0,92 (noventa e dois centésimos) capacitivo.

10.3. HAMÔNICOS E DISTORÇÃO DA FORMA DE ONDA

A distorção harmônica total (DHT) de tensão deve ser inferior a 10%, na potência nominal do sistema de microgeração distribuída, conforme PRODIST módulo 8 item 4.6.1.

O inversor utilizado possui em seu manual e datasheet, as especificações de distorção harmônica com THDI menor que 3%.



10.4. MATERIAIS DE APLICAÇÃO

Os materiais a serem aplicados na execução da obra deverão ser de qualidade, além de atender as **ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS** do projeto e normas do objeto.

Materiais reconicionados, de má qualidade e com avarias não devem ser aplicados e aceitos na obra e devem ser refutados pela fiscalização quanto a sua instalação, estando sujeito a sua glosa pela Contratante, bem como, aplicação das sanções contratuais legais.

10.5. ELETRODUTOS

Os eletrodutos e curvas utilizados no projeto serão encontrados nas caixas de derivação e paredes para cabos subterrâneos que levam os alimentadores principais até os cabos multiplexados, e aos quadros de distribuição. Estes eletrodutos são de polietileno flexível tipo pesado conforme bitola e orientação em projeto. As emendas dos eletrodutos são feitas com luvas próprias.

10.6. ELETRODUTO RÍGIDO ROSCÁVEL EM PVC, DIÂMETRO NOMINAL DE 110 MM (4")

O eletroduto rígido roscável em PVC, diâmetro nominal de 110 mm (4"), é fabricado em PVC rígido não plastificado (uPVC) de alta resistência mecânica e à corrosão, indicado para instalações elétricas aparentes ou embutidas, internas ou externas, conforme as normas técnicas vigentes. Possui superfície lisa interna e externa, facilitando a passagem de condutores, além de alta resistência a agentes químicos e intempéries.

Sua bitola nominal segue os requisitos da NBR 15465, sendo fornecido no comprimento padrão de 3,00 m (± 10 mm), na cor cinza-claro. As extremidades possuem rosca BSPT ou similar, de acordo com a especificação do fabricante, acompanhadas de luva roscável acoplada em uma das pontas para interligação.

O produto atende às normas NBR 15465 (Eletrodutos plásticos rígidos para instalações elétricas – Especificação), NBR 5597 (Roscas para eletrodutos) e NBR 5410 (Instalações elétricas de baixa tensão). Possui classe de resistência mecânica Resistente (R), temperatura de trabalho de -15 °C a +60 °C, resistência ao impacto mínima de 6,0 J, isolamento elétrico superior a 100 MΩ e grau de proteção IP40 para instalações internas, podendo atingir IP54 ou IP65 quando instalado com conexões vedadas para uso externo.



É indicado para a proteção e condução de condutores elétricos em instalações industriais, comerciais e prediais, incluindo passagens subterrâneas, áreas externas e ambientes agressivos, garantindo segurança, durabilidade e desempenho adequado ao longo de sua vida útil.

10.7. ELETRODUTO RÍGIDO ROSCÁVEL, PVC, DN 85 MM (3")

O eletroduto rígido roscável em PVC, diâmetro nominal de 85 mm (3"), é fabricado em PVC rígido não plastificado (uPVC), garantindo alta resistência mecânica e à corrosão, sendo indicado para instalações elétricas aparentes ou embutidas, internas ou externas, conforme as normas técnicas aplicáveis. Possui superfície interna e externa lisa, facilitando a passagem de condutores e oferecendo boa proteção contra agentes químicos e intempéries.

Sua bitola nominal segue os requisitos da NBR 15465, sendo fornecido no comprimento padrão de 3,00 m (± 10 mm), na cor cinza-claro. As extremidades são roscadas no padrão BSPT ou similar, acompanhadas de luva roscável acoplada para interligação entre tubos, garantindo vedação e alinhamento adequados.

10.8. ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO, PEAD, DN 63 (2")

O eletroduto flexível corrugado em PEAD, diâmetro nominal de 63 mm (2"), é fabricado em polietileno de alta densidade (PEAD), material que proporciona elevada resistência mecânica, química e à abrasão, sendo adequado para instalações subterrâneas, embutidas ou aparentes, conforme as normas técnicas vigentes. Sua estrutura corrugada confere flexibilidade e leveza, facilitando a instalação em trajetos com curvas, ao mesmo tempo em que mantém boa resistência ao esmagamento e impactos.

O produto apresenta superfície interna lisa, o que reduz o atrito e facilita a passagem de cabos e condutores, diminuindo o esforço na instalação. Possui diâmetro nominal de 63 mm, fabricado em rolos de comprimento variável, geralmente com guia passafio embutido para agilizar o processo de enfição. Sua cor é usualmente preta ou amarela, conforme padrão de aplicação e exigências do projeto.

Atende às especificações da NBR 15715 (Eletrodutos corrugados de polietileno de alta densidade para uso enterrado), bem como à NBR 16612 (Sistemas de eletrodutos plásticos para instalações elétricas). Possui resistência a temperaturas de -25 °C a +90 °C,



isolamento elétrico superior a 100 MΩ e resistência mínima ao impacto e à compressão conforme a classe especificada no projeto.

Indicado para proteção e condução de cabos elétricos e de telecomunicações em obras civis, industriais e de infraestrutura, o eletroduto flexível corrugado em PEAD DN 63 mm oferece durabilidade, segurança e excelente desempenho em ambientes subterrâneos, expostos ou sujeitos a condições agressivas, garantindo integridade dos cabos ao longo do tempo.

10.9. CABO MULTIPLEXADO 50 MM² – BAIXA TENSÃO

Condutor elétrico do tipo multiplexado, com alma de aço e fios de alumínio, composto por condutores isolados e um condutor neutro mensageiro nu ou isolado. Utilizado para redes de distribuição secundária aérea de baixa tensão (127/220V), em áreas urbanas e rurais.

Características Técnicas:

- Tipo de Condutor: Multiplexado de alumínio com mensageiro de aço-alumínio;
- Seção Nominal dos Condutores Ativos: 50 mm² Número de Condutores Ativos: 4 condutores isolados (3 fase + neutro);
- Isolamento: Polietileno Reticulado (XLPE) ou Polietileno de Alta Densidade (PEAD), resistente a intempéries e radiação UV;
- Tensão Nominal: 0,6/1 kV;
- Temperatura Máxima de Operação: 90°C em regime contínuo (XLPE)
- Condutor Mensageiro (neutro): Aço galvanizado revestido com alumínio (ACSR), podendo ser nu ou isolado (dependendo do projeto)
- Formação Típica: 3 x 50 mm² (fases) + 1 x 50 mm² (neutro mensageiro).

Normas Técnicas Aplicáveis: NBR 8182 – Condutores de alumínio NBR 7288 – Cabos multiplexados para redes aéreas de distribuição NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão NBR NM 280 – Condutores elétricos

Vantagens: Maior resistência mecânica, ideal para vãos longos, redução de perdas técnicas em relação a cabos nus, maior segurança contra curtos e contatos acidentais Instalação simples e econômica, boa resistência a intempéries e raios UV.



PREFEITURA MUNICIPAL DE PACARAIMA
Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos
Rua Monte Roraima, S/N - Centro. Pacaraima/Roraima. CEP: 69.345-000.
Tel.: (95) 3592-1268 - E-mail: prefeitura@pacaraima.rr.gov.br

11. PRAZO DE EXECUÇÃO

O prazo de execução da Obra será de 180 (cento e oitenta) dias contados a partir da emissão da ordem de serviços pela Prefeitura Municipal de PACARAIMA/Roraima.

12. RESUMO DO CUSTO DA OBRA

- INVERSOR HÍBRIDO DE POTÊNCIA MÍNIMA DE 8KW BIFÁSICO 127/220V - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO – 18 UNIDADES;
- PAINEL FOTOVOLTAICO MONOCRISTALINO DE POTÊNCIA MÍNIMA DE 600WP - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO – 312 UNIDADES;
- BATERIA DE LÍTIO CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO MÍNIMO DE 5KWH 48V BT - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO – 89 UNIDADES;
- ESTRUTURA DE RACK PADRÃO COM CAPACIDADE PARA 12 BATERIAS NO MÁXIMO COM DIMENSÃO MÍNIMA DE 530X602X2000MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO – 06 UNIDADES;
- ESTRUTURA METÁLICA PARA 4 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS PARA TELHA DE FIBROCIMENTO COM HASTE SOLAR COM 250MM PARA MADEIRA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO – 55 UNIDADES;
- ESTRUTURA METÁLICA PARA 4 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS PARA TELHA COLONIAL COM SUPORTE GANCHO PROLONGADOR AJUSTÁVEL - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO – 14 UNIDADES;
- ESTRUTURA METÁLICA PARA 4 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS PARA TELHA METÁLICA COM MINI TRILHO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO – 15 UNIDADES;
- STRING BOX CC SOLAR COM 3 ENTRADAS E 3 SAÍDA COM CHAVE SECCIONADORA 32A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO – 17 UNIDADES;
- ABRIGO DOS INVERSORES E DAS BATERIAS – 06 UNIDADES;
- COMISSIONAMENTO DE USINA SOLAR FOTOVOLTAICA – 06 UNIDADES.
- **CUSTO DA OBRA SEM BDI: R\$ 3.908.553,9**
- **BDI DE SERVIÇOS ADOTADO: R\$ 1.011.060,53**
- **CUSTO DA OBRA COM BDI: R\$ 4.919.614,43**



13. ENTREGA DA OBRA

13.1. RECEBIMENTO PROVISÓRIO

Quando as obras e serviços ficarem inteiramente concluídos, de perfeito acordo com o contrato, será lavrado um termo de recebimento provisório, que será passado em três vias de igual teor, todas assinadas por um representante da fiscalização e pelo construtor.

As duas primeiras vias ficarão em poder da fiscalização, destinando-se a terceira ao construtor.

O recebimento provisório só poderá se dar após terem sido realizadas todas as medições e apropriações referentes a acréscimos e modificações, e apresentadas às faturas correspondentes aos pagamentos.

O recebimento em geral também deverá estar de acordo com a NBR-5675.

13.2. RECEBIMENTO DEFINITIVO

O termo de recebimento definitivo das obras contratadas será lavrado até 90 (noventa) dias após o recebimento provisório, referido no item anterior, se tiverem sido satisfeitas as seguintes condições.

Atendidas todas as reclamações da fiscalização referentes a defeitos ou imperfeições que venham a ser verificadas em qualquer elemento das obras e serviços executados.

Solucionadas todas as reclamações porventura feitas quanto à falta de pagamento a operários, fornecedores ou prestadores de serviços empregados na obra.

O termo de recebimento definitivo, lavrado em três vias, será assinado pelo contratado, autoridade competente (ordenador) da Secretaria de Obras do Município, designada através de portaria, conforme disposto na **Lei nº 14.133/2021 no art. 140, inciso I, alínea b** (para obras e serviços), após as devidas vistorias.

Este termo de recebimento definitivo deverá conter formal declaração de que o prazo de garantia e assistência técnica de serviços executados e instalações complementares é de cinco anos quanto às obras civis, arquitetônicas e estruturais. Será contado, a partir da data desse mesmo termo, a garantia mínima de **05 ANOS referente à responsabilidade da CONTRATADA**, quanto aos materiais e equipamentos utilizados (peças e serviços), com a contratada sendo responsável por acionar as garantias de longo prazo dos fabricantes.



14. SINALIZAÇÃO DA OBRA

Uma condição básica para a garantia da segurança e fluidez da via diz respeito à correta implantação da sinalização. Para tanto, é necessária a colocação das placas de advertência. Atentando sempre para as normas ditadas pelo CONTRAN (Resolução nº 160/04).

Será de responsabilidade da CONTRATADA todos os contatos necessários à interdição das vias de tráfego junto ao Órgão de Trânsito, inclusive a observância das determinações daquele órgão e da legislação pertinente ao trânsito. Os cavaletes metálicos de sinalização viária deverão ser sinalizados e sempre que necessário instalados corretamente na intervenção a obra visando a segurança do trânsito das vias públicas.

A CONTRATADA se empenhará em tornar mínima a interferência dos seus trabalhos sobre o tráfego, público e o trânsito, criando facilidades e meios que demonstrem esta sua preocupação. A CONTRATANTE, através da FISCALIZAÇÃO, participará da análise dos problemas previsíveis e soluções a serem adotadas.

A sinalização adequada das obras deve ser feita não só para proteger trabalhadores, transeuntes, equipamentos e veículos, como também para atender às exigências legais.

As obras e serviços em vias públicas devem ser executados com a indispensável cautela da adequada sinalização, quer durante o dia quer durante a noite, e de acordo com os elementos de sinalização diurna e noturna recomendados e descritos na Resolução nº 160/04 CONTRAN.

A sinalização para o tráfego desviado obedecerá às recomendações do Código Nacional de Trânsito quanto às dimensões, formatos e dizeres; tais sinais deverão ser executados pela CONTRATADA, que fornecerá os materiais necessários tanto para sinalização diurna como noturna.

Quando por qualquer motivo, os serviços forem suspensos, a CONTRATADA continuará responsável pela manutenção de todo o material existente no local, e pela segurança do canteiro de serviço, contra acidentes tanto com veículos como com pessoas. Quaisquer danos deste tipo serão reparados pela CONTRATADA, sem ônus para a CONTRATANTE.

A CONTRATADA será responsável inteiramente por quaisquer danos a viaturas particulares ou acidentes que envolvam pessoas, empregados ou não, nas obras.



14.1. DISPOSITIVO DE SINALIZAÇÃO NOTURNA

A sinalização noturna será feita com os mesmos dispositivos utilizados na sinalização diurna, acrescidos de um ou dos dois elementos adicionais seguintes: sinalização refletida e/ou sinalização luminosa. Além das recomendações normalmente indicadas para as obras, o mesmo cuidado e atenção deverão ser dispensados à sinalização noturna dos equipamentos móveis ou semimóveis que muitas vezes precisam ficar estacionados na rua durante a execução dos serviços.

Diversos materiais podem ser empregados na execução da sinalização horizontal. A escolha do material mais apropriado para cada situação deve considerar os seguintes fatores: natureza do projeto (provisório ou permanente), volume e classificação do tráfego (VDM), qualidade e vida útil do pavimento, frequência de manutenção, dentre outros.

Na sinalização horizontal podem ser utilizadas tintas, massas plásticas de dois componentes, massas termoplásticas, plásticos aplicáveis a frio, películas pré-fabricadas, dentre outros.

Para proporcionar melhor visibilidade noturna a sinalização horizontal deve ser sempre refletiva.

14.2. SINALIZAÇÃO REFLETIVA

A sinalização refletida tem por fim refletir toda a luz incidente, tornando claramente visível, em sua totalidade, o dispositivo em que é aplicada. A refletividade de um elemento de sinalização pode ser conseguida por meio de dispositivos especiais (olhos de gato, películas refletidas e outros), ou de tintas que possuem essas propriedades.

a) Dispositivos especiais

Quando adotados, deverão ser vermelhos e colocados de preferência nos cavaletes.

b) Tintas refletivas Serão utilizadas na pintura das faixas amarelas dos cavaletes zebrados e dos demais dispositivos, já descritos, da sinalização diurna, que venham a ser utilizados à noite.

A sinalização será paga por metro de extensão e unidades de elementos de sinalização, incluindo instalação e remoção, bem como, despesas junto ao Órgão de Trânsito.



15. GESTÃO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

A CONTRATADA deverá dispor de uma Sede/Central de Operação na sede local da obra. Nessa sede, de exclusiva responsabilidade da CONTRATADA, deverão ser depositados os materiais, ferramentas e equipamentos.

A Central de Operação deve estar devidamente equipada para acondicionamento e movimentação dos materiais, com prateleiras, pallets, armários, carrinho porta-pallets, bancada para testes de componentes do sistema de iluminação. Além disso, devem dispor de mão-de-obra para os serviços de movimentação.

Dentro da área coberta deverá ser marcado e identificado o local onde serão armazenados os materiais, pré-tratados pela CONTRATADA, para posterior triagem.

A CONTRATADA deve manter todos os materiais, novos da iluminação pública e sistemas fotovoltaicos, armazenados sob sua responsabilidade.

Será permitido, a qualquer horário, o acesso da fiscalização pela SECRETARIA DE OBRAS DO MUNICÍPIO ou por pessoas por ela designadas, às dependências da CONTRATADA, para o controle dos materiais de Iluminação Pública, nos locais de armazenagem.

Todos os materiais, novos ou retirados da iluminação pública deverão ser armazenados de forma adequada e de maneira a garantir a integridade, a conservação, o controle e a fiscalização dos estoques.

15.1. MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS

Toda a movimentação dos equipamentos do sistema fotovoltaico (painéis, inversores, baterias), ocorrerá a expensas da CONTRATADA que deverá dispor de equipamentos e veículos apropriados para tal.

16. CONSIDERAÇÕES

Este memorial descritivo do projeto de energia fotovoltaica visa viabilizar e dar as condições necessárias para a instalação dos sistemas UFV'S de maneira segura e correta para alimentação e suprimento adequado das cargas do sistema das unidades escolares selecionadas pela prefeitura.

Todos os tópicos aqui citados foram analisados com base nesta instalação, podendo haver variações decorrentes de mudança climática e social. Vale ressaltar que a quantidade



PREFEITURA MUNICIPAL DE PACARAIMA
Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos
Rua Monte Roraima, S/N - Centro. Pacaraima/Roraima. CEP: 69.345-000.
Tel.: (95) 3592-1268 - E-mail: prefeitura@pacaraima.rr.gov.br

de energia gerado pelo sistema não é padronizado, sendo influenciado por diversos fatores de caráter incontrolável.

Conclui-se que a obra de implantação é viável tanto do ponto de vista econômico quanto social e deve ser acompanhada de perto durante o início da entrada em funcionamento afim de verificar se a geração em campo condiz com a proposta informada e possíveis problemas na geração.

PACARAIMA/RR, 01 DE NOVEMBRO DE 2025.

HIGOR RAPHAEL LIMA DA SILVA
ENGENHEIRO ELETRICISTA
CREA 0919222986
RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO PROJETO

WALDERY D'AVILA SAMPAIO
PREFEITO DO MUNICÍPIO DE PACARAIMA/RR