



PROJETO BÁSICO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA DIVERSOS POSTOS DE SAÚDE FAMILIAR E A SEDE DA PREFEITURA MUNICIPAL

PREFEITURA MUNICIPAL DE BREJO DO CRUZ – PARAÍBA

Prefeitura Municipal de Brejo do Cruz
CNPJ: 08.767.154/0001-15
Rua Solón de Lucena, 47 – Centro

Prefeito
Tales Torricelli de Sousa Costa e Silva

PROJETO BÁSICO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA DIVERSAS ESCOLAS DO MUNICÍPIO DE BREJO DO CRUZ – PARAÍBA

Outubro de 2025
Brejo do Cruz - PB



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. DIAGNÓSTICO	5
3. DIMENSIONAMENTO DOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.....	6
4. ANÁLISE FINANCEIRA E ESTIMATIVA DE INVESTIMENTO	17
5. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÃO	18
6. TREINAMENTO E COMISSIONAMENTO	23
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	25

1. INTRODUÇÃO

O Sol é a primeira e principal fonte de energia do nosso planeta, beneficiando indistintamente homens e animais desde o início da história. No entanto, até pouco tempo atrás essa energia sequer era considerada para a produção ou conversão de outros tipos de energia. Com o surgimento de novas tecnologias que possibilitaram a captação e conversão da energia solar em energia elétrica, aliado ao barateamento dessa tecnologia e ao aumento do custo de produção das formas convencionais de energia elétrica, a energia solar fotovoltaica tem se tornado uma opção interessante para o abastecimento de casas, indústrias e também do poder público.

Não bastasse a produção diuturna, o excedente produzido pode ser convertido em crédito energético quando o sistema solar fotovoltaico está conectado à rede de energia elétrica local, o que possibilita uma “distribuição” de energia entre imóveis sob o mesmo domínio, permitindo a execução de projetos mais robustos que se convertem em verdadeiras usinas solares.

É nesse intuito que o Município de Brejo do Cruz, Estado da Paraíba, pretende se beneficiar dessa tecnologia, instalando sistemas solares fotovoltaicos conectados a rede para produzir energia para nas unidades de saúde, propiciando o abastecimento de parte da rede de saúde do município, gerando economia ao erário e trazendo benefícios sociais, por meio da adoção de políticas públicas de energias limpas, renováveis e sustentáveis.

2. DIAGNÓSTICO

O município de Brejo do Cruz conta com 12 instituições de saúde públicas, divididas em postos de saúde familiar, unidades básicas de saúde, hospital, samu e policlínica, com algumas unidades climatizadas com ar condicionado. Destaca-se que a climatização propicia um melhor desempenho das atividades realizadas nos locais e mais conforto para os enfermos, porque ao passo em que torna as temperaturas das salas mais amenas, também pacientes e profissionais de saúde em um ambiente com menos ruídos externos, proporcionando maior bem estar.

Tais benefícios, porém, cobram um custo caro ao erário público por provocarem um elevado aumento no consumo de energia elétrica. Tal afirmação pode ser comprovada com a simples análise dos dados de consumo das principais unidades consumidoras do município.

Baseado na média de consumo das unidades de saúde em pleno funcionamento no ano de

2024 e 2025, a média de consumo da saúde municipal é estimada em 30.615kWh.

3. DIMENSIONAMENTO DOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

O município de Brejo do Cruz com o intuito de melhorar as contas públicas em curto prazo, decidiu investir em Energia Solar do tipo Fotovoltaica conectada à Rede da Concessionária de Energia, neste caso Energisa Paraíba, para isso se faz necessário realizar o dimensionamento dos sistemas fotovoltaicos para atender a demanda necessária.

Os SFCR possuem dispositivos mais sofisticados de interface por funcionarem em paralelo com a rede elétrica, que apresentam sistemas de proteção que evitam o ilhamento, que é o funcionamento do sistema na ausência de eletricidade na rede. Por isso, o SFCR não funciona sem está conectado a rede, sendo totalmente dependente da rede elétrica.

Resumidamente um sistema fotovoltaico conectado à rede (SFCR) funciona gerando energia elétrica pela luz do Sol e injetando-a na rede de distribuição. Como mostrado na figura 1.

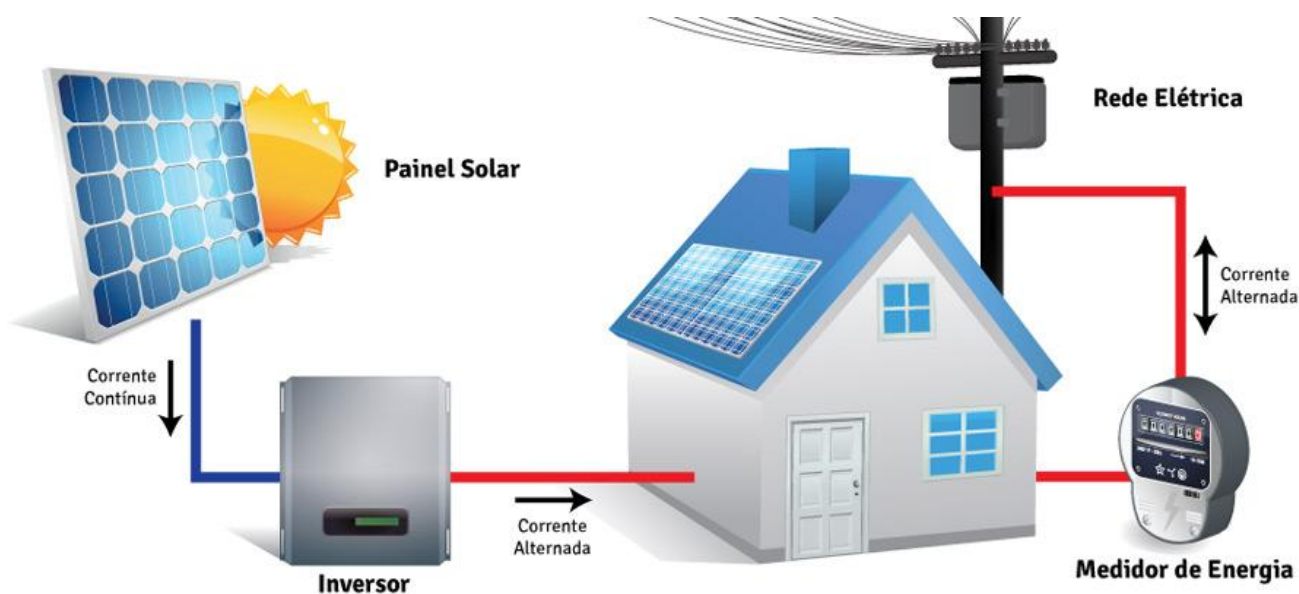


Figura 1 - Funcionamento de sistema fotovoltaico conectado à rede

Geralmente os geradores fotovoltaicos são constituídos associando módulos fotovoltaicos em série, até conseguir a tensão desejada, posteriormente é feita a associação em paralelo das várias associações feitas em série, até conseguir a corrente elétrica desejada. De forma geral, a dimensão do gerador fotovoltaico é caracterizada por sua potência nominal, que é expressa em kWp, que corresponde à multiplicação da quantidade de módulos fotovoltaicos pela potência individual do

módulo utilizada no projeto. Porém, a potência que é fornecida por esses sistemas varia de acordo com as condições que estão submetidas, como a irradiação solar diária e a temperatura ambiente.

Na visita técnica em loco foi analisado a estrutura de diversas unidades de saúde, sendo considerado na avaliação dos locais a área de telhado para instalação fotovoltaica, existência de transformador na rede, localização do quadro geral de energia, e disponibilidade de local para instalação do inversor.

Considerando os fatores expostos foram escolhidas as seguintes unidades para instalação do sistema:

POLICLÍNICA FRANCISCA ROQUE BRAGA

PSF MANOEL CÍCERO DANTAS

PSF FRANCISCO ALVES FEITOSA

SEDE DA PREFEITURA MUNICIPAL DE BREJO DO CRUZ

Nas unidades escolares escolhidas serão instalados sistemas de 22,82 kWp a 57,33 kWp, que conterão, ao todo, 229 painéis fotovoltaicos e 5 inversores, os inversores com potência total de 125kW. Enquanto os módulos, somados, tem uma potência total instalada de 136,97 kWp, considerando a soma das potências dos módulos, gerando aproximadamente 18.901,86 kWh/mês. O conteúdo de cada sistema fotovoltaico e a disposição das placas fotovoltaicas pode são descritas a seguir:

As informações das descrições dos módulos e componentes abaixo são exigências mínimas de qualidade e desempenho, considerando as dimensões e disposições no layout de cada unidade escolar.

a) POLICLÍNICA FRANCISCA ROQUE BRAGA - Sistema Fotovoltaico de 22,82 kWp

Título	Descrição	Quant.
MÓDULOS FOTOVOLTAICOS		39
	MODULO MONOCRISTALINO OU POLICRISTALINO COM POTÊNCIA MÍNIMA DE 585W	Incluso
INVERSORES		
	INVERSOR TIPO GRID-TIE PARA 60Hz	Incluso
ESTRUTURAS E VARIEDADES		
	STRING BOX	Incluso
	MONITORAMENTO WIFI	Incluso
	ESTRUTURA DE FIXAÇÃO DOS PAINÉIS	Incluso
	SISTEMA DE ATERRAMENTO	Incluso
	CALHAS E ELETRODUTOS	Incluso
	CABOS SOLARES PRETO E VERMELHO	Incluso

	CONECTORES MC4 FÊMEA / MACHO	Incluso
	FRETE	Incluso
	SEGURO SOLAR RICOS DE ENGENHARIA PROJETO E INSTALAÇÃO	Incluso
	SEGURO SOLAR RESPONSABILIDADE CIVIL	Incluso

Potência: 22,82 kWp

Estimativa de geração anual: 37.789,92 kWh

Geração média mensal: 3.149,16 kWh

Categoria do Padrão de entrada Energisa: T2

Módulos fotovoltaicos com potência de 585W

Potência de inversores: 20kW

Quantidade mínima de MPPTs: 02

Distância máxima entre os inversores e o padrão de medição: 40 metros.

Os cabos que serão utilizados entre o quadro de proteção dos inversores e a medição serão cabos de cobre 10mm² 0,6/1kV 90°.

No layout proposto, estão dispostos 39 módulos fotovoltaicos, cada um com potência de 585W. No Anexo 1, apresenta-se o diagrama unifilar correspondente à instalação.



Figura 2. Layout proposto do sistema fotovoltaico da POLICLÍNICA FRANCISCA ROQUE BRAGA

b) PSF MANOEL CÍCERO DANTAS– Sistema Fotovoltaico de 29,25 kWp

Título	Descrição	Quant.
MÓDULOS FOTOVOLTAICOS		50
	MODULO MONOCRISTALINO OU POLICRISTALINO	Incluso
INVERSORES		
	INVERSOR TIPO GRID-TIE PARA 60Hz	Incluso

ESTRUTURAS E VARIEDADES		
	STRING BOX	Incluso
	MONITORAMENTO WIFI	Incluso
	ESTRUTURA DE FIXAÇÃO DOS PAINÉIS	Incluso
	SISTEMA DE ATERRAMENTO	Incluso
	CALHAS E ELETRODUTOS	Incluso
	CABOS SOLARES PRETO E VERMELHO	Incluso
	CONECTORES MC4 FÊMEA / MACHO	Incluso
	FRETE	Incluso
	SEGURO SOLAR RISCOS DE ENGENHARIA PROJETO E INSTALAÇÃO	Incluso
	SEGURO SOLAR RESPONSABILIDADE CIVIL	Incluso

Potência: 29,25 kWp

Estimativa de geração anual: 48.438,00 kWh

Geração média mensal: 4.036,50 kWh

Categoria do Padrão de entrada: T2

Módulos fotovoltaicos com potência de 585W

Potência de inversores: 30kW

Quantidade mínima de MPPTs: 03

Distância máxima entre os inversores e o padrão de medição: 40 metros.

Os cabos que serão utilizados entre o quadro de proteção dos inversores e a medição serão cabos de cobre 16mm² 0,6/1kV 90°.

No layout proposto, estão dispostos 50 módulos fotovoltaicos, cada um com potência de 585W. No Anexo 2, apresenta-se o diagrama unifilar correspondente à instalação.



Figura 3. Layout proposto do sistema fotovoltaico do PSF MANOEL CÍCERO DANTAS

c) PSF FRANCISCO ALVES FEITOSA – Sistema Fotovoltaico de 27,57 kWp

Título	Descrição	Quant.
MÓDULOS FOTOVOLTAICOS		42
	MODULO MONOCRISTALINO OU POLICRISTALINO	Incluso
INVERSORES		
	INVERSOR TIPO GRID-TIE PARA 60Hz	Incluso
ESTRUTURAS E VARIEDADES		
	STRING BOX	Incluso
	MONITORAMENTO WIFI	Incluso
	ESTRUTURA DE FIXAÇÃO DOS PAINÉIS	Incluso
	SISTEMA DE ATERRAMENTO	Incluso
	CALHAS E ELETRODUTOS	Incluso
	CABOS SOLARES PRETO E VERMELHO	Incluso
	CONECTORES MC4 FÊMEA / MACHO	Incluso
	FRETE	Incluso
	SEGURO SOLAR RISCOS DE ENGENHARIA PROJETO E INSTALAÇÃO	Incluso
	SEGURO SOLAR RESPONSABILIDADE CIVIL	Incluso

Potência: 27,57 kWp

Estimativa de geração anual: 45.655,92 kWh

Geração média mensal: 3.804,66 kWh

Categoria do Padrão de entrada: T2

Módulos fotovoltaicos com potência de 585W

Potência de inversores: 25kW

Quantidade mínima de MPPTs: 04

Distância máxima entre os inversores e o padrão de medição: 40 metros.

Os cabos que serão utilizados entre o quadro de proteção dos inversores e a medição serão cabos de cobre 10mm² 0,6/1kV 90°.

No layout proposto, estão dispostos 42 módulos fotovoltaicos, cada um com potência de 585W. No Anexo 3, apresenta-se o diagrama unifilar correspondente à instalação.

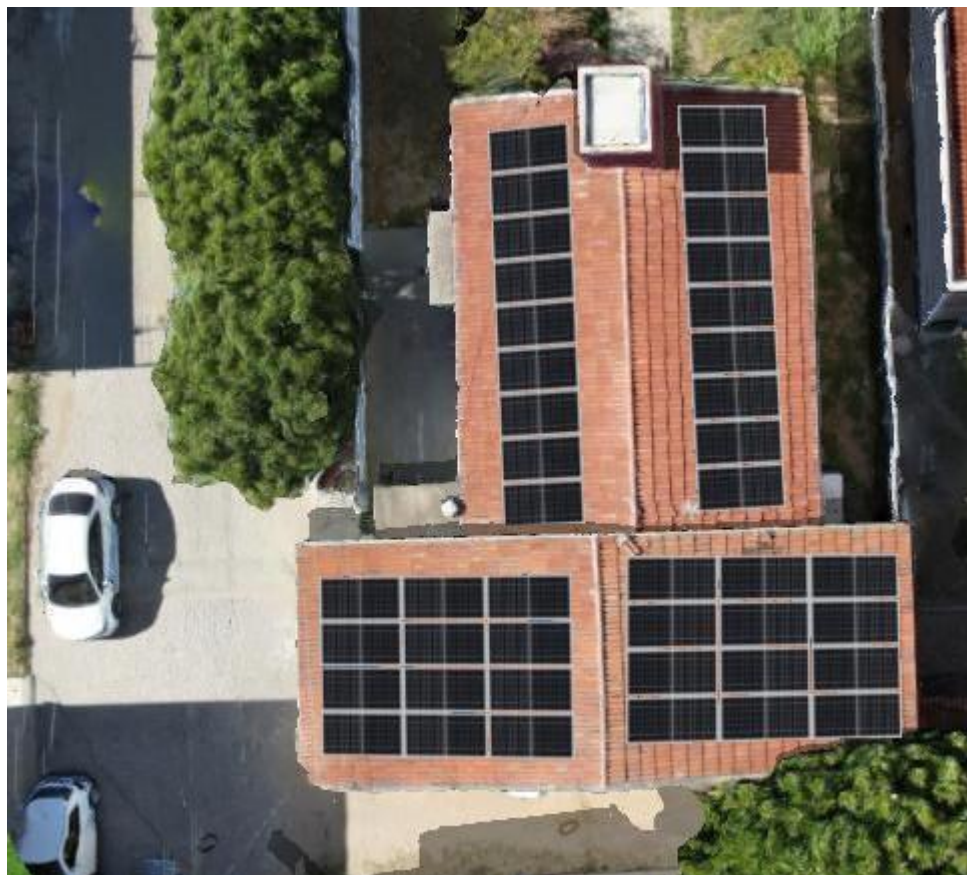


Figura 4. Layout proposto do sistema fotovoltaico do PSF FRANCISCO ALVES FEITOSA

d) SEDE DA PREFEITURA MUNICIPAL – Sistema Fotovoltaico de 57,33 kWp

Título	Descrição	Quant.
MÓDULOS FOTOVOLTAICOS		98
	MODULO MONOCRISTALINO OU POLICRISTALINO	Incluso
INVERSORES		
	INVERSOR TIPO GRID-TIE PARA 60Hz	Incluso
ESTRUTURAS E VARIEDADES		
	STRING BOX	Incluso
	MONITORAMENTO WIFI	Incluso
	ESTRUTURA DE FIXAÇÃO DOS PAINÉIS	Incluso
	SISTEMA DE ATERRAMENTO	Incluso
	CALHAS E ELETRODUTOS	Incluso
	CABOS SOLARES PRETO E VERMELHO	Incluso
	CONECTORES MC4 FÊMEA / MACHO	Incluso
	FRETE	Incluso
	SEGURO SOLAR RICOS DE ENGENHARIA PROJETO E INSTALAÇÃO	Incluso
	SEGURO SOLAR RESPONSABILIDADE CIVIL	Incluso

Potência: 57,33 kWp

Estimativa de geração anual: 94.938,48 kWh

Geração média mensal: 7.911,54 kWh

Categoria do Padrão de entrada: T4

Módulos fotovoltaicos com potência de 585W

Potência de inversores: 1 inversor de 20kW e 1 inversor de 30kW

Quantidade mínima de MPPTs em cada inversor: 04

Distância máxima entre os inversores e o padrão de medição: 40 metros.

Os cabos que serão utilizados entre o quadro de proteção dos inversores e a medição serão cabos de cobre 50mm² 0,6/1kV 90°.

No layout proposto, estão dispostos 98 módulos fotovoltaicos, cada um com potência de 585W. No Anexo 4, apresenta-se o diagrama unifilar correspondente à instalação.



Figura 5. Layout proposto do sistema fotovoltaico da SEDE DA PREFEITURA MUNICIPAL

Além dos materiais descritos nas tabelas anteriormente, também se faz necessário a instalação de sistemas de proteção CA e CC como fusíveis, disjuntores seccionadores, dispositivos de proteção de surto (DPS), também contemplando o aterramento e Sistemas De Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA) para toda a estrutura metálica do sistema e inversores.

4. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÃO

As especificações técnicas relacionadas à instalação dos sistemas fotovoltaicos devem ser seguidas objetivando um melhor desempenho do sistema fotovoltaico com equipamentos de ótima qualidade e instalação segura e confiáveis.

Microgeradores fotovoltaicos

- Os microgeradores devem ser instalados e colocados em funcionamento seguindo rigorosamente o estabelecido pela Resolução Normativa 687/2015 da ANEEL.
- As potências nominais dos sistemas fotovoltaicos a serem contratados variam $\pm 5\%$.
- Os microgeradores serão instalados todos com estrutura para telha colonial, utilizando estruturas de Alumínio.

Módulos fotovoltaicos

- Cada gerador fotovoltaico deverá ser composto por módulos idênticos, ou seja, com mesmas características elétricas, mecânicas e dimensionais, e constituídos por células fotovoltaicas do mesmo tipo e modelo, feitos de silício policristalino ou monocristalino.
- Os módulos devem contar com certificado segundo a norma IEC 61215, testes de segurança conforme IEC 61730.1 e 61730.2, e certificação INMETRO classe A. Com o inversor injetando normalmente na rede e em ausência de sombras, os módulos fotovoltaicos não devem exibir nenhum fenômeno de “ponto quente”.
- Deve ser apresentado catálogo, folha de dados ou documentação específica para a comprovação das exigências acima.
- Vida útil esperada mínima de 25 anos e nível máximo esperado de degradação da potência de 20% durante o período de garantia.

Inversores

- Todos os inversores devem ser do tipo GRID-TIE, ou seja, projetados para operarem conectados à rede da concessionária local de energia elétrica na frequência de 60 Hz.
- A tensão de saída do conjunto de inversores deve ser compatibilizada ao nível nominal de utilização da concessionária de energia local.
- Devem atender a todos os requisitos e estar configurados conforme as normas IEC/EM 61000-6-1/61000-6-2/61000-6-3, IEC 62109-1/2, IEC 62116, NBR 16149 e DIN VDE

0126-1-1.

- Com potência nominal até 10kW, devem possuir certificação do INMETRO.
 - A regulação do fator de potência deve ser automática, em função da tensão e corrente na saída do sistema.
 - Devem incluir proteção contra o funcionamento em ilha, respeitando a resposta aos afundamentos de tensão.
 - Devem incluir proteção contra reversão de polaridade na entrada C.C., curto-circuito na saída C.A., sobretensão e saída além de proteção contra sobretemperatura.
 - Devem ser conectados a dispositivos de seccionamento adequados, visíveis e acessíveis para a proteção da rede e da equipe de manutenção.
 - O quadro de paralelismo dos inversores de cada sistema fotovoltaico, disjuntores de proteção e barramentos associados, cabos de entrada e saída devem ser dimensionados e instalados em conformidade com a NBR 5410.
 - Devem ter grau de proteção mínimo IP 65.
 - Devem atender a todas as exigências da concessionária de energia local.
 - Os inversores devem permitir monitoramento remoto e monitoramento local.
 - Deve ser apresentado catálogo, folha de dados ou documentação específica para a comprovação das exigências acima.
 - Vida útil esperada de, ao menos, 10 anos.
- Os condutores C.C. devem ser acondicionados em eletrocalhas ou eletrodutos, com caixas de passagem seguindo as normas brasileiras de instalações elétricas.

Cabos fotovoltaicos (CC)

- Os cabos elétricos, quando instalados ao tempo, devem apresentar as seguintes características:
 - Ser resistentes a intempéries e à radiação UV;
 - Apresentar a propriedade de não propagação de chama, de auto extinção do fogo e suportar temperaturas operativas de até 90°C;
 - Ser maleáveis, possibilitando fácil manuseio para instalação;
 - Apresentar tensão de isolamento apropriada à tensão nominal de trabalho;
 - Apresentar garantia mínima de 5 anos, vida útil de 25 anos e certificação TUV.

- Deve ser apresentado catálogo, folha de dados ou documentação específica para a comprovação das exigências acima.

Aterramento

- Todas as estruturas metálicas e equipamentos devem estar conectados ao sistema de aterramento, de forma a garantir a equipotencialidade.
- Toda a instalação, deve ser realizada em conformidade com a norma NBR 5419, inclusive, eventuais adaptações necessárias

Todos esses sistemas deverão ser executados num prazo de 90 dias, sendo estabelecido o seguinte cronograma:

ETAPA	Dias
HOMOLOGAÇÃO DOS SISTEMAS NA CONCESSIONÁRIA	Até 30 dias
ENTREGA DOS EQUIPAMENTOS E INSUMOS (após a aprovação do projeto)	Até 30 dias
INSTALAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS NAS UNIDADES (após a aprovação do projeto e a chegada do material)	Até 60 dias

5. TREINAMENTO E COMISSIONAMENTO

O treinamento deverá ser realizado após a finalização da instalação dos sistemas fotovoltaicos, para que os funcionários dos locais sejam capazes de gerenciar, operar e monitorar o SFCR, a duração total do treinamento é de 8h.

Já o comissionamento deverá ser realizado para analisar o funcionamento adequado do sistema e eventuais correções, sendo necessário seguir os seguintes passos:

Inspeção visual e termográfica:

- a) Deve ser realizada inspeção visual das estruturas metálicas, módulos, conectores e quadros;
- b) Mediante uma câmera termográfica e com o gerador fotovoltaico operando normalmente

(conectado à rede), deve ser observada a temperatura dos módulos fotovoltaicos, registrando a diferença de temperatura entre a célula mais quente e a mais fria, e também qualquer temperatura absoluta próxima ou maior que 100° C;

c) Deve ser realizada também avaliação termográfica dos quadros elétricos.

Teste de módulos individuais e strings:

a) Serão testados 4 módulos selecionados aleatoriamente;

b) O teste será feito sem desmontar os módulos da estrutura de suporte. Simplesmente serão desconectados do gerador;

c) Serão obtidas ainda as curvas I-V de todos as strings individualmente;

d) Devem ser realizados ainda teste de tensão, polaridade e resistência de isolamento de cada string.

Avaliação de desempenho:

a) O princípio do teste consiste em observar as condições durante a operação real do sistema operação a energia efetivamente fornecida à rede elétrica e comparar a energia estimada a ser fornecida pelo sistema;

b) O período de registro deve englobar desde o nascer até o pôr do Sol e os valores de irradiação solar registrados com periodicidade menor que 1 (um) minuto;

c) Durante o teste deve ser evitada qualquer ação que afete o grau de limpeza dos microgeradores e dos módulos de referência;

d) Outros esforços de manutenção podem ser feitos, registrando cuidadosamente os detalhes (causa, tarefa e duração) em um relatório específico para o tempo de duração do teste;

e) Ao final desse teste deve ser plotado gráfico das medições de Performance pela Irradiação Solar bem como apresentada a Performance média do sistema.

Caracterização dos inversores:

a) Consiste em realizar a medição da eficiência do inversor em relação à carga;

b) A eficiência do inversor consiste na capacidade de conversão de energia CC em CA. Deve-se utilizar analisador de energia medindo a tensão CC, a corrente que alimenta a entrada do inversor, a corrente de saída e as três tensões CA de fase;

c) Deve-se avaliar a curva de eficiência medida para diferentes níveis de carregamento do

inversor e comparar com a curva de eficiência apresentada pelo fabricante;

d) Deve-se realizar a medição de eficiência para cada modelo de inversor instalado no Sistema fotovoltaico a ser avaliado.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema fotovoltaico atualmente é melhor alternativa para diminuir as despesas com energia elétrica e no setor público o investimento irá trazer muitos benefícios diretos, pois ao economizar recursos financeiros poderá investir em outros setores da saúde.

Logo, os pacientes e funcionários da rede municipal de saúde poderão usufruir do conforto térmico provenientes dos ares condicionados instalados nas unidades de saúde de forma sustentável, através da produção e uso de energia limpa dos sistemas fotovoltaicos instalados.

Brejo do Cruz – PB, outubro de 2025.

Bonifácio Bezerra da Nóbrega Neto

ENGENHEIRO ELETRICISTA

CREA 161416658-7



