

MIGDI E SIGFI

NORMA TÉCNICA – NT.043
Revisão 00 – 2022

GRUPO
equatorial
ENERGIA

FINALIDADE

Esta norma técnica tem por finalidade estabelecer os critérios, padrões e requisitos mínimos exigidos para o projeto, a instalação, comissionamento, operação e manutenção, bem como o fornecimento de materiais/equipamentos de Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente (SIGFI) e de Microssistema Isolado de Geração e Distribuição de Energia Elétrica (MIGDI), para as concessionárias do Grupo Equatorial Energia, doravante denominadas apenas de CONCESSIONÁRIA, em conformidade com as portarias do Ministério de Minas e Energia – MME, as resoluções da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, as especificações técnicas das Centrais Elétricas Brasileiras S/A – ELETROBRAS, as portarias do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO, as normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e as normas técnicas de fornecimento de energia elétrica da CONCESSIONÁRIA, na ausência de normas técnicas nacionais devem ser usadas as normas técnicas internacionais aplicáveis.

SUMÁRIO

1	CAMPO DE APLICAÇÃO	1
2	RESPONSABILIDADES	1
2.1	Gerência Corporativa de Normas e Qualidade	1
2.2	Gerência Corporativa de Compras de Materiais e Serviços	1
2.3	Gerência Corporativa de Planejamento e Logística.....	1
2.4	Gerência de Geração	1
2.5	Gerência Corporativa de Obras e Universalização.....	1
2.6	Gerência de Relacionamento com o Cliente.....	2
2.7	Projetistas/Instaladores	2
2.8	Fabricante/Fornecedor	2
3	DEFINIÇÕES.....	2
3.1	Agência Nacional de Energia Elétrica	2
3.2	Agente de Distribuição	2
3.3	Área do módulo	2
3.4	Associação Brasileira de Normas Técnicas.....	2
3.5	Arranjo Fotovoltaico	2
3.6	Autonomia	3
3.7	Cabo da Série Fotovoltaica	3
3.8	Cabo do Arranjo Fotovoltaico.....	3
3.9	Cabo do Subarranjo Fotovoltaico.....	3
3.10	Caixa de Junção.....	3
3.11	Caixa de Terminais	3
3.12	Carga Instalada	3
3.13	Célula Fotovoltaica.....	3
3.14	Centrais Elétricas Brasileiras S.A.....	3
3.15	Centros Comunitários de Produção	4
3.16	Ciclo de Faturamento	4
3.17	Condições-Padrão de Testes.....	4
3.18	Condutor de Equipotencialização.....	4
3.19	Controlador de Carga.....	4
3.20	Corrente de Curto-circuito	4
3.21	Corrente de Curto-circuito do Módulo Fotovoltaico.....	4
3.22	Corrente de Curto-circuito do Arranjo Fotovoltaico.....	4
3.23	Corrente de Curto-circuito de um Subarranjo Fotovoltaico.....	5
3.24	Corrente Nominal	5
3.25	Corrente de Máxima Potência.....	5
3.26	Curva Característica.....	5
3.27	Diodo de Bloqueio	5
3.28	Diodo de Desvio	5
3.29	Disponibilidade Mensal Garantida.....	5

3.30	Distribuidora	5
3.31	Eficiência máxima do módulo fotovoltaico nas condições padrão de teste	5
3.32	Fonte de Energia Intermitente	6
3.33	Fontes Renováveis	6
3.34	gerador fotovoltaico	6
3.35	Interrupção	6
3.36	Inversor	6
3.37	Lote	6
3.38	Máxima Potência	6
3.39	Microsistema Isolado de Geração e Distribuição de Energia Elétrica	6
3.40	Minirrede	7
3.41	Módulo Fotovoltaico	7
3.42	Obra Rentável	7
3.43	Padrão de Entrada	7
3.44	Plano de Universalização de Energia Elétrica	7
3.45	Potência Mínima Disponibilizada	7
3.46	Produção Diária de Referência	7
3.47	Produção Mensal de Energia	7
3.48	Projeto de Referência	8
3.49	Ramal de Conexão	8
3.50	Regiões Remotas	8
3.51	Registro	8
3.52	Requisito de Avaliação da Conformidade	8
3.53	Séria Fotovoltaica	8
3.54	Sistema de Acumulação de Energia	8
3.55	Sistema Condicionador	8
3.56	Sistema Fotovoltaico	8
3.57	Sistema de Geração de Energia	9
3.58	Sistemas Isolados	9
3.59	Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente	9
3.60	Solução de Suprimento	9
3.61	Subarranjo Fotovoltaico	9
3.62	Tensão de Circuito Aberto	9
3.63	Tensão de Circuito Aberto de um Módulo Fotovoltaico	9
3.64	Tensão de Circuito Aberto de um Arranjo Fotovoltaico	9
3.65	Tensão Máxima do Arranjo Fotovoltaico	10
3.66	Tensão de Máxima Potência	10
3.67	Unidade Consumidora	10
3.68	Unidade de Condicionamento de Potência	10
3.69	Valor Máximo de Proteção contra Sobrecorrente do Módulo Fotovoltaico	10
4	REFERÊNCIAS	10
4.1	Leis e Decretos	10

4.2	Resoluções e Portarias	10
4.3	Normas Técnicas Nacionais.....	11
4.4	Normas Técnicas Internacionais	11
4.5	Normas Técnicas Equatorial Energia.....	11
4.6	Outros.....	11
5	ATENDIMENTO AO CLIENTE	12
5.1	Generalidades	12
5.2	Vistoria e Ligação.....	13
5.3	Medição, Leitura e Faturamento	14
5.4	Fornecimento em Período Diário Reduzido	14
5.5	Suspensão de Fornecimento	15
5.6	Tratamento de Reclamações	15
5.7	Considerações para Definição do Atendimento por SIGFI ou MIGDI.....	16
5.8	Tensão em Regime Permanente e Continuidade dos Serviços	17
5.9	Resumo das Solicitações, Prazos e Critérios	20
6	CRITÉRIOS GERAIS	20
6.1	Critérios de Fornecimento de Materiais e Equipamentos	20
6.1.1	Unidades de Medida e Linguagem	20
6.1.2	Condições para Controladores e Inversores.....	20
6.1.3	Condições Normais de Serviço	21
6.1.4	Atendimento ao Programa Brasileiro de Etiquetagem	21
6.1.5	Acondicionamento e Transporte	23
6.1.6	Garantia.....	23
6.1.7	Ensaio, testes e certificações	23
6.2	Critérios para Escolha do MIGDI e SIGFI	24
6.2.1	Critérios Básicos e Cargas por UC	24
6.3	Critérios de Prestação de Serviços - Homologação de Fornecedores	24
6.4	Critérios de Prestação de Serviços - Homologação de Fornecedores O&M.....	26
7	CRITÉRIOS DE PROJETO	27
7.1	Ponto de Entrega	27
7.1.1	Padrão de Entrada	27
7.2	Configuração Básica dos Sistemas de Geração.....	28
7.2.1	Configuração MIGDI CA.....	28
7.2.2	Configuração MIGDI CC.....	29
7.2.3	Modelo de Configuração MIGDI CA/CC.....	29
7.2.4	Modelo de Configuração SIGFI	30
7.2.5	Modelo de Configuração - Modularização dos Sistemas de Geração	30
7.2.6	Modelo de Configuração MIGDI CA/CC.....	31
7.3	Configuração Básica do SIGFI.....	31
7.4	Padrão Construtivo.....	34
8	ESPECIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E ESTRUTURA	35
8.1	Estrutura de Sustentação para SIGFI	36

8.2	Baterias para SIGFI.....	37
8.3	Controlador de Carga – SIGFI	38
8.4	Módulos Fotovoltaicos para SIGFI e MIGDI	39
8.5	Inversores SIGFI	40
8.6	Baterias OPzS - MIGDI	41
8.7	Controladores de Carga MIGDI (quando aplicáveis)	42
8.8	Inversores MIGDI	42
9	PROJETO BÁSICO.....	43
9.1	Memorial Técnico Descritivo	43
10	PROJETO EXECUTIVO.....	44
10.1	Diagrama Funcional ou Multifilar	44
10.2	Outras Documentações.....	45
11	DIMENSIONAMENTO DO SIGFI E MIGDI.....	45
11.1	Dimensionamento de Baterias e Eficiência.....	46
11.2	Dimensionamento do Arranjo Fotovoltaico e Eficiência.....	46
11.3	Dimensionamento do Controlador de carga ou Inversor Fotovoltaico e Eficiência	48
11.4	Dimensionamento do Inversor de Bateria e Eficiência	49
12	INSTALAÇÃO	49
12.1	Módulos FV e estrutura de Fixação	50
12.2	Controlador de Carga.....	50
12.3	Baterias	50
12.4	Inversor.....	51
12.5	Componentes de Proteção dos Equipamentos.....	51
12.6	Aterramento.....	51
12.7	Cabos e Conexões	51
13	OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	51
13.1	Atividades básicas de manutenção.....	51
13.2	Condições Ambientais.....	52
13.3	Aspectos de Segurança	52
13.4	Periodicidade das Atividades	52
13.4.1	Inspeção Visual do Sistema	53
13.4.2	Limpeza dos módulos solares.....	53
13.4.3	Reaperto Mecânico	53
13.4.4	Medições Elétricas do Sistema	53
13.4.5	Sinalização dos Controladores e Inversores.....	53
13.5	Documentação	53
13.6	Descrição Resumida das Atividades.....	53
13.7	Duração das Atividades	53
13.8	Inspeções Finais.....	54
14	ENSAIOS.....	54
15	DESENHOS.....	54
15.1	DESENHO I - ESTRUTURA DE SUSTENTAÇÃO – TORRE SIGFI	54

15.2	DESENHO II- POSTE AUXILIAR DE AÇO GALVANIZADO	57
15.3	DESENHO III- CAIXA FIBRA DE VIDRO SIGFI 60.....	57
15.4	DESENHO IV - CAIXA FIBRA DE VIDRO SIGFI 80.....	58
15.5	DESENHO V - CAIXA FIBRA DE VIDRO SIGFI 180.....	59
16	ANEXOS.....	61
16.1	ANEXO I - RELÁTÓRIO DE COMISSONAMENTO.....	61
16.2	ANEXO II – PIT – ENSAIOS - EQUIPAMENTOS.....	63
16.3	ANEXO III – CÓDIGOS E DESCRIÇÃO BREVE.....	64
17	CONTROLE DE REVISÕES	65
18	APROVAÇÃO	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Forma de atendimento de UCs por meio SIGFI ou MIGDI	12
Tabela 2 – Critérios que devem ser considerados entre SIGFI e MIGDI	17
Tabela 3– Padrões de referências de DIC	18
Tabela 4 – Solicitação, Prazos e Critérios	20
Tabela 5 – Equipamentos: vida útil e garantia	23
Tabela 6 – Critérios e Cargas por UC	24
Tabela 7 – Estrutura de Sustentação 1 para SIGFI 60 e 80	36
Tabela 8 – Estrutura de Sustentação 2 para SIGFI 180	36
Tabela 9 – Especificação Baterias para SIGFI	38
Tabela 10 – Especificação Controladores de Carga.....	39
Tabela 11 – Especificação Módulos FV para SIGFI	40
Tabela 12 – Especificação Inversores	41
Tabela 13 – Valor Eficiência Arranjos FV	47
Tabela 14 – Valores NTR Eletrobrás	47
Tabela 15 – Eficiência do Controlador	49
Tabela 16 – Eficiência do Inversor	49
Tabela 17 – Periodicidade de Manutenção.....	52

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 1 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

1 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplica-se a todo e qualquer SIGFI ou MIGDI e seus respectivos materiais e equipamentos, nas etapas de projeto, instalação, testes, operação e manutenção, para o atendimento ao fornecimento de energia elétrica no âmbito do Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica – “LUZ PARA TODOS” e do Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso de Energia Elétrica na Amazônia Legal – “MAIS LUZ PARA A AMAZÔNIA”, nas regiões remotas ou sistemas isolados da CONCESSIONÁRIA.

Aplica-se também, mesmo em áreas universalizadas, onde pela distância e os custos envolvidos, torna-se mais viável técnico e economicamente o atendimento de UCs por SIGFI ou MIGDI.

Esta norma não se aplica às UCs com microgeração distribuída pertencentes ao sistema de compensação de energia elétrica, para o atendimento destas UCs consultar a norma técnica da CONCESSIONÁRIA **NT.020 – CONEXÃO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA AO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO**.

2 RESPONSABILIDADES

2.1 Gerência Corporativa de Normas e Qualidade

Estabelecer os critérios, os padrões e os requisitos mínimos exigidos, estabelecidos nesta norma técnica, em conformidade com a regulamentação do setor elétrico e as normas técnicas aplicáveis, bem como definir os materiais que devem ser utilizados e realizar a homologação técnica de fornecedores. Coordenar o processo de revisão desta norma.

2.2 Gerência Corporativa de Compras de Materiais e Serviços

Realizar o processo de compra, em conformidade com as exigências desta norma. Participar do processo de revisão desta norma.

2.3 Gerência Corporativa de Planejamento e Logística

Realizar o processo de logística, em conformidade com as exigências desta norma. Participar do processo de revisão desta norma.

2.4 Gerência de Geração

Gerenciar os contratos para implantação e manutenção do sistema de distribuição de energia elétrica em regiões remotas e/ou isoladas, em conformidade com esta norma. Participar ativamente do processo de revisão desta norma.

2.5 Gerência Corporativa de Obras e Universalização

Implantar e manter o sistema de distribuição de energia elétrica em regiões remotas e/ou isoladas, em conformidade com esta norma. Participar ativamente do processo de revisão desta norma.

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 2 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

2.6 Gerência de Relacionamento com o Cliente

Realizar os procedimentos de atendimento ao cliente, em conformidade com os procedimentos regulatórios estabelecidos nesta norma. Participar do processo de revisão desta norma

2.7 Projetistas/Instaladores

Projetar/instalar SIGFI e/ou MIGDI em conformidade com os critérios, padrões e requisitos estabelecidos nesta norma.

2.8 Fabricante/Fornecedor

Fabricar/fornecer materiais para SIGFI e/ou MIGDI, que atendam aos requisitos e critérios estabelecidos nesta norma.

3 DEFINIÇÕES

3.1 Agência Nacional de Energia Elétrica

Autoridade criada pela Lei 9.427 de 26/12/1996 com a finalidade de regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, de acordo com a legislação e em conformidade com as diretrizes e as políticas do governo federal.

3.2 Agente de Distribuição

Concessionária, permissionária ou autorizada a explorar a prestação de serviços públicos de distribuição de energia elétrica, bem como Órgãos ou Entidades da Administração Pública Federal designados pelo Poder Concedente para a Prestação do Serviço Público de Energia Elétrica nos termos do art. 2º da Lei nº 12.767, de 27 de dezembro de 2012 (*MME Portaria 67/2018*).

3.3 Área do módulo

Superfície frontal do módulo fotovoltaico incluindo a moldura externa ou qualquer outra protuberância (*ABNT NBR 10899:2020*).

3.4 Associação Brasileira de Normas Técnicas

Associação privada sem fins lucrativos responsável pela elaboração das normas técnicas no Brasil.

3.5 Arranjo Fotovoltaico

Conjunto de módulos fotovoltaicos ou subarranjos fotovoltaicos mecânica e eletricamente integrados, incluindo a estrutura de suporte, contudo, não inclui sua fundação, aparato de rastreamento, controle térmico e outros elementos similares. Normalmente o arranjo fotovoltaico corresponde a um único módulo, um conjunto de módulos fotovoltaicos, uma ou várias séries ou subarranjos fotovoltaicos eletricamente conectados em paralelo, e os demais componentes elétricos associados (*ABNT NBR 10899:2020*).

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 3 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

3.6 Autonomia

Capacidade de fornecimento de energia elétrica do sistema de acumulação, expressa em horas, necessária para suprir o consumo na completa ausência da fonte primária, tendo como base o consumo diário de referência (*ANEEL REN 493/2012*).

3.7 Cabo da Série Fotovoltaica

Cabo que interliga os módulos fotovoltaicos em uma série fotovoltaica, ou que conecta a série fotovoltaica a uma caixa de junção (*ABNT NBR 16690:2019*).

3.8 Cabo do Arranjo Fotovoltaico

Cabo de saída de um arranjo fotovoltaico que transporta a corrente de saída total do arranjo fotovoltaico (*ABNT NBR 16690:2019*).

3.9 Cabo do Subarranjo Fotovoltaico

Cabo de saída de um subarranjo fotovoltaico que transporta a corrente de saída total do subarranjo ao qual está associado (*ABNT NBR 16690:2019*).

3.10 Caixa de Junção

Invólucro no qual subarranjos fotovoltaicos, séries fotovoltaicas ou módulos fotovoltaicos são conectados em paralelo, e que pode alojar dispositivos de proteção e/ou manobra (*ABNT NBR 10899:2020*).

3.11 Caixa de Terminais

Invólucro no qual estão montados os diodos de desvio entre conjuntos de células do módulo fotovoltaico (*ABNT NBR 10899:2020*).

3.12 Carga Instalada

Soma das potências nominais dos equipamentos elétricos instalados na unidade consumidora, em condições de entrar em funcionamento, expressa em kW (*ANEEL REN 1000/2021*).

3.13 Célula Fotovoltaica

Dispositivo fotovoltaico elementar especificamente desenvolvido para realizar a conversão direta de energia solar em energia elétrica (*ABNT NBR 10899:2020*).

3.14 Centrais Elétricas Brasileiras S.A.

Sociedade de economia mista e de capital aberto sob controle acionário do Governo Federal brasileiro e atua como uma holding, dividida em geração, transmissão e distribuição, criada em 1962 para coordenar todas as empresas do setor elétrico.

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 4 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

3.15 Centros Comunitários de Produção

São projetos de responsabilidade social estabelecidos em parcerias com associações ou cooperativas de pequenos agricultores, agências de extensão rural e governos locais para a implantação de pequenas agroindústrias com equipamentos elétricos para o beneficiamento de atividades econômicas rurais, promovendo o uso produtivo e eficiente da energia elétrica e contribui para a geração de trabalho e renda nas comunidades.

3.16 Ciclo de Faturamento

Período correspondente ao faturamento de determinada unidade consumidora, conforme intervalo de tempo estabelecido na **ANEEL REN 1000/2021**

3.17 Condições-Padrão de Testes

São as condições de ensaios ou testes especificadas na IEC 60904-3 para células e módulos FV. Tais condições são: temperatura da célula FV de 25 °C, irradiância no plano da célula ou do módulo FV de 1.000 W/m² e espectro da radiação luminosa correspondente a uma massa de ar de 1,5 AM (**ABNT NBR 16690:2019**).

3.18 Condutor de Equipotencialização

Condutor destinado à equipotencialização funcional ou de proteção (**ABNT NBR 16690:2019**).

3.19 Controlador de Carga

Equipamento eletrônico destinado a controlar e monitorar a carga e/ou a descarga do banco de baterias, podendo ter seguidor do ponto de máxima potência integrado (**ABNT NBR 10899:2020**).

3.20 Corrente de Curto-circuito

Corrente de saída de um gerador fotovoltaico na condição de curto-circuito para valores preestabelecidos de temperatura e irradiância (**ABNT NBR 10899:2020**).

3.21 Corrente de Curto-circuito do Módulo Fotovoltaico

Corrente de curto-circuito de um módulo fotovoltaico ou de uma série fotovoltaica nas STC, desde que sejam ligados somente módulos fotovoltaicos do mesmo modelo, como séries fotovoltaicas são um grupo de módulos fotovoltaicos ligados em série, a corrente de curto-circuito de uma série fotovoltaica é igual à do módulo fotovoltaico (**ABNT NBR 16690:2019**).

3.22 Corrente de Curto-circuito do Arranjo Fotovoltaico

Corrente de curto-circuito do arranjo fotovoltaico nas STC, dada pela equação [1], onde S_A é o número total de séries fotovoltaicas conectadas em paralelo ao arranjo fotovoltaico (**ABNT NBR 16690:2019**).

$$I_{SC \text{ ARRANJO}} = I_{SC \text{ MOD}} \times S_A \quad [1]$$

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 5 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

3.23 Corrente de Curto-circuito de um Subarranjo Fotovoltaico

Corrente de curto-circuito de um subarranjo fotovoltaico nas STC, dada pela equação [2], onde S_{SA} é o número total de séries fotovoltaicas conectadas em paralelo ao subarranjo fotovoltaico (ABNT NBR 16690:2019).

$$I_{SC \text{ SUBARRANJO}} = I_{SC \text{ MOD}} \times S_{SA} \quad [2]$$

3.24 Corrente Nominal

Valor nominal de corrente de um dispositivo de proteção contra sobrecorrente (ABNT NBR 16690:2019).

3.25 Corrente de Máxima Potência

Corrente de saída de um gerador fotovoltaico na condição de máxima potência para valores preestabelecidos de temperatura e irradiância (ABNT NBR 10899:2020).

3.26 Curva Característica

Representação dos valores da corrente de saída de um gerador fotovoltaico em função da tensão para condições preestabelecidas de temperatura e irradiância, também conhecida como curva I-V (ABNT NBR 10899:2020).

3.27 Diodo de Bloqueio

Diodo conectado em série com módulo(s), série(s), subarranjo(s) e arranjo(s) fotovoltaico(s) para bloquear a corrente reversa nestes módulo(s), série(s), subarranjo(s) e arranjo(s) fotovoltaico(s), respectivamente (ABNT NBR 16690:2019).

3.28 Diodo de Desvio

Diodo conectado em paralelo a uma ou mais células fotovoltaicas no sentido direto da corrente para permitir que a corrente do módulo transponha células sombreadas ou quebradas para evitar pontos quentes ou danos causados por células quentes resultantes de polarização reversa de tensão provocada pelas outras células fotovoltaicas que compõe o módulo fotovoltaico (ABNT NBR 16690:2019).

3.29 Disponibilidade Mensal Garantida

Quantidade mínima de energia que um MIGDI ou um SIGFI deve fornecer, em qualquer mês, para cada UC.

3.30 Distribuidora

Agente titular de concessão ou permissão federal para prestar o serviço público de distribuição de energia elétrica (REN 1000/2021)

3.31 Eficiência máxima do módulo fotovoltaico nas condições padrão de teste

A razão entre a potência elétrica máxima fornecida pelo módulo nas condições padrão de teste e o produto

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 6 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

da área do módulo pela irradiância nas condições padrão de teste (*INMETRO Portaria nº 357/2014*)

3.32 Fonte de Energia Intermitente

Recurso energético renovável que não está disponível continuamente devido a fatores que não são de controle direto e que, para fins de conversão em energia elétrica, pelo sistema de geração, não pode ser armazenada em sua forma original (*ANEEL REN 1000/2021*)

3.33 Fontes Renováveis

Recursos naturais e renováveis que podem ser aproveitados para geração de energia elétrica como os ventos, a força das marés, a biomassa e a luz solar

3.34 gerador fotovoltaico

Gerador que utiliza o efeito fotovoltaico para converter a luz do Sol em eletricidade. O gerador fotovoltaico não inclui dispositivos de armazenamento de energia ou condicionamento de potência. O gerador fotovoltaico normalmente corresponde a uma célula fotovoltaica, a um módulo fotovoltaico ou a um arranjo fotovoltaico (*ABNT NBR 10899:2020*).

3.35 Interrupção

Descontinuidade parcial ou total do fornecimento de energia elétrica a uma determinada UC, provocada por falha de dimensionamento ou dos componentes do sistema (*ANEEL REN 1000/2021*).

3.36 Inversor

Equipamento que converte a corrente contínua do gerador fotovoltaico em corrente alternada, também, denominado subsistema ou unidade de condicionamento de potência, sistema de conversão de potência ou conversor a semicondutor (*ABNT NBR 10899:2020*).

3.37 Lote

Sistema Isolado, parte de Sistema Isolado ou conjunto de Sistemas Isolados agrupados para fins de licitação (*MME Portaria 67/2018*).

3.38 Máxima Potência

Potência em um ponto da curva característica de um gerador fotovoltaico onde o produto da corrente pela tensão é máximo, no quadrante de geração (*ABNT NBR 10899:2020*).

3.39 Microssistema Isolado de Geração e Distribuição de Energia Elétrica

Sistema isolado de geração e distribuição de energia elétrica com potência instalada total de geração de até 100 kW

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 7 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

3.40 Minirrede

É um pequeno trecho de rede de distribuição de energia elétrica, que por motivos de ordem técnica, econômica e ambiental não pode ser interligado aos atuais sistemas da concessionária (*ANEEL REN 521/2015 Anexo*).

3.41 Módulo Fotovoltaico

Unidade básica formada por um conjunto de células fotovoltaicas interligadas eletricamente e encapsuladas, com o objetivo de gerar energia elétrica (*ABNT NBR 16690:2020*).

3.42 Obra Rentável

Obra em que o custo total a ser investido para o atendimento do interessado é igual ou inferior ao encargo de responsabilidade da distribuidora, calculado conforme disposições das Condições Gerais de Fornecimento (*ANEEL REN 488/2015*).

3.43 Padrão de Entrada

É a instalação que compreendendo poste auxiliar, o ramal de entrada, a caixa de medição, o disjuntor de entrada e o aterramento, conforme definido no Manual de Operacionalização do Programa LUZ PARA TODOS (*ANEEL REN 488/2015*).

3.44 Plano de Universalização de Energia Elétrica

Plano elaborado pela distribuidora, constituído pelas metas anuais de expansão do atendimento para cada Município da área de concessão ou permissão, objetivando o alcance da universalização (*ANEEL REN 488/2015*).

3.45 Potência Mínima Disponibilizada

Potência mínima que o sistema deve disponibilizar, no ponto de entrega, para atender às instalações elétricas da UC.

3.46 Produção Diária de Referência

Quantidade de energia que um MIGDI ou um SIGFI é capaz de fornecer diariamente, calculada a partir da disponibilidade mensal garantida.

3.47 Produção Mensal de Energia

A produção mensal de energia é estimada a partir de uma irradiação diária média mensal de 5 kWh/m², considerando um mês de 30 dias e um fator de segurança de 20%. Esta estimativa é calculada pela equação abaixo (*INMETRO, Portaria 004/2011*):

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 8 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

$$E_{mensal} = \frac{150h \times P_{nominal} [kW]}{1.20} \quad [3]$$

3.48 Projeto de Referência

Descrição de solução de suprimento de energia elétrica proposta pela CONCESSIONÁRIA para atendimento aos consumidores dos Sistemas Isolados, a ser elaborada conforme diretrizes do MME.

3.49 Ramal de Conexão

compreende os condutores e os acessórios instalados entre o medidor e a instalação interna do domicílio, conforme definido no Manual de Operacionalização do PROGRAMA LUZ PARA TODOS e MLA.

3.50 Regiões Remotas

Pequenos grupamentos de consumidores situados em Sistema Isolado, afastados das Sedes Municipais, e caracterizados pela ausência de economias de escala ou de densidade (*MME Portaria 67/2018*).

3.51 Registro

Ato pelo qual o Inmetro, na forma e nas hipóteses previstas na Resolução Conmetro nº 05/2008, autoriza, condicionado a existência do Atestado de Conformidade, a utilização do selo de identificação da conformidade e, no campo compulsório, a comercialização do objeto (*INMETRO, Portaria 004/2011*).

3.52 Requisito de Avaliação da Conformidade

É o documento que estabelece tratamento sistêmico à avaliação da conformidade de produtos, processos, serviços, com base em regras específicas (*INMETRO, Portaria 004/2011*).

3.53 Séria Fotovoltaica

Circuito no qual módulos fotovoltaicos são conectados em série buscando elevar a tensão de saída de um arranjo (*ABNT NBR 10899:2020*).

3.54 Sistema de Acumulação de Energia

Parte de um sistema de geração que acumula energia para uso em momentos de indisponibilidade ou insuficiência da fonte de energia intermitente.

3.55 Sistema Condicionador

Componente de um sistema de geração cuja função é a eventual conversão de tensão contínua em tensão alternada, incluindo circuitos de proteção associados, de modo a condicionar a energia elétrica às exigências de qualidade pré-estabelecidas .

3.56 Sistema Fotovoltaico

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 9 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

Conjunto de equipamentos que fornecem energia elétrica pela conversão da energia solar. Os componentes de um sistema fotovoltaico variam de acordo com a aplicação podendo incluir inversores, controladores de carga, dispositivos para controle, supervisão e proteção, armazenamento de energia elétrica, fiação, fundação e estrutura de suporte. Sistemas fotovoltaicos sempre apresentam o gerador fotovoltaico, independentemente da sua configuração (*ABNT NBR 10899:2020*).

3.57 Sistema de Geração de Energia

Sistema que converte uma fonte primária de energia em energia elétrica

3.58 Sistemas Isolados

Os sistemas elétricos de serviço público de distribuição de energia elétrica que, em sua configuração normal, não estejam eletricamente conectados ao Sistema Interligado Nacional - SIN, por razões técnicas ou econômicas (*MME Portaria 67/2018*).

3.59 Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente

Sistema de geração de energia elétrica, utilizado para o atendimento de uma única unidade consumidora, cujo fornecimento se dê exclusivamente por meio de fonte de energia intermitente.

3.60 Solução de Suprimento

Instalação ou conjunto de instalações destinadas à geração de energia e potência elétricas para suprimento a Sistema Isolado (*MME Portaria 67/2018*).

3.61 Subarranjo Fotovoltaico

Subdivisão de um arranjo fotovoltaico considerando questões relacionadas com proteção e/ou distribuição de corrente (*ABNT NBR 10899:2020*).

3.62 Tensão de Circuito Aberto

Tensão nos terminais de um gerador fotovoltaico sem carga (aberto) para valores preestabelecidos de temperatura e irradiância (*ABNT NBR 10899:2020*).

3.63 Tensão de Circuito Aberto de um Módulo Fotovoltaico

Tensão de circuito aberto de um módulo fotovoltaico ($V_{OC\ MOD}$) nas STC, conforme especificado pelo fabricante (*ABNT NBR 16690:2020*).

3.64 Tensão de Circuito Aberto de um Arranjo Fotovoltaico

Tensão de circuito aberto de um arranjo fotovoltaico nas STC dada pela equação [4], onde M é o número de módulos fotovoltaicos conectados em série considerando que todas as séries fotovoltaicas de um arranjo fotovoltaico possuem o mesmo número de módulos em série (*ABNT NBR 16690:2020*).

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 10 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

$$V_{OC\ ARRANJO} = V_{OC\ MOD} \times M \quad [4]$$

3.65 Tensão Máxima do Arranjo Fotovoltaico

Tensão de circuito aberto do arranjo fotovoltaico ($V_{OC\ ARRANJO}$) corrigida para a condição menos favorável de temperatura ambiente (*ABNT NBR 16690:2020*).

3.66 Tensão de Máxima Potência

Tensão nos terminais de um gerador fotovoltaico na condição de máxima potência para valores preestabelecidos de temperatura e irradiância (*ABNT NBR 10899:2020*).

3.67 Unidade Consumidora

Conjunto composto por instalações, ramal de entrada, equipamentos elétricos, condutores e acessórios, incluída a subestação, quando do fornecimento em tensão primária, caracterizado pelo recebimento de energia elétrica em apenas um ponto de entrega, com medição individualizada, correspondente a um único consumidor e localizado em uma mesma propriedade ou em propriedades contíguas

3.68 Unidade de Condicionamento de Potência

Sistema que converte a potência elétrica entregue por um arranjo fotovoltaico na potência elétrica com valores apropriados de tensão e/ou frequência para ser entregue à carga, e/ou armazenada em uma bateria e/ou injetada na rede elétrica (*ABNT NBR 16690:2020*).

3.69 Valor Máximo de Proteção contra Sobrecorrente do Módulo Fotovoltaico

Valor máximo de proteção contra sobrecorrente do módulo fotovoltaico determinado pela **IEC 61730-2**.

4 REFERÊNCIAS

4.1 Leis e Decretos

Lei Nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996 – Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências;

Decreto Nº 10.221, de 05 de fevereiro de 2020 – Institui o Programa nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica na Amazônia Legal – Mais Luz para a Amazônia.

4.2 Resoluções e Portarias

ANEEL. Resolução Normativa Nº 1000 de 07 de Dezembro de 2021 – Estabelece as Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica

ANEEL. Resolução Normativa Nº 488 de 15 de maio de 2012 – Estabelece as condições para revisão dos planos de universalização dos serviços de distribuição de energia elétrica na área rural;

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 11 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

ANEEL. Resolução Normativa Nº 1000 de 05 de Dezembro de 2021 – Estabelece os procedimento e as condições de fornecimento por meio de Microssistema Isolado de Geração e Distribuição de Energia Elétrica – MIGDI ou Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente – SIGFI;

INMETRO. Portaria Nº 004, de 4 de janeiro de 2011;

INMETRO. Portaria Nº 357, de 01 de agosto de 2014;

MME. Portaria Nº 67, de 1º de março de 2018;

MME. Portaria Nº 244, de 16 de junho de 2020.

4.3 Normas Técnicas Nacionais

ABNT. NBR 5410:2004 – Instalações elétricas de baixa tensão;

ABNT. NBR 10899:2020 – Energia solar fotovoltaica – Terminologia;

ABNT. NBR 14201 – Acumulador alcalino de níquel-cádmio estacionário – Especificação;

ABNT. NBR 14202 – Acumulador alcalino de níquel-cádmio estacionário – Ensaio;

ABNT. NBR 16612:2020 – Cabos de potência para sistemas fotovoltaicos, não halogenados, isolados, com cobertura – Requisitos e desempenho;

ABNT. NBR 16690:2019 – Instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos – Requisitos de Projeto.

4.4 Normas Técnicas Internacionais

IEC 61215 - Crystalline Silicon Terrestrial Photovoltaic (PV) Modules – Design Qualification and Type Approval;

IEC 61427 - Secondary cells and batteries for photovoltaic energy systems (PVES) - General requirements and methods of test;

IEC 61646 - Thin-film terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval.

4.5 Normas Técnicas Equatorial Energia

EQUATORIAL. NT.001.Normas e Padrões – Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão.

4.6 Outros

ELETROBRAS. Guia Técnico para Atendimento com Sistemas de Geração Fotovoltaica no âmbito dos Programas Luz para Todos e Mais Luz para a Amazônia. (OUTUBRO, 2021).

PINHO, J. T. et al. Manual de Engenharia Elétrica para Sistemas Fotovoltaicos. Edição Revisada e Atualizada. Rio de Janeiro/RJ, 2014.

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 12 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

5 ATENDIMENTO AO CLIENTE

5.1 Generalidades

- a) O fornecimento por SIGFI ou MGD, deve ser realizado em tensão CA senoidal com frequência de 60 Hz, no nível de tensão do Município das instalações da UC (*ANEEL REN 1000/2021*).
- b) Dependendo das características da carga a ser atendida e após anuência do consumidor o atendimento por SIGFI pode ser realizado por um sistema misto de fornecimento com parte da carga atendida em CC. Neste caso, a CONCESSIONÁRIA deve esclarecer o cliente sobre as diferenças entre o atendimento em CA e CC, incluindo os aspectos de utilização e futura aquisição de equipamentos e da possibilidade de alteração do padrão de fornecimento em função da interligação da UC a uma rede de distribuição convencional, quando for o caso.
- c) As UCs atendidas por SIGFI ou MIGDI devem ser enquadradas nos valores mostrados na **Tabela 1**, sendo que a critério da CONCESSIONÁRIA, a disponibilidade mensal garantida pode superior a 80 kWh/UC, desde que a autonomia mínima de 48 (quarenta e oito) horas seja garantida.

Tabela 1 – Forma de atendimento de UCs por meio SIGFI ou MIGDI

Disponibilidade Mensal Garantida (kWh/ mês UC)	Consumo de Referência (Wh/dia/UC)	Autonomia Mínima (horas)	Potência Mínima (W/UC)
45	1.500	48	700
60	2.000	48	1.000
80	2.650	48	1.250
120	4.000	48	1.500
180	6.000	48	1.800

Fonte: Adaptado da ANEEL REN 1000/2021.

- d) Para UC de uso individual residencial a disponibilidade mensal garantida deverá ser de 45 kWh/UC, conforme critérios da **REN 1000/2021**

Propostas de atendimentos que demandem disponibilidades mensais superiores a 45 kWh/mês por UC serão objeto de análise pelo MME e Eletrobras. Para esses casos, deverá ser apresentada curva de carga com a relação da potência (kW) e horas de utilização de cada utensílio elétrico previsto.

Nos casos de UCs de uso coletivo e de uso produtivo (Centros Comunitários de Produção - CCPs), deverão ser apresentadas curvas de carga com a relação da potência (em kW), das horas de utilização de cada utensílio elétrico previsto e um breve descritivo sobre as características físicas, finalidade e dinâmica de utilização, quantidade de cômodos, horas de funcionamento e periodicidade (dias na semana), a fim de respaldar a demanda energética apresentada no PO. (*ELETRABRAS, 2021*)

- e) Para UC de uso coletivo ou de processo produtivo a disponibilidade mensal garantida poderá ser de, no

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 13 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

mínimo, 45 kWh/UC, conforme definições da **REN 1000 /2021**. Propostas de atendimentos de uso coletivo ou de processo produtivo que demandem disponibilidades mensais superiores a 45kWh/UC serão objeto de análise pelo MME e ELETROBRAS a fim de comporem o Programa de Obras. Para todos os casos, deverá ser apresentada curva de carga com a relação da potência (kW) e das horas de utilização de cada utensílio elétrico previsto nessas UCs (*ELETROBRÁS, 2017*).

Nota 1: UCs de uso coletivo são: escolas, igrejas, posto de saúde e outras unidades desde que tenham uso comunitário.

Nota 2: UCs de processo produtivo referem-se a Centros Comunitários de Produção (CCPs).

- f) A CONCESSIONÁRIA atende sem ônus à solicitação de aumento de carga efetivada em sistemas com disponibilidade mensal de até 80 kWh/UC, desde que decorrido, no mínimo, um ano desde a data da ligação inicial ou desde o último aumento de carga (*ANEEL REN 1000/2021*)
- g) A CONCESSIONÁRIA pode adotar mecanismo que limite o consumo de energia elétrica e a demanda de potência, de acordo com os valores projetados para cada UC (*ANEEL REN 1000/2021*)
- h) A CONCESSIONÁRIA deve monitorar as condições do mercado da localidade com período diário de fornecimento reduzido e estendê-lo caso sejam verificadas as condições para a ampliação do período.
- i) As informações prestadas pela CONCESSIONÁRIA serão objeto de fiscalização pela ANEEL, que, sem prejuízo da aplicação de outras penalidades previstas na legislação pertinente, poderá determinar o cumprimento de um período de fornecimento superior ao inicialmente estabelecido caso as informações prestadas pela CONCESSIONÁRIA não correspondam às condições constatadas na localidade.
- j) Para fins de regularização, a CONCESSIONÁRIA que já atenda localidades em período diário inferior a 24 horas pode propor junto à ANEEL, a flexibilização do atendimento dessas localidades, desde que sejam observadas as condições previstas na **ANEEL REN 1000/2021**, porém este fornecimento em período reduzido não pode ser proposto para localidades que possuam serviço público essencial ou de interesse da coletividade, caso venha a inviabilizar ou reduzir a qualidade da prestação dos serviços destes.

5.2 Vistoria e Ligação

- a) A vistoria da UC deve ser efetuada em até 10 (dez) dias úteis, contados da data da solicitação de fornecimento ou do pedido de nova vistoria, ressalvados os casos de aprovação de projeto (*ANEEL REN 1000 /2021*)
- b) Ocorrendo reprovação do padrão de entrada, a CONCESSIONÁRIA deve informar ao interessado, no ato da vistoria, o respectivo motivo e as providências corretivas necessárias (*ANEEL REN 1000/2021*)
- c) Na hipótese de reprovação do padrão de entrada, a CONCESSIONÁRIA deve realizar nova vistoria na UC no mesmo prazo previsto após solicitação do interessado (*ANEEL REN 1000/2021*)
- d) A ligação da UC deve ser efetuada em até 10 (dez) dias úteis, contados a partir da data da aprovação das instalações e do cumprimento das demais condições regulamentares (*ANEEL REN 493/2012 Art. 11*).

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 14 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

5.3 Medição, Leitura e Faturamento

- a) É facultada a instalação de equipamento de medição nas UCs atendidas nos termos da **ANEEL REN 1000/2021**. No caso da ausência de equipamentos de medição, os valores a serem faturados devem ser baseados na estimativa de consumo da UC (*ANEEL REN 1000/2021*).
- b) As leituras em unidades consumidoras atendidas nos termos da **ANEEL REN 1000 /2021** podem ser efetuadas em intervalos de até 12 (doze) ciclos consecutivos.
- c) A CONCESSIONÁRIA pode realizar a cobrança por meio de carnê, com a entrega prévia das Notas Fiscais/Contas de Energia Elétrica ou Faturas referentes ao período máximo de um ano de faturamento (*ANEEL REN 1000/2021*). Caso haja equipamento de medição, os valores a serem faturados quando da entrega do primeiro carnê devem ser baseados na estimativa de consumo da UC e, os valores dos carnês seguintes, conforme a média de consumo verificada no período anterior, ajustando-se a diferença de valor que tenha sido cobrada a maior ou a menor.
- d) O consumidor pode optar por efetuar o pagamento em períodos mensais, bimestrais ou trimestrais.
- e) Não se aplica a cobrança pelo custo de disponibilidade definida na **ANEEL REN 1000 /2021**, às UCs atendidas por SIGFI ou MIGDI.

5.4 Fornecimento em Período Diário Reduzido

- a) Faculta-se à CONCESSIONÁRIA implantar período diário reduzido de fornecimento em localidade atendida por meio de MIGDI, neste caso, além dos procedimentos e disposições definidos em resolução específica, o registro do MIGDI como central geradora com capacidade instalada reduzida deve ser acompanhado das seguintes informações (*ANEEL REN 1000 /2021*):
- Identificação geográfica da localidade em relação à rede de distribuição de energia elétrica convencional mais próxima, incluindo suas coordenadas;
 - Carga instalada prevista em kW, quantidade de unidades consumidoras e população;
 - Energia anual prevista, em MWh, e demanda máxima anual, em kW;
 - Identificação e localização do(s) sistema(s) de geração de energia elétrica que atenderá(ão) a localidade e respectivas características técnicas – arranjo e número de unidades geradoras, potência nominal total (kW), potência efetiva total (kW) e tipo de fonte primária;
 - Estimativa do consumo específico do sistema de geração, quando for o caso, observando-se os limites estabelecidos pela ANEEL;
 - Detalhamento dos motivos técnicos e econômico-financeiros que inviabilizam o atendimento da localidade 24 horas por dia, por sistema de geração, anexando-se memorial de cálculo dos custos variáveis e fixos evitados; e
 - Forma de fornecimento pretendida, contendo período diário de atendimento em horas, eventual sazonalidade semanal ou mensal e divisão do período diário.

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 15 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

- b) O fornecimento de energia elétrica, com período diário reduzido, deve observar um total mínimo de 8 (oito) horas diárias consecutivas ou divididas, no máximo, em dois períodos diários (ANEEL REN 1000/2021).
- c) A CONCESSIONÁRIA deve promover audiência pública na respectiva localidade para estabelecer as horas do dia em que ocorrerá o fornecimento de energia elétrica, bem como a sua eventual divisão em dois períodos, considerando ainda a ocorrência de datas especiais que façam parte do calendário da localidade, durante as quais se verificará a razoabilidade do atendimento por períodos e horários diferenciados (ANEEL REN 1000/2021)
- d) A audiência pública deve ser amplamente divulgada na localidade, com antecedência mínima de 30 (trinta) dias, informando-se aos habitantes a sua finalidade, o local e o horário da sua realização (ANEEL REN 1000 /2021)
- e) A CONCESSIONÁRIA deve esclarecer durante a audiência pública questões relacionadas com a capacidade do sistema, a eventual utilização de mecanismo limitador de consumo e demanda.
- f) Após o início da implantação do sistema de geração, caso haja pedido de fornecimento à UC prestadora de serviço essencial, conforme definido em resolução específica, ou de interesse da coletividade, a CONCESSIONÁRIA deve reavaliar o período de atendimento, levando-se em consideração a necessidade de funcionamento das atividades realizadas nessas UCs.

5.5 Suspensão de Fornecimento

- a) No caso de suspensão do fornecimento, cessado o motivo da suspensão, a CONCESSIONÁRIA deve restabelecer o fornecimento no prazo de 120 (cento e vinte) horas após a baixa do débito no seu sistema ou após comunicação do consumidor, obrigando-se este a comprovar a quitação dos débitos no momento da religação (ANEEL REN 1000 /2021)
- b) No caso de suspensão indevida do fornecimento, a CONCESSIONÁRIA deve efetuar a religação no prazo de 72 (setenta e duas) horas, sem ônus para o consumidor (ANEEL REN 1000 /2021).

5.6 Tratamento de Reclamações

- a) Quando houver reclamação do consumidor associada a uma disponibilidade mensal insuficiente, a CONCESSIONÁRIA deve apresentar-lhe, em até 30 (trinta) dias, uma avaliação quanto ao dimensionamento do sistema no que tange ao atendimento dos valores projetados (ANEEL REN 1000/2021)
- b) A CONCESSIONÁRIA deve adotar as medidas corretivas necessárias em até 60 (sessenta) dias, após apresentar ao consumidor a avaliação da disponibilidade mensal insuficiente, caso se constate que o sistema não garante os valores mínimos de referência (ANEEL REN 1000/2021)
- c) A CONCESSIONÁRIA deve fornecer uma disponibilidade mensal superior, caso se constate que a disponibilidade mensal insuficiente seja conseqüência do aumento da carga da UC.
- d) Quando houver reclamação do consumidor associada à qualidade da tensão em regime permanente no

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 16 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

ponto de conexão, a CONCESSIONÁRIA deve (*ANEEL REN 1000/2021*)

- Efetuar inspeção técnica até o ponto de conexão da unidade consumidora para avaliar a procedência da reclamação, em até 30 (trinta) dias contados a partir da reclamação, incluindo na inspeção duas medições instantâneas do valor eficaz no ponto de conexão, a serem realizadas em um intervalo mínimo de 5 (cinco) minutos;

- No caso de registro de valores inadequados de tensão, regularizar o nível de tensão em até 60 (sessenta) dias contados a partir da reclamação, comprovando-se a regularização com nova medição instantânea de acordo com os procedimentos do inciso anterior; e

- Organizar em arquivos individualizados os registros das reclamações sobre não-conformidade de tensão, incluindo número de protocolo, data da reclamação, data e horário das medições instantâneas com os valores registrados, providências para a normalização e data de conclusão.

e) Consideram-se valores inadequados de tensão, para atendimento em **CA**, aqueles situados na faixa precária ou crítica ou, para atendimento em corrente contínua, aqueles que ultrapassem os limites definidos nas normas da ABNT aplicáveis (*ANEEL REN 1000/2021*)

5.7 Considerações para Definição do Atendimento por SIGFI ou MIGDI

A distribuidora deve avaliar tecnicamente a alternativa para o atendimento por meio de sistemas isolados do tipo SIGFI ou MIGDI, quando:

- a unidade consumidora estiver localizada em regiões remotas, caracterizadas por grande dispersão de consumidores e ausência de economia de escala; ou
- existirem restrições técnicas ou ambientais que impeçam o atendimento por rede convencional.

A obra a ser executada para o atendimento ao consumidor por meio de sistemas isolados deve observar os seguintes critérios:

- O custo da obra deve considerar os critérios de mínimo dimensionamento técnico possível e mínimo custo global, observados os padrões de qualidade da prestação do serviço e de investimento prudente;
- A obra deve disponibilizar potência mínima capaz de atender as necessidades básicas dos domicílios, inclusive iluminação, comunicação e refrigeração;
- O projeto deve contemplar um horizonte de planejamento de 5 anos;
- Além do custo de instalação, devem fazer parte da análise da solução a ser adotada os custos projetados de operação e manutenção dentro do horizonte de planejamento estabelecido; e
- Os projetos devem observar as condicionantes ambientais, a sua sustentabilidade e a atividade de capacitação dos consumidores e demais usuário

a) Para comunidades com poucas UCs, torna-se economicamente inviável o atendimento por MIGDI,

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 17 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

principalmente considerando os custos adicionais da minirrede e, em especial, da obra civil necessária para abrigar os equipamentos (banco de baterias e inversores). Neste caso, recomenda-se atendimento por MIGDI para comunidades com demanda energética acima de 900 kWh/mês. Para demandas inferiores, é necessário que se apresente estudo comparativo entre os dois tipos de atendimento (SIGIF e MIGDI) que comprove a vantagem do MIGDI em relação ao SIGFI (ELETROBRAS,2021).

b) A escolha entre o atendimento por **SIGFI** ou por **MIGDI** para mais de uma UC, deve levar em consideração os critérios mostrados na *Erro! Fonte de referência não encontrada.* (ELETROBRAS,2021).

Tabela 2 – Critérios que devem ser considerados entre SIGFI e MIGDI

CRITÉRIOS PARA A ESCOLHA DE ATENDIMENTO POR SIGFI OU MIGDI
Quantidade e o espaçamento entre as UCs
Limite de queda de tensão na rede de distribuição (conforme definido no Módulo8 do PRODIST)
Aspectos ambientais, econômicos, sociais e operacionais
Necessidade de dispositivo de controle de demanda
Maior possibilidade de uso indevido dos equipamentos (principalmente baterias)
Proporciona maior disponibilidade de energia percebida pela UC, em razão da diversidade de consumo propiciado pela própria natureza da rede de distribuição (quando uma UC deixa de consumir, essa energia pode ser utilizada por outra)
Apresenta custo específico com aquisição de equipamentos (por UC) menor devido à compra de equipamentos de maior porte, no entanto apresenta custos de minirrede e obra civil
Pode apresentar viabilidade econômica para instalação de sistemas de monitoramento e automação, dependendo do número de UCs atendidas
Apresenta perda técnica menor, pois não existe rede de distribuição
Demanda a necessidade de uma menor área disponível para instalação do arranjo fotovoltaico, pois não tem miniusina e nem mirrede
Não possui rede de distribuição, portanto, risco reduzido para operação e manutenção devido descargas atmosféricas, curto-circuito, etc
Não há a obrigatoriedade de implantar Sistema de Coleta de Dados Operacionais – SCD, para medir, registrar, armazenar e disponibilizar os dados de operação da miniusina referente às grandezas elétricas e ao consumo de combustíveis
É modular e expansível, no entanto os equipamentos a serem agregados deverão ser compatíveis com os já existentes, isto implica em sua maioria que seja do mesmo modelo e fabricante

5.8 Tensão em Regime Permanente e Continuidade dos Serviços

a) Para o fornecimento em CA senoidal, devem ser observadas as disposições do PRODIST relativas à contratação da tensão, à classificação da tensão de atendimento e à instrumentação e metodologia de

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 18 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

medição da tensão em regime permanente, no caso do atendimento em CC devem ser garantidos os níveis de tensão definidos no projeto desses sistemas, não sendo aceitos desvios significativos que possam prejudicar o funcionamento dos equipamentos dos consumidores (*ANEEL REN 1000/2021*).

b) As UCs atendidas por meio de MIGDI ou SIGFI não devem ser consideradas para o cadastro de UCs utilizado para a definição da amostra para a medição de tensão (*ANEEL REN 1000/2021*).

c) A CONCESSIONÁRIA deve observar para todas as UCs, atendidas nos termos da **ANEEL REN 1000/2021**, os padrões de referência de DIC mostrados na **Tabela 3 – Padrões de referências de DIC**.

Tabela 3 – Padrões de referências de DIC

Indicador	Limites (horas)
DIC mensal	216
DIC anual	648

d) Havendo violação do limite de continuidade individual, a CONCESSIONÁRIA deve calcular a compensação ao consumidor, conforme PRODIST e caso a cobrança seja feita por carnê previamente emitido pela CONCESSIONÁRIA, as compensações devidas ao longo do período devem ser efetuadas na emissão da primeira Nota Fiscal/Contas de Energia Elétrica ou Fatura do próximo carnê (*ANEEL REN 1000 /2021*)

e) Na apuração do indicador DIC devem ser consideradas todas as interrupções de longa duração, admitindo-se as seguintes exceções (*ANEEL REN 1000 /2021*):

- Interrupções provocadas diretamente pelo consumidor por uso indevido dos equipamentos e componentes do sistema, desde que tecnicamente comprovado pela CONCESSIONÁRIA;
- Interrupções de ordem técnica oriundas de desligamentos efetuados pela CONCESSIONÁRIA para manutenção, reparos ou ampliação do sistema com duração igual ou inferior a 72 (setenta e duas) horas;
 - Falha nas instalações da UC que não provoque interrupção em instalações de terceiros;
 - Interrupção decorrente de obras de interesse exclusivo do consumidor e que afete somente a UC do mesmo;
 - Suspensão por inadimplemento do consumidor; ou
 - Suspensão por motivo de deficiência técnica ou de segurança das instalações da UC que não provoque a interrupção de terceiros.

f) O indicador de continuidade individual deve ser apurado por meio de procedimentos auditáveis e que contemplem desde o processo de coleta de dados das interrupções até a transformação desses dados em indicador (*ANEEL REN 1000/2021*)

g) Os dados das interrupções e do indicador correspondente devem ser mantidos na concessionária por período mínimo de 5 (cinco) anos (*ANEEL REN 1000/2021*)

h) Para cada interrupção ocorrida na UC devem ser registradas, pela CONCESSIONÁRIA, as seguintes

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 19 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

informações (ANEEL REN 1000/2021)

- Fato gerador;
 - Data, hora e os minutos do início da interrupção, bem como do efetivo restabelecimento; e
 - Meio pelo qual foi comunicada a interrupção.
- i) Para efeito de registro das informações e contagem do tempo de cada interrupção deve ser considerado o interstício de tempo entre a data de recebimento da reclamação do consumidor e o restabelecimento do fornecimento, independentemente do horário diário de fornecimento ser reduzido ou não (ANEEL REN 1000/2021)
- j) As UCs atendidas por meio de MIGDI ou SIGFI não devem compor os conjuntos de UCs da CONCESSIONÁRIA, no que tange, inclusive, à apuração dos indicadores DEC e FEC (ANEEL REN 1000/2021)
- k) A CONCESSIONÁRIA deve encaminhar à ANEEL o acompanhamento da qualidade do fornecimento por meio de relatórios semestrais (ANEEL REN 1000/2021)
- l) Os relatórios devem ser encaminhados à ANEEL até 31 de julho e 31 de janeiro de cada ano, com referência aos dados do primeiro e do segundo semestres, respectivamente (ANEEL REN 1000/2021).
- m) Para os atendimentos por meio de SIGFI, devem ser enviadas as seguintes informações agrupadas por Município (ANEEL REN 1000/2021)
- Quantidade de UCs, por classe de atendimento e fonte primária;
 - Número de reclamações recebidas no período, por classe de atendimento e fonte primária;
 - Quantidade e duração das interrupções agrupadas por fato gerador;
 - Duração mínima, média e máxima das interrupções; e
 - Prazo mínimo, médio e máximo de regularização dos níveis de tensão.
- n) Para os atendimentos por meio de MIGDI, devem ser enviadas as seguintes informações, agrupadas por Município (ANEEL REN 1000/2021)
- Quantidade de UCs;
 - Número de reclamações procedentes e improcedentes recebidas no período relacionadas à tensão em regime permanente;
 - Quantidade e duração das interrupções agrupadas por fato gerador;
 - Duração mínima, média e máxima das interrupções; e
 - Prazo mínimo, médio e máximo de regularização dos níveis de tensão.
- o) As informações utilizadas nos relatórios semestrais devem ficar disponíveis em meio digital por um período mínimo de 5 (cinco) anos, para fins de fiscalização da ANEEL e consulta dos consumidores .

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 20 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

5.9 Resumo das Solicitações, Prazos e Critérios

A **Tabela 4 – Solicitação, Prazos e Critérios** mostra um resumo das solicitações, prazos e critérios relacionados à vistoria, ligação, restabelecimento do fornecimento por suspensão devida e indevida, disponibilidade mensal insuficiente e qualidade da tensão em regime permanente no ponto de conexão, em conformidade com a **ANEEL REN 1000/2021**

Tabela 4 – Solicitação, Prazos e Critérios

SOLICITAÇÃO	PRAZO	CRITÉRIO
Vistoria	10 d	Após a solicitação de vistoria
Ligação	10 d	Após aprovação da vistoria
Restabelecimento de Fornecimento por Suspensão Devida	120 h	Após baixa do débito ou comunicação do consumidor com comprovação
Restabelecimento do Fornecimento por Suspensão Indevida	72 h	Sem ônus para o cliente
Reclamação por Disponibilidade Mensal Insuficiente	30 d	Após a reclamação, para apresentar avaliação dos valores projetados
Medidas Corretivas para Disponibilidade Mensal Insuficiente	60 d	Após apresentar ao consumidor a avaliação da disponibilidade mensal insuficiente, caso constatado que o sistema não garante os valores mínimos de referência
Reclamação relativa à Qualidade da Tensão em Regime Permanente no Ponto de Conexão	30 d	Contatos a partir realização da reclamação, para realizar a inspeção até o Ponto de Conexão da UC
	60 d	Contatos a partir da reclamação para regularizar o nível de tensão, caso o registro de valores inadequados de tensão seja comprovado

6 CRITÉRIOS GERAIS

6.1 Critérios de Fornecimento de Materiais e Equipamentos

6.1.1 Unidades de Medida e Linguagem

a) Para as unidades de medidas deve ser usado o Sistema Internacional de Unidade (SI) em todos os documentos, qualquer valor que for exibido em outra unidade de medida, deve ser também expresso no SI.

b) Todas os desenhos, legendas, manuais, instruções, relatórios, placas de identificação e demais informações devem ser escritos na língua portuguesa do Brasil.

6.1.2 Condições para Controladores e Inversores

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 21 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

Para controladores e inversores dada as condições climáticas específicas das regiões é requerida a realização de testes de desempenho no que tange a sobrecarga e sobreaquecimento.

6.1.3 Condições Normais de Serviço

- Operação ao tempo em regiões com alta agressividade salina, industrial e urbana;
- Altitude limitada a 1000 m;
- Temperatura máxima do ar ambiente 40°C e média, em um período de 24 horas, 30°C;
- Temperatura mínima do ar ambiente: 20°C;
- Pressão máxima do vento: 700 Pa (70 daN/m²);
- Umidade relativa do ar até 100%;
- Exposição direta a sol, chuva e poeira;
- Precipitação pluviométrica média anual 1300 a 3000 mm;
- Nível de radiação solar: 1,1 kW/m², com alta incidência de raios ultravioleta.

6.1.4 Atendimento ao Programa Brasileiro de Etiquetagem

a) Os módulos fotovoltaicos, os inversores para sistemas autônomos com potência nominal de 5 W até 10 kW, os controladores de carga e as baterias, quando aplicável, devem possuir a ENCE, obtida através do atendimento aos RACs para Sistemas e Equipamentos para Energia Fotovoltaica do PBE do INMETRO, conforme a **Portaria nº 004 de 04 de janeiro de 2011** e a **Portaria nº 357 de 01 de agosto de 2014**, este critério é confirmado na **REN 1000/2021**. Para verificação dos itens que possuem a ENCE, verificar nos links abaixo:

<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/sistema-fotovoltaico.asp>

<http://registro.inmetro.gov.br/consulta/Default.aspx?pag=1>

b) Os módulos fotovoltaicos, os inversores para sistemas autônomos, os controladores de carga e as baterias, devem ser provenientes de fornecedores homologados pela CONCESSIONÁRIA. Critérios, dúvidas ou processos de homologação pode ser realizado através do e- mail:

homologacao@equatorialenergia.com.br

c) Os módulos fotovoltaicos devem ter a ENCE, conforme modelo mostrado na **Figura 1 – ENCE para módulos FV (PINHO, 2014)**, atendendo a **classe A** de eficiência energética.

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 22 de 74
		Título: MIGDI e SIGFI	Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade

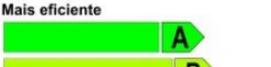
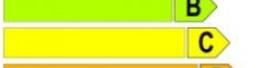
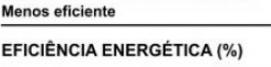
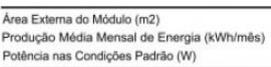
Energia (Elétrica)		MÓDULO FOTOVOLTAICO
Fabricante Marca	ABCDEF	← nome do fabricante
Modelo	XYZ(Logo)	← marca comercial (ou logomarca)
	XPQOPT	← modelo do módulo
Mais eficiente		← letra A, B, C, D ou E correspondente à eficiência energética do módulo, em alinhamento com a seta correspondente
		
		
		
		
Menos eficiente		
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (%)	XYZ	← eficiência máxima nas condições padrão (STC)
Área Externa do Módulo (m ²)	0,00	← área externa do módulo, em m ²
Produção Média Mensal de Energia (kWh/mês)	0,00	← produção média de energia (kWh/mês)
Potência nas Condições Padrão (W)	0,00	← potência nas condições padrão (W)
<small>Requisitos de Avaliação da Conformidade para Sistemas e Equipamentos para Energia Fotovoltaica</small> <small>Instruções de instalação e recomendações de uso, leia o Manual do aparelho</small>		
 <small>PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA</small>		<small>INMETRO</small> ESTE PRODUTO TEM SEU DESEMPENHO APROVADO PELO INMETRO E ESTÁ EM CONFORMIDADE COM O PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM

Figura 1 – ENCE para módulos FV (PINHO, 2014)

d) Os controladores de carga e inversores devem ter a ENCE, conforme modelo mostrado na **Figura 2** – ENCE para controlador de carga/inversor (INMETRO Portaria Nº 004/2011).

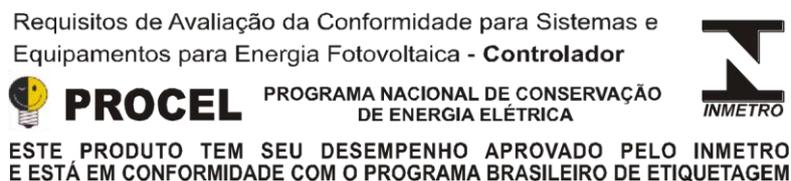


Figura 2 – ENCE para controlador de carga/inversor (INMETRO Portaria Nº 004/2011)

e) As baterias devem ter a ENCE, conforme modelo mostrado na **Figura 3** – Modelo de ENCE para bateria (INMETRO Portaria Nº 004/2011).

LOGOMARCA E INFORMAÇÕES DO FORNECEDOR DO PRODUTO	
TIPO (Tecnologia da bateria)	
MODELO (Código comercial)	CAPACIDADE NOMINAL (120h até 1,80Vpe* @ 25°C) XXXX Ah
TENSÃO NOMINAL XX V	NÚMERO DE CICLOS (Conforme RAC nº 013) XXXX
<small>Regulamento de Avaliação da Conformidade para Sistemas e Equipamentos para Energia Fotovoltaica - RAC/013-FOT - Bateria</small>	
 <small>PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA</small>	
<small>INMETRO</small> ESTE PRODUTO TEM SEU DESEMPENHO APROVADO PELO INMETRO E ESTÁ EM CONFORMIDADE COM O PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM	

*1,00Vpe para bateria Ni-Cd

Unidade: mm

Figura 3 – Modelo de ENCE para bateria (INMETRO Portaria Nº 004/2011)

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 23 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

Cabe ressaltar que as baterias de íons de lítio não são abrangidas por esta regulamentação do INMETRO. Nesse caso, não há restrições quanto a sua fabricação, importação e comercialização no país. Contudo, os produtos comercializados no país devem estar em conformidade com as normas técnicas da ABNT ou em conformidade com algum outro órgão regulamentador, quando houver, tendo em vista que se estabeleça critérios mínimos de qualidade, eficiência e segurança, conforme condições estabelecidas e asseguradas pelo Agente Executor, responsável pela proposta apresentada à Eletrobras. Entretanto, neste momento a Portaria Nº 004 de 04/01/2014 do INMETRO encontra-se em processo de revisão. Após a concretização da revisão e as baterias de lítio forem incluídas na nova regulamentação, somente poderão ser fabricadas, importadas e comercializadas baterias em conformidade com o estabelecido pelo INMETRO.(Eletrobras, 2021)

6.1.5 Acondicionamento e Transporte

Os equipamentos, bem como os insumos e materiais utilizados para a instalação devem ser adequados para os locais de projeto, respeitando as condições ambientais da região;

Todos os componentes dos sistemas, materiais e insumos que serão utilizados para as instalações devem ser transportados até as Unidades Consumidoras com as devidas proteções contra danos, os quais podem ser causados, por exemplo, por umidade, corrosão e exposição aos raios solares;

6.1.6 Garantia

As garantias e vidas úteis mínimas dos componentes devem seguir os valores da Tabela abaixo.

Tabela 5 – Equipamentos: vida útil e garantia

Equipamento & Especificação	Vida Útil Estimada	Garantia Mínima
Módulo FV	25 anos	10 anos
Controlador de Carga	10 anos	2 anos
Inversor	10 anos	2 anos
Estrutura	25 anos	2 anos
Baterias	5 anos	2 anos

6.1.7 Ensaios, testes e certificações

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

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 24 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

Os equipamentos e componentes devem ser oriundos de fornecedores homologados pela EQUATORIAL ENERGIA dispon

Cada sistema deve conter um documento comprobatório dos ensaios realizados, englobando seus resultados, valores de referência e indicação do resultado da aprovação

6.2 Critérios para Escolha do MIGDI e SIGFI

6.2.1 Critérios Básicos e Cargas por UC

Por meio desse levantamento de carga, deve ser verificado qual SIGFI melhor se adequa à realidade da unidade consumidora;

Segue abaixo as limitações para a escolha de cada SIGFI de acordo com o consumo diário:

Tabela 6 – Critérios e Cargas por UC

Disponibilidade Mensal Garantida (kWh/ mês UC)	Consumo de Referência (Wh/dia/UC)	Autonomia Mínima (horas)	Potência Mínima (W/UC)
45	1.500	48	700
60	2.000	48	1.000
80	2.650	48	1.250
120	4.000	48	1.500
180	6.000	48	1.800

6.3 Critérios de Prestação de Serviços - Homologação de Fornecedores

6.3.1 Requisitos Empresas –Implantação de Sistemas

Para os processos de contratação de empresas para implantação de sistemas SIGFI e MIGDI, a empresa proponente deve apresentar o acervo técnico da empresa, com no mínimo 01 (um) Atestado de Capacidade Técnica, fornecido por pessoa jurídica de direito público ou privado que comprove que a proponente executou satisfatoriamente os serviços com escopo correlato ao escopo de implantação dos sistemas de geração fotovoltaico (SIGFI ou MIGDI).

O Atestado de Capacidade Técnica da empresa é a declaração fornecida pela contratante da obra ou serviço, pessoa jurídica, de direito público ou privado que atesta a execução da obra ou a prestação do serviço e identifica seus elementos quantitativos e qualitativos, o local e o período de execução, os responsáveis técnicos envolvidos e as atividades técnicas executadas.

As informações acerca da execução da obra ou prestação de serviço, bem como os dados técnicos qualitativos e quantitativos do atestado, devem se declarados por profissional que possua habilitação nas

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 25 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

profissões abrangidas pelo Sistema CONFEA/CREA. O Atestado deve apresentar no mínimo as seguintes informações:

- A assinatura do responsável da empresa privada ou órgão público que está emitindo o atestado;
- Razão social da empresa privada ou órgão público que está emitindo o atestado;
- CNPJ da empresa privada ou órgão público que está emitindo o atestado;
- Endereço da empresa privada ou órgão público que está emitindo o atestado;
- Razão social da empresa contratada;
- CNPJ da empresa contratada;
- Endereço da empresa contratada;
- Lista dos produtos que a empresa contratada forneceu ou dos serviços que a empresa contratada executou;
- As quantidades, a duração e o período do contrato;
- O grau de satisfação da empresa privada ou órgão público que está emitindo o atestado.

Observa-se que os Atestados supracitados devem conter serviços correlatos ao escopo da contratação, ou seja, execução de sistemas de geração fotovoltaica, ligação do sistema de geração ao cliente, comissionamento do sistema de geração, bem como, o fornecimento dos materiais acessórios e estrutura metálica. Desejável que as instalações tenham sido realizadas na região Amazônica e no âmbito dos programas de eletrificação rural, sendo estes aspectos considerados como critério de desempate, bem como um maior número de atestados. A empresa proponente deve possuir registro no CREA e comprovar que possui em seu quadro técnico profissionais com registro ou visto no CREA.

6.3.2 Requisitos Empresas – Profissional Técnico

Deve ser apresentada declaração do profissional, pertencente ao quadro técnico da empresa proponente, de nível superior com registro em um CREA – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia, indicado para exercer a função de Responsável Técnico pela execução do escopo de implantação dos sistemas SIGFI e MIGDI, acompanhada da Certidão de Acervo Técnico do mesmo, com no mínimo 01 (uma) ART que comprove a experiência do referido profissional na instalação de sistemas fotovoltaicos do tipo SIGFI e MIGDI.

A Certidão de Acervo Técnico - CAT é o instrumento que certifica, para os efeitos legais, as atividades registradas no CREA, que constituem o acervo técnico do profissional.

O acervo técnico do profissional é o conjunto das atividades desenvolvidas ao longo de sua vida profissional compatíveis com suas competências e registradas em um CREA por meio de Anotações de Responsabilidade Técnica – ARTs. O responsável técnico apresentado pela empresa, somente poderá ser substituído por outro profissional com Acervo Técnico equivalente, nos moldes descritos.

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 26 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

6.4 Critérios de Prestação de Serviços - Homologação de Fornecedores O&M

6.4.1 Requisitos Empresas – O&M

Para os processos de contratação de empresas para execução do O&M de sistemas SIGFI e MIGDI, a empresa proponente deve apresentar o acervo técnico da empresa, com no mínimo um (01) Atestados de Capacidade Técnica, fornecidos por pessoa jurídica de direito público ou privado que comprove que a proponente prestou satisfatoriamente os serviços com escopo correlato ao escopo de O&M dos sistemas de geração fotovoltaico (SIGFI ou MIGDI)

O Atestado de Capacidade Técnica da empresa é a declaração fornecida pela contratante da obra ou serviço, pessoa jurídica, de direito público ou privado que atesta a execução da obra ou a prestação do serviço e identifica seus elementos quantitativos e qualitativos, o local e o período de execução, os responsáveis técnicos envolvidos e as atividades técnicas executadas.

As informações acerca da execução da obra ou prestação de serviço, bem como os dados técnicos qualitativos e quantitativos do atestado, devem ser declarados por profissional que possua habilitação nas profissões abrangidas pelo Sistema CONFEA/CREA. O Atestado deve apresentar no mínimo as seguintes informações:

- A assinatura do responsável da empresa privada ou órgão público que está emitindo o atestado;
- Razão social da empresa privada ou órgão público que está emitindo o atestado;
- CNPJ da empresa privada ou órgão público que está emitindo o atestado;
- Endereço da empresa privada ou órgão público que está emitindo o atestado;
- Razão social da empresa contratada;
- CNPJ da empresa contratada;
- Endereço da empresa contratada;
- Lista dos produtos que a empresa contratada forneceu ou dos serviços que a empresa contratada executou;
- As quantidades, a duração e o período do contrato;
- O grau de satisfação da empresa privada ou órgão público que está emitindo o atestado.

Observa-se que os Atestados supracitados devem conter serviços correlatos ao escopo da contratação, ou seja, prestação de serviços de O&M de sistemas de geração fotovoltaica, de forma contínua, incluindo os serviços básicos comerciais de entrega de contas, atendimento de ocorrências de urgência e esclarecimentos de questões comerciais dos clientes na ponta. Desejável que os serviços tenham sido prestados em instalações na região Amazônica e no âmbito dos programas de eletrificação rural em regiões remotas, sendo estes aspectos considerados como critério de desempate, bem como um maior número de atestados.

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 27 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

A empresa proponente deve possuir registro no CREA e comprovar que possui em seu quadro técnico profissionais com registro ou visto no CREA.

6.4.2 Requisitos Responsável Técnico – O&M

Deve ser apresentada declaração do profissional, pertencente ao quadro técnico da empresa proponente, de nível superior com registro em um CREA – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia, indicado para exercer a função de Responsável Técnico pela execução do escopo de O&M dos sistemas SIGFI e MIGDI, acompanhada da Certidão de Acervo Técnico do mesmo, com no mínimo 01 (uma) ART que comprove a experiência do referido profissional na supervisão de serviços de O&M de sistemas fotovoltaicos do tipo SIGFI e MIGDI. A Certidão de Acervo Técnico - CAT é o instrumento que certifica, para os efeitos legais, as atividades registradas no CREA, que constituem o acervo técnico do profissional.

O acervo técnico do profissional é o conjunto das atividades desenvolvidas ao longo de sua vida profissional compatíveis com suas competências e registradas em um CREA por meio de Anotações de Responsabilidade Técnica – ARTs. O responsável técnico apresentado pela empresa, somente poderá ser substituído por outro profissional com Acervo Técnico equivalente, nos moldes descritos.

7 CRITÉRIOS DE PROJETO

7.1 Ponto de Entrega

O padrão de entrada define o limite da propriedade, bem como delimita a atuação da EQUATORIAL e do consumidor. Portanto, são de responsabilidade da EQUATORIAL o gerador fotovoltaico, o controlador de carga, o inversor CC/CA, o medidor de energia e as baterias, como também as proteções destes equipamentos.

7.1.1 Padrão de Entrada

O padrão de entrada deve contemplar, no mínimo:

- Caixa de proteção (para instalação do disjuntor);
- Estrutura de fixação da caixa de proteção;
- Condutores;
- Eletroduto(s); Sistema de aterramento, caso seja necessário, utilizar poste metálico como estrutura de fixação da caixa de proteção;
- Todos os componentes devem ser dimensionados para atender à carga da Unidade Consumidora.
- A caixa de proteção deve ser instalada em poste auxiliar.

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 28 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

7.2 Configuração Básica dos Sistemas de Geração

Os sistemas de geração podem apresentar arquiteturas de Geração em CA, CC ou CA/CC. Na seleção da configuração deve ser levado em consideração as características da curva de carga a se atendida, os equipamentos adotados, o porte do sistema, a expectativa de expansão, perdas técnicas, eficiência da confiabilidade, características e extensão do terreno, entre outros.

Nos itens abaixo os diagramas das configurações **MIGDI** e **SIGFI**.

7.2.1 Configuração MIGDI CA

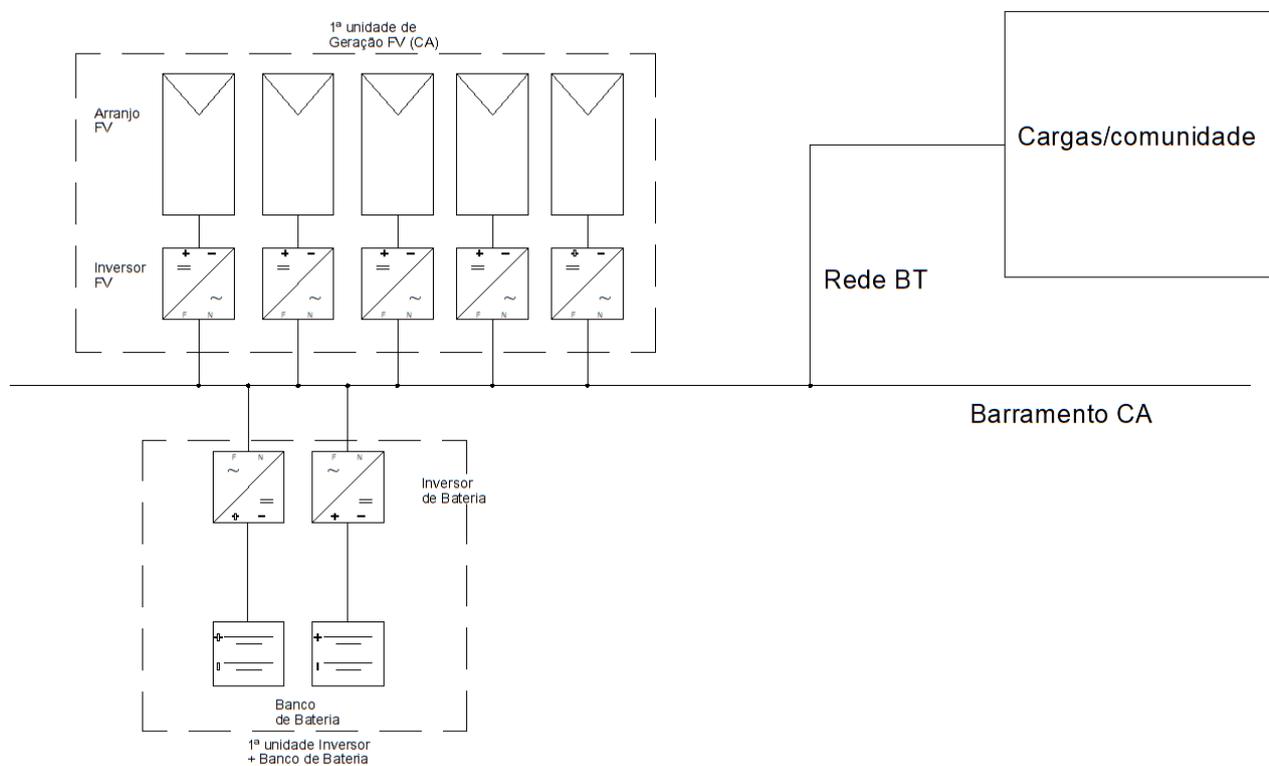


Figura 4 – Configuração MIGDI CA (*GUIA ELETROBRÁS*)

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 29 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

7.2.2 Configuração MIGDI CC

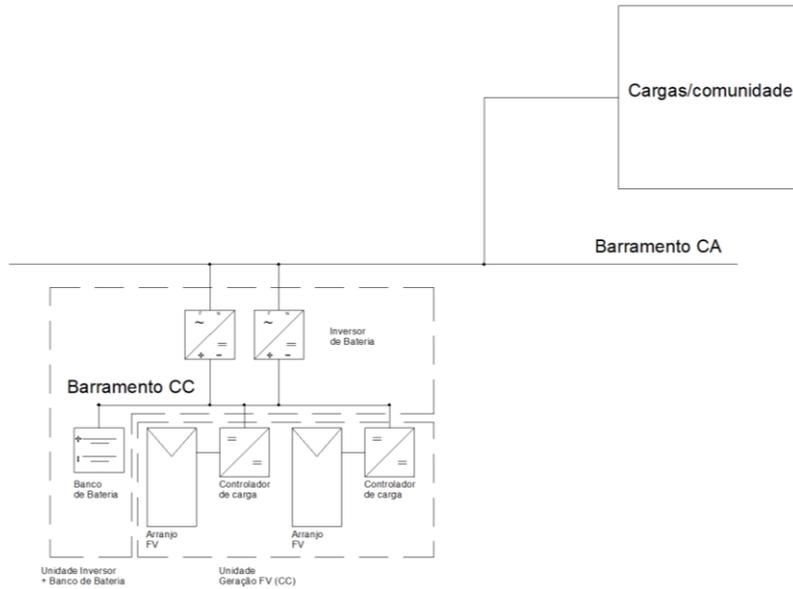


Figura 5 – Configuração MIGDI CC (GUIA ELETROBRÁS)

7.2.3 Modelo de Configuração MIGDI CA/CC

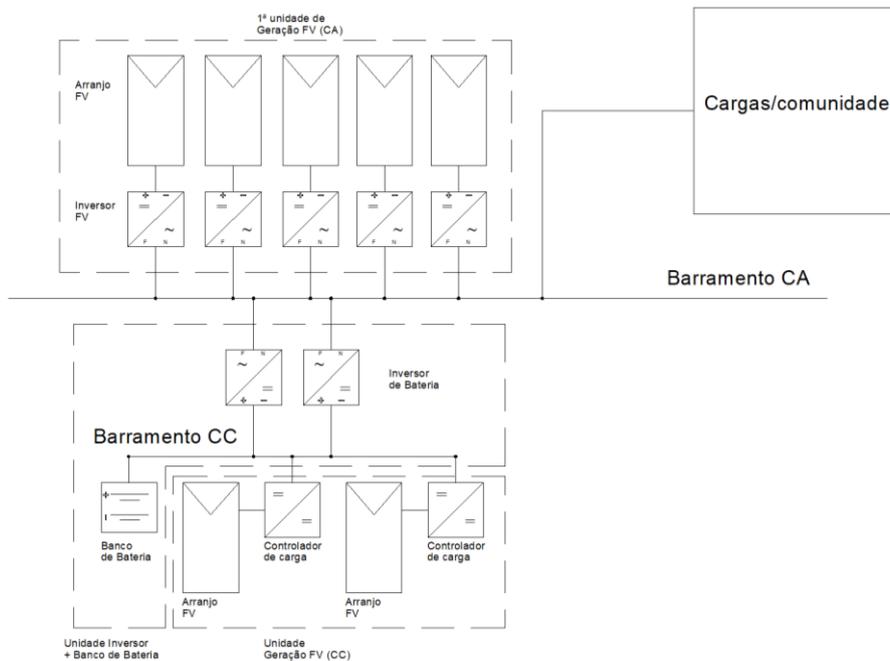


Figura 6 – Configuração MIGDI CA/CC (GUIA ELETROBRÁS)

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 30 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

7.2.4 Modelo de Configuração SIGFI

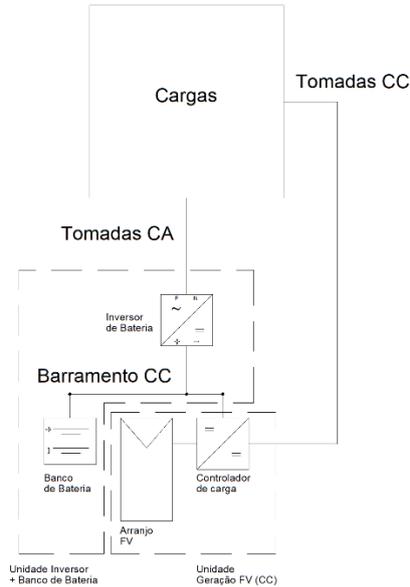


Figura 7 – Configuração SIGFI (GUIA ELETROBRÁS)

7.2.5 Modelo de Configuração - Modularização dos Sistemas de Geração

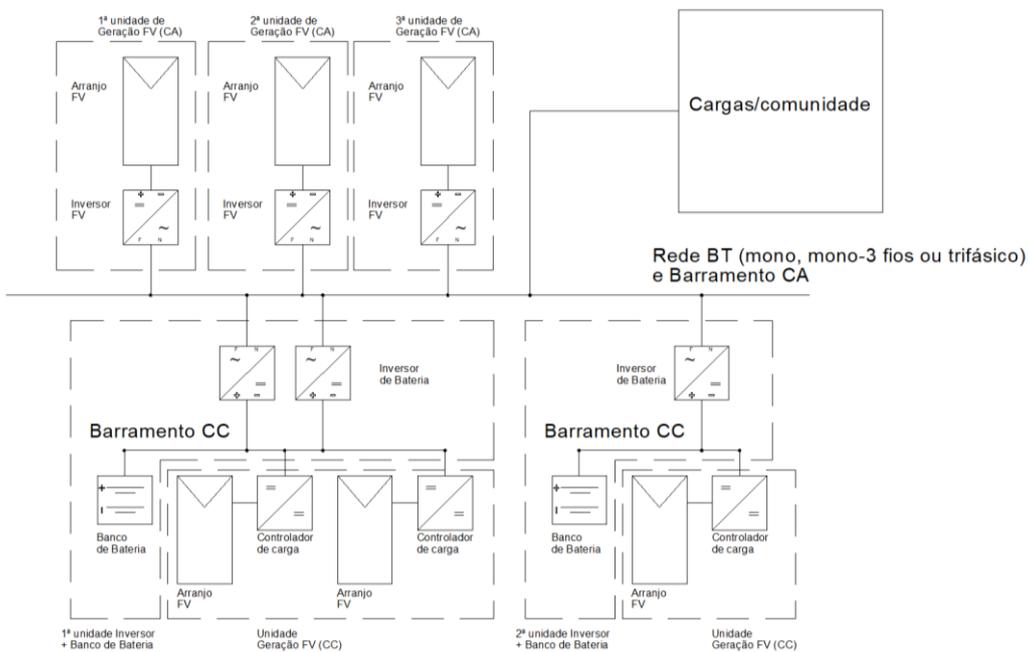


Figura 8 – Configuração Modularização dos Sistemas (GUIA ELETROBRÁS)

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 31 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

7.2.6 Modelo de Configuração MIGDI CA/CC

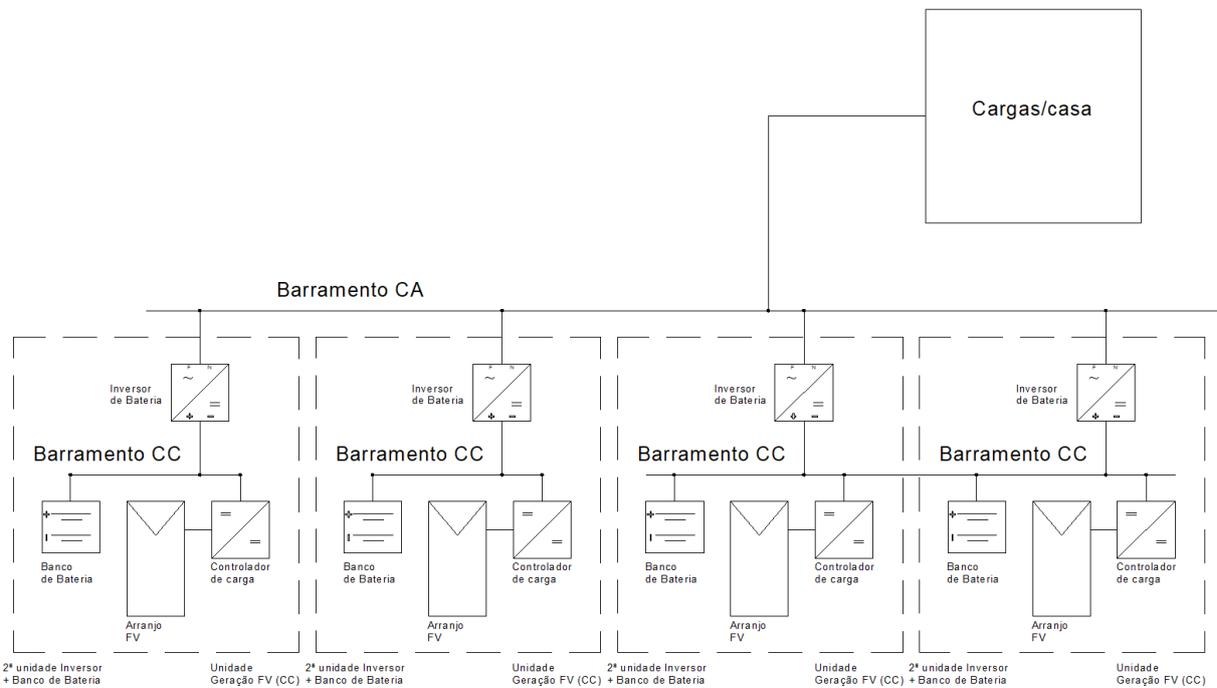


Figura 9 – Configuração MIGDI CA/CC(GUIA ELETROBRÁS)

7.3 Configuração Básica do SIGFI

O SIGFI não é conectado ao sistema elétrico da Distribuidora de Energia Elétrica e é composto pelos seguintes equipamentos e materiais: módulos fotovoltaicos, controlador de carga, inversor, baterias, estrutura e caixa.

Proteção, fixação e cabeamento do SIGFI: responsável pela interconexão, proteção e sustentação dos componentes principais do sistema.

Nos itens, *7.3.1 Modelo Configuração - SIGFI 60*, *7.3.2 Modelo Configuração - SIGFI 80* e *7.3.3 Modelo Configuração - SIGFI 180* é mostrado os modelos de configurações do sistemas 60,80 e 180.

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 32 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

7.3.1 Modelo Configuração - SIGFI 60

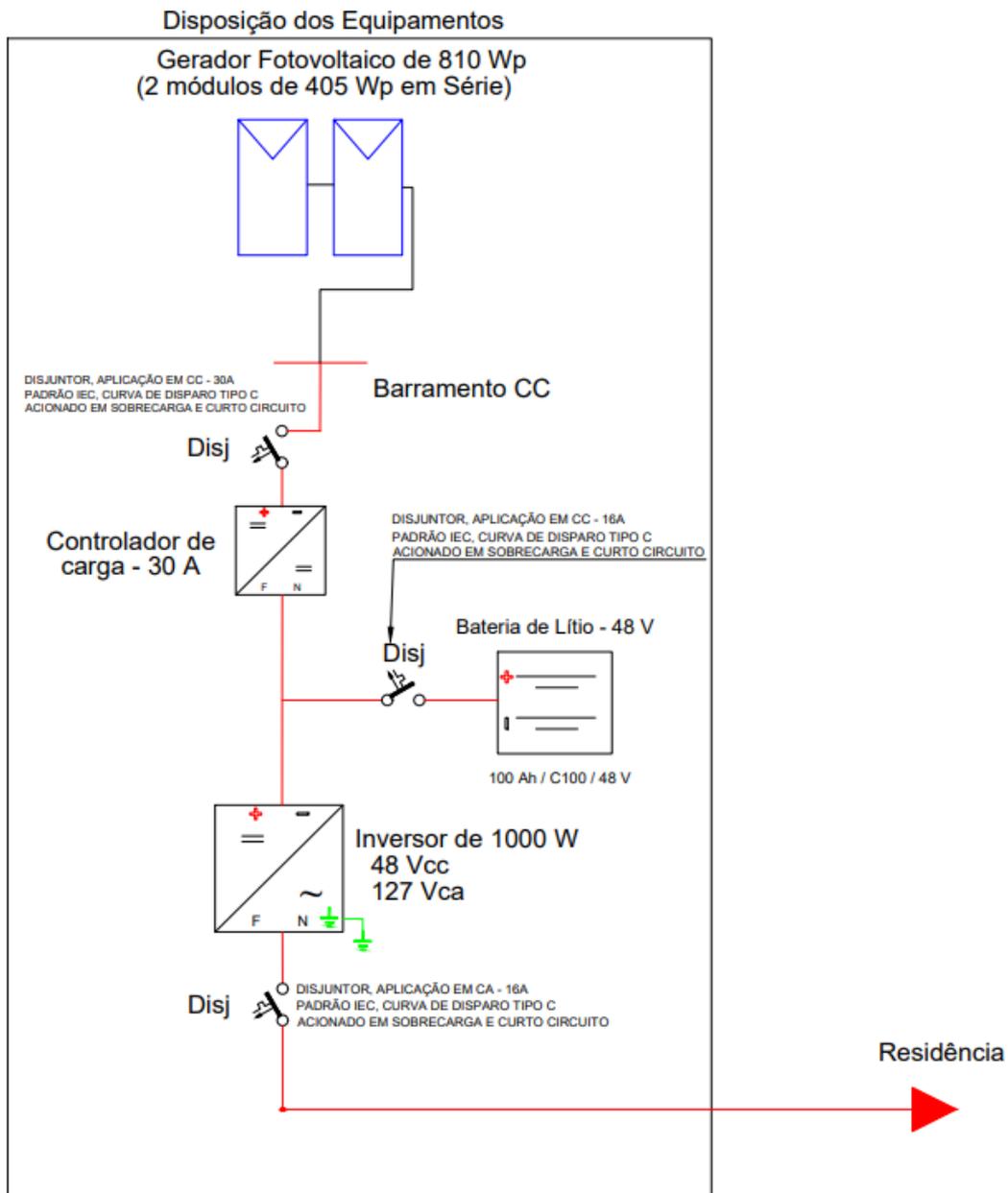


Figura 10 – SIGFI 60

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 33 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

7.3.2 Modelo Configuração - SIGFI 80

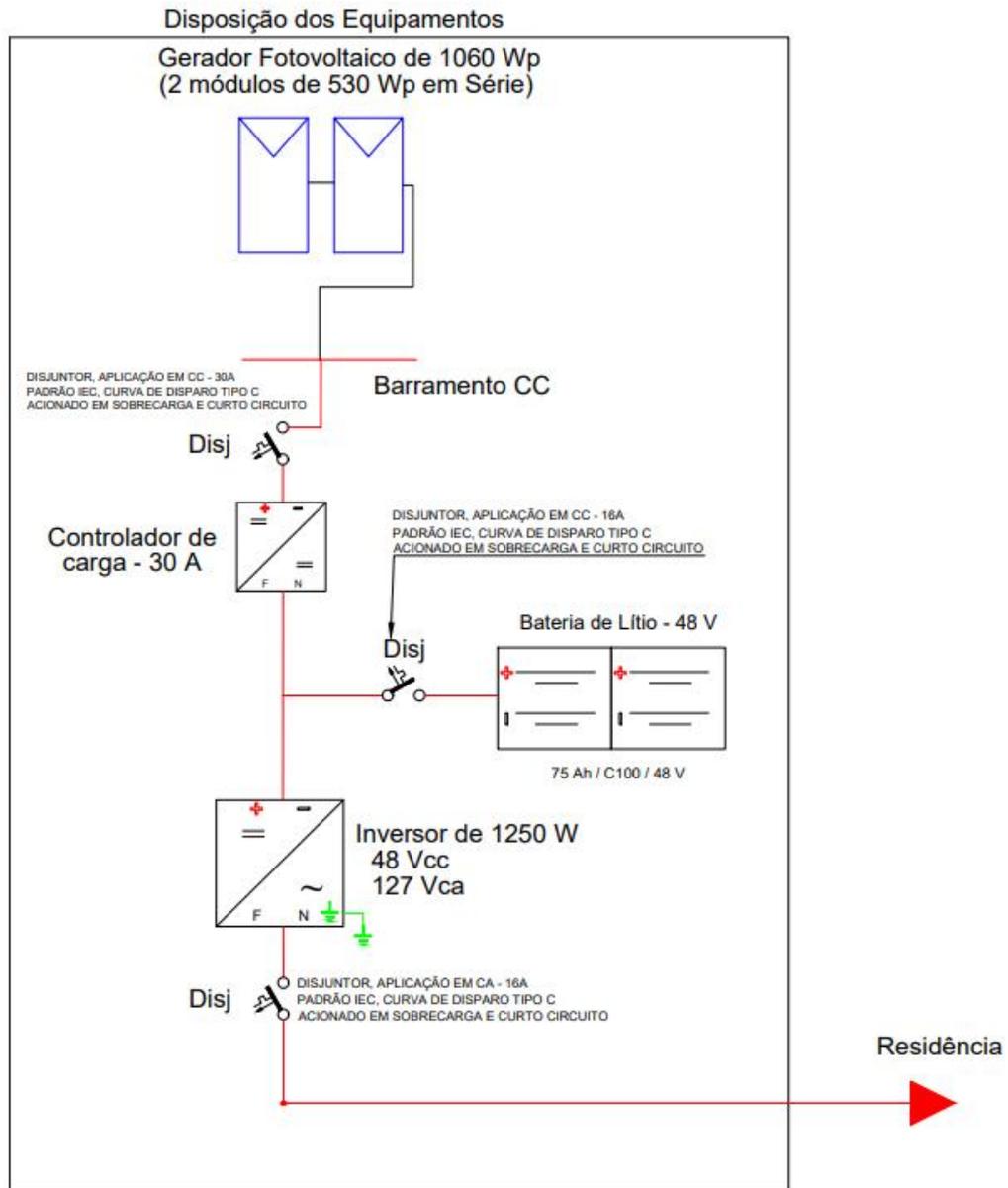


Figura 11 – SIGFI 80

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 34 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

7.3.3 Modelo Configuração - SIGFI 180

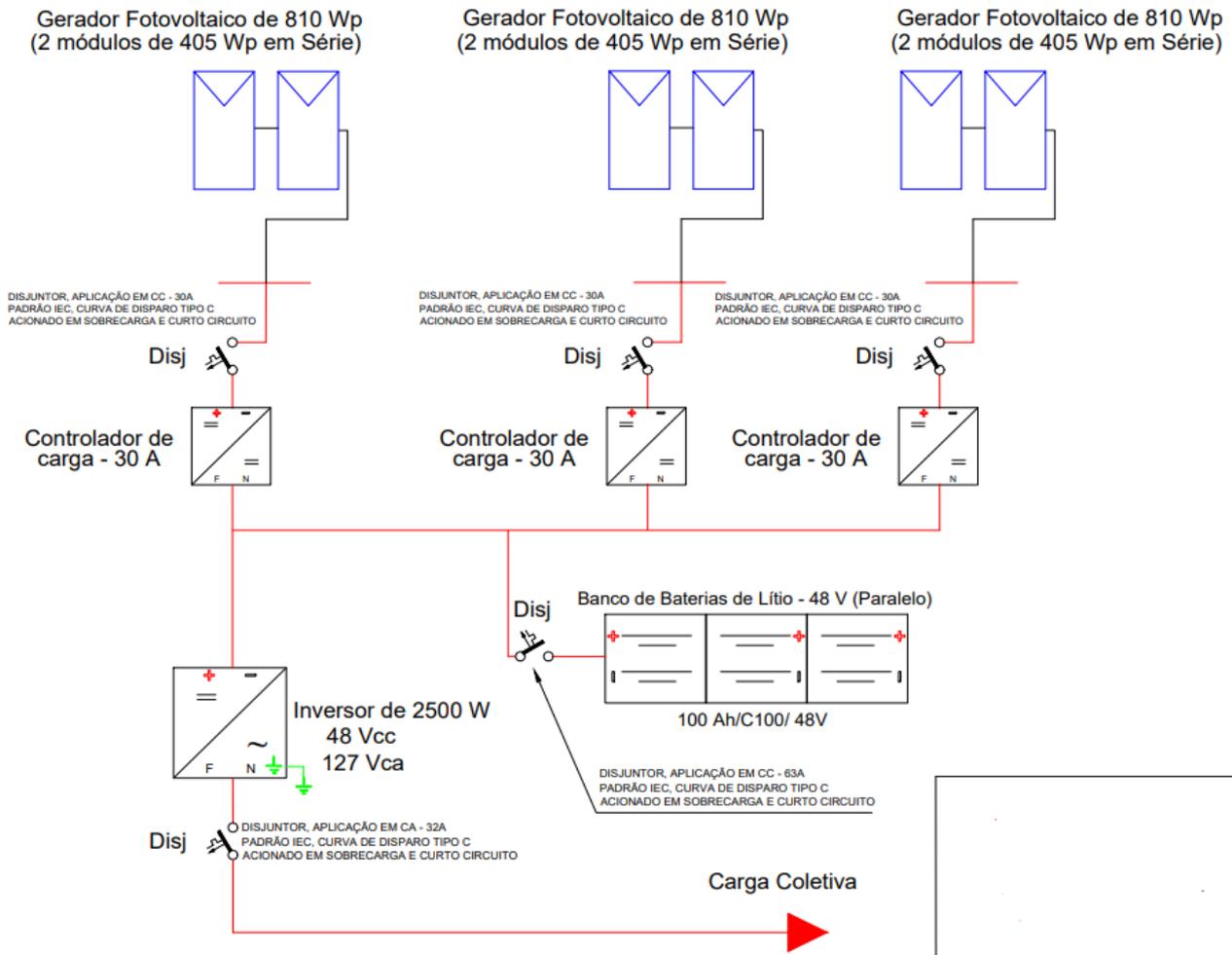


Figura 12 – SIGFI 180

7.4 Padrão Construtivo

7.4.1 O padrão construtivo do sistema deve adequar-se às condições do solo da Unidade Consumidora e de seu entorno.

Deve ser previsto antes do início das instalações a realização de prospecção da condição do local, a fim de caracterizar o tipo de solo, e elaborar ao menos três laudos de sondagem, a fim de caracterizar as áreas de solo firme, solo mole e áreas alagadas, conforme o que preconiza a Norma NBR 6484/2001.

A empresa após a prospecção deverá verificar a necessidade de revisão do projeto executivo no que tange as fundações.

Observamos que a solução construtiva a ser considerada para cada sistema deve prever o atendimento as condições locais, conforme descrito no parágrafo anterior. A solução também deve conter projeto para áreas de várzea e alagadas, sem solo firme, que requerem instalações com função estrutural, para suporte as

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 35 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

cargas observando a resistência e estabilidade da base em solo mole. Observa-se que na maioria dos casos serão encontradas condições de solo firme para instalação dos sistemas, porém também deve existir solução para a exceção.

7.4.2 Na instalação dos módulos fotovoltaicos deve ser levado em consideração sua angulação e direção, pois, deve proporcionar a maior incidência solar durante o ano e escoamento de água.

7.4.3 A estrutura de sustentação deve atender aos critérios conforme o tipo de fixação e quantidade de painéis. A fixação dos módulos junto ao poste deve ser de aço galvanizado conforme *DESENHO II – POSTE DE AÇO GALVANIZADO*.

7.4.5 O armário contendo as baterias, o controlador de carga e o inversor deve ser conforme especificado no **item 8** da presente norma e conforme desenhos: *DESENHO III- CAIXA FIBRA DE VIDRO SIGFI 60* , *DESENHO IV - CAIXA FIBRA DE VIDRO SIGFI 80* , *DESENHO V - CAIXA FIBRA DE VIDRO SIGFI 180* . Deve ter critérios básicos como: aberturas para ventilação, tela anti-insetos, passagem de cabos, possibilitar ao usuário o acesso ao display do controlador de carga.

7.4.6 A classe de proteção do armário deve ser de, pelo menos, IP65;

7.4.7 Deve ser analisado o sombreamento de árvores ou edificações próximas durante todas as estações do ano. É necessário avaliar todas as estações do ano para ser analisado a questão do sombreamento.

8 ESPECIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E ESTRUTURA

As estruturas de sustentação para **MIGDI** devem ter as seguintes características:

- **Estrutura em alumínio:** alumínio anodizado, adequado para aplicação externas e resistente a interperies, estrutura dimensionada para cargas de vento da NBR 6123 e isopleta adequada ao local de instalação Parafusos em inox 304 ou semelhante , fundações projetadas conforme tipo de solo e sondagem ,alturas padrões de 1000mm, 1500mm, 2700mm conforme situação do local de instalação.
- **Estrutura em aço galvanizado:** estrutura em aço galvanizado a fogo conforme NBR 6323, com garantia de 5 anos em ambiente C5-M , estrutura dimensionada para cargas de vento da NBR 6123 e isopleta adequada ao local de instalação, minimamente atendendo 25m/s classe C-I, parafusos galvanizados a fogo ou inox conforme modelo específico.

O modelo de estrutura de sustentação para configurações SIGFI 60, 80 e 180 possuem com suas características mínimas descritas nos *itens 8.1, nas tabelas 7 e 8*.

A caixa para **MIGDI** deve ser:

- Construídos em material polimérico isolante e não metálico (fibra de vidro, ABS ou plásticos adequados), não propagante de chama.
- Para aplicações com baterias de chumbo-acido a bateria deve ficar em compartimento separado dos componentes eletro-eletronicos
- A Classe de proteção deve ser IP 65 ou superior

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 36 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

- Aletas de ventilação com filtro para refrigeração natural
- Vedado para operação sobre intempéries externas, sol e chuva
- Parafusos em aço inox 304

8.1 Estrutura de Sustentação para SIGFI

A estrutura de sustentação para SIGFI 60,80 e 180 são constituídas por estrutura metálica, estaca de fundação e caixa de fibra de vidro, conforme descritivo nas *tabelas 7 e 8* abaixo:

Tabela 7 – Estrutura de Sustentação 1 para SIGFI 60 e 80

Item	Unid	Qtde	Descrição
Estrutura Metálica	Unidade	1	Estrutura metálica de alumínio ASTM 6005 com sustentação para módulos fotovoltaicos com perfis , porcas estruturais, fixadores intermediários U, de Extremidade Z e parafusos, arruelas de inox 304 DIN A2.
Estacas de Fundação	Unidade	4	Estaca de fundação tipo CANT "L" 38,1 x 38,1 x 3,18 para 3 tipos de solo (firme, alagado e submerso)
Caixa de Fibra de Vidro	Unidade	1	Caixa de fibra de vidro com ventilação para abrigo de equipamentos. Classe de Proteção IP 65 ou superior. Vedado para operação sobre intempéries externas, sol e chuva.

Tabela 8 – Estrutura de Sustentação 2 para SIGFI 180

Item	Unid	Quantidade	Descrição
Estrutura Metálica	Unidade	2	Estrutura metálica de alumínio ASTM 6005 com sustentação para módulos fotovoltaicos com perfis , porcas estruturais, fixadores intermediários U, de Extremidade Z e parafusos, arruelas de inox 304 DIN A2.
Estacas de Fundação	Unidade	8	Estaca de fundação tipo CANT "L" 38,1 x 38,1 x 3,18 para 3 tipos de solo (firme, alagado e submerso)

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 37 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

Caixa de Fibra de Vidro	Unidade	2	Caixa de fibra de vidro com ventilação para abrigo de equipamentos. Classe de Proteção IP 65 ou superior. Vedado para operação sobre intempéries externas, sol e chuva.
-------------------------	---------	---	---

8.2 Baterias para SIGFI

Nos sistemas isolados da rede elétrica é necessário a utilização de dispositivos de armazenamentos de energia. É necessário um atendimento de forma ininterrupto à demanda. As baterias fotovoltaicas devem estar aptas a suportarem descargas profundas em dias nublados ou chuvosos por conta da ausência de geração FV. As Baterias utilizadas para o Siste devem ser Íons de Lítio.

As células das baterias devem ser de íons de lítio e sua aplicação deve ser do tipo estacionária ou solar e devem ter as seguintes características abaixo:

- O sistema de gerenciamento (*BMS - Battery management System*) devem possuir as funções de proteção: tensão, corrente, temperatura e curto-circuito. BMS interno com equilíbrio ativo (active balance module).
- A Vida útil projetada de 6.000 a 80% DoD
- Gabinete IP65 totalmente fechado
- Temperatura de Operação:
 - Carga = 0°C a + 55°C
 - Descarga = -20°C a +60°C
 - Armazenagem = -20°C a +45°C
- Carta do fabricante confirmando a Tropicalização do equipamento (vernização de placas eletrônicas com verniz de alta camada, Suportabilidade de alta temperatura e umidade de até 98% sem condensação)
- Proteções
 - Sobrecarga
 - Sobre descarga
 - Sobrecorrente
 - Sobretemperatura
 - Curto
 - Equilíbrio (ativo)

A **Tabela 9** mostra o quadro resumo das baterias de lítio para SIGFI.

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 38 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

Tabela 9 – Especificação Baterias para SIGFI

BATERIA	DESCRIÇÃO	CAPACIDADE DE ARRANJO	UNIDADE	ARRANJO SUGERIDO
Bateria 1	Banco de baterias de Lítio LFP de 48V com BMS	75	Ah	1x 75Ah
Bateria 2	Banco de baterias de Lítio LFP de 48V com BMS.	100	Ah	1x 100Ah
Bateria 3	Banco de baterias de Lítio LFP de 48V com BMS.	150	Ah	2x 75Ah

8.3 Controlador de Carga – SIGFI

Os controladores de carga são dispositivos eletroeletrônicos responsáveis pelo gerenciamento de carga do banco de baterias, realizando a conexão deste com os módulos fotovoltaicos do sistema, evitando assim, sobrecargas ou descargas excessivas nas baterias e prolongando sua vida útil.

(Guia Técnico para Atendimento com Sistemas de Geração Fotovoltaica no âmbito dos Programas Luz para Todos e Mais Luz para a Amazônia, 2021)

O controlador de carga deve ter as seguintes características:

- O controlador deve ser do tipo MPPT - Maximum Power Point Tracking com com eficiência de rastreamento superior a 99%.
- Tensão de operação adequada à topologia
- Eficiência de conversão a plena carga superior a 97%
- Aderente as normas de segurança, EMC, FCC e performance.
- Carta do fabricante confirmando a Tropicalização do equipamento (envernização de placas eletrônicas com verniz de alta camada, Suportabilidade de alta temperatura e umidade de até 98% sem condenação)
- Compensação de tensão de carga por temperatura
- Grau de proteção mínimo IP33

A **Tabela 10** apresenta o quadro resumo de requisitos mínimos dos controladores de carga para sistema SIGFI.

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 39 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

A capacidade dos equipamentos varia de acordo com a intensidade solar da localidade. A Eletrobras recomenda o site da A Eletrobras recomenda o Site da Cresesb que pode ser consultado via link : <https://cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata>

Tabela 10 – Especificação Controladores de Carga

CONTROLADOR	DESCRIÇÃO	CAPACIDADE	UNIDADE
CONTROLADOR 1	Controlador de carga com seguidor de ponto de máxima potência (MPPT). Faixa de tensão de operação 48V e tensão máxima de entrada sendo 100V.	20	A
CONTROLADOR 2	Controlador de carga com seguidor de ponto de máxima potência (MPPT). Faixa de tensão de operação 48V e tensão máxima de entrada sendo 100V.	30	A

8.4 Módulos Fotovoltaicos para SIGFI e MIGDI

A tecnologia das células dos módulos fotovoltaicos deve ser monocristalino, policristalino ou bifaciais.

O Coeficiente de degradação de potência por temperatura inferior a 0,4%/Grau

A Caixa de junção com IP67.

As características elétricas devem seguir as condições padrões de teste (*STC- Standard Test Conditions*);

O Fabricante com categoria Tier 1

Na **tabela 11**, o quadro resumo de requisitos de módulos fotovoltaicos para SIGFI

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 40 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

Tabela 11 – Especificação Módulos FV para SIGFI

MÓDULO	DESCRIÇÃO	CAPACIDADE	UNIDADE
MÓDULO 1	Painel fotovoltaico monocristalino. Com Eficiência do Módulo (η_m) 20,00, Voc Coeficiente de Temperatura ($\%/^{\circ}\text{C}$) - 0,3, Tolerância de Potência (0, +5)A.	530 ~ 550	Wp
MÓDULO 2	Painel fotovoltaico monocristalino. Com Eficiência do Módulo (η_m) 20,00, Voc Coeficiente de Temperatura ($\%/^{\circ}\text{C}$) - 0,3, Tolerância de Potência (0, +5)A	405 ~ 415	Wp
MÓDULO 3	Painel fotovoltaico monocristalino. Com Eficiência do Módulo (η_m) 20,00, Voc Coeficiente de Temperatura ($\%/^{\circ}\text{C}$) - 0,3, Tolerância de Potência (0, +5)A.	310 ~ 320	Wp

8.5 Inversores SIGFI

Os inversores para SIGFI devem possuir as seguintes características básicas:

- Inversor senoidal onda pura
- THD de tensão inferior a 5%
- Isolação elétrica entre entrada e saída
- Eficiência nominal superior a 90%
- Consumo de corrente a vazio inferior a 0,8A
- Proteções contra:
- Refrigeração forçada de ar controlada por temperatura e carga, ventiladores IP55 adequado para altas temperaturas
- Carta do fabricante confirmando a Tropicalização do equipamento (envernização de placas eletrônicas com verniz de alta camada, Suportabilidade de alta temperatura e umidade de até 98% sem condenação)

A **Tabela 12** mostra o quadro resumo da especificação para inversores no sistema SIGFI.

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 41 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

Tabela 12 – Especificação Inversores

CONTROLADOR	DESCRIÇÃO	CAPACIDADE	UNIDADE
INVERSOR 1	Inversor CC/CA saída em onda senoidal pura. Entrada de 48 Vcc e saída 127 Vac . Taxa de distorção harmônica inferior a 4% e eficiência mínima de 90%. Capacidade 1000W	1000	W
INVERSOR 2	Inversor CC/CA saída em onda senoidal pura. Entrada de 48 Vcc e saída 127 Vac . Taxa de distorção harmônica inferior a 4% e eficiência mínima de 90%. Capacidade 1250W ~1500W.	1250	W
INVERSOR 3	Inversor CC/CA saída em onda senoidal pura. Entrada de 48 Vcc e saída 127 Vac . Taxa de distorção harmônica inferior a 4% e eficiência mínima de 90%. Capacidade 2000W ~2500W	2500	W

8.6 Baterias OPzS - MIGDI

As baterias para o sistema MIGDI devem possuir as seguintes características:

- Baterias de chumbo-ácido estacionárias, conforme tensão CC do sistema.
- Baterias do tipo OPzS aderentes as normas (DIN 40736-1, IEC 60896-11, DIN EN 61427, NBR 14200 e IEC 61427)
- Placas positivas tubulares em envelope de fibras
- Placas negativas do tipo empastada, garantindo retenção de material ativo.
- Expectativa de vida nominal à temperatura ambiente 25° de no mínimo 1500 ciclos – a uma profundidade de descarga de 80%
- Garantia mínima de 5 anos (a discutir)
- Placas positivas e negativas com teor de antimônio inferior a 3%, com comprovação específica do fabricante.
- Os recipientes das células (vasos ou jarras) devem ser fabricados em Estireno Acrilonitrila (SAN) ou em poliestireno de alto impacto (HIPS)
- O conjunto vaso – tampa deverá ser estanque e livre de vazamentos

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 42 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

- As baterias devem vir já ativadas dispensando a carga de acionamento e podem ser instaladas imediatamente, elas serão entregues em estado preenchidas com eletrólito e carregadas eletricamente com o eletrólito e carregadas eletricamente.
- O equipamento fornecido deve ser embalado em caixas de caixas apropriadas de madeira compensada ISPM no. 15 (NIMF no.15), devidamente marcadas para identificação de seu conteúdo e preservadas contra deterioração durante o transporte e armazenamento.
- Uso de estante metálica, com proteção contra oxidação, pintura adequada a ambiente corrosivos. Fabricada em aço perfis de aço aparafusados, sendo totalmente desmontável para facilitar seu transporte até a área de sua utilização.

8.7 Controladores de Carga MIGDI (quando aplicáveis)

- Carta do fabricante confirmando a Tropicalização do equipamento (envernização de placas eletrônicas com verniz de alta camada, Suportabilidade de alta temperatura e umidade de até 98% sem condensação)
- Suporte para monitoramento e configuração de parâmetros via APP ou software para PC
- O controlador deve ser do tipo MPPT - Maximum Power Point Tracking com com eficiência de rastreamento superior a 99%.
- Tensão de operação adequada à topologia
- Eficiência de conversão a plena carga superior a 97%
- Aderente as normas de segurança, EMC, FCC e performance.

8.8 Inversores MIGDI

- Inversor senoidal onda pura
- THD de tensão inferior a 5%
- Isolação elétrica entre entrada e saída
- Eficiência nominal superior a 92%
- Proteções contra:
- Capacidade de operação em redes trifásicas desbalanceadas, com fator de desbalanceamento de até 50% entre fases.
- Refrigeração forçada de ar controlada por temperatura e carga, ventiladores IP55 adequado para altas temperaturas.
- Tropicalização do equipamento (envernização de placas eletrônicas com verniz de alta camada, Suportabilidade de alta temperatura e umidade de até 98% sem condensação)

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 43 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

9 PROJETO BÁSICO

Todos os documentos do projeto básico devem ser elaborados por profissionais legalmente habilitados, contendo o registro da ART (Anotação de Responsabilidade Técnica), com a identificação do autor e sua assinatura.

9.1 Memorial Técnico Descritivo

O memorial descritivo deve ser elaborado contendo:

- a) As características sociais e econômicas dos moradores da Unidade Consumidora;
- b) Os dados do projeto, apresentando, no mínimo:
 - Endereço;
 - Latitude e longitude;
 - Temperatura máxima e mínima;
 - Irradiação global.
- c) A descrição do sistema que será instalado, expondo, no mínimo:
 - **Armário:** Dimensões e configurações internas, configurações internas
 - **Para o gerador fotovoltaico:** Fabricante e modelo; Potência nominal dos módulos, sua quantidade e arranjo; Tensão máxima e tensão de potência máxima do módulo e da string; Corrente de curto-circuito e corrente de potência máxima do módulo e da string; Ângulo de inclinação e azimutal.
 - **Quadro/componentes de proteção:** Todos os componentes de proteção com suas quantidades e características nominais; Arranjo dos componentes CC e CA.
 - **Para o inversor CC/CA:** Fabricante e modelo; o Potência nominal e máxima; o Eficiência máxima; o Tensão máxima e mínima MPPT; o Ajustes de tensão CA; o Faixa de frequência; o Tempo de religamento; o Corrente de entrada;
 - **Baterias:** Modelo e fabricante; o Tecnologia; o Quantidade; Capacidade e tensão nominal; o Regime de descarga; o Quantidade de ciclos; o Curvas de recarga e descarga considerando diferentes taxas de descargas; o taxa de autodescarga; o Vida útil; o Dimensões, peso e temperaturas de operação; o DoD (Depth of Discharge); o Autonomia; o Funções do BMS; o Classe de proteção.
 - **Aterramento:** Configuração e memória de cálculo.
 - **Controlador de carga :** Algoritmo de carga deve ser do tipo MPPT(Maximum Power Point Tracking), deve ter compatibilidade com baterias íons de lítio, Grau de proteção mínima com base na EN 60529: IP20 (se abrigado) e IP65 -se desabrigado, temperatura de operação -20°C e 50°C e todas as outras informações descritas nesta norma técnica.

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 44 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

Nota 3: Na descrição do sistema considerar também as informações presentes no item 8. ESPECIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E ESTRUTURA dessa presente norma.

- d) O potencial desenvolvimento do consumo e uso de energia que justifique o atendimento por meio de SIGFI;
- e) As curvas de carga característica da UC;
- f) Caso existente, a fonte geradora atual e a que será instalada;
- g) Ponto de conexão;
- h) Operação e manutenção do sistema;
- i) Desenhos de Projeto: Arranjo Geral e Diagrama unifilar.
- j) Matriz de responsabilidades;
- k) Orçamento e cronograma físico:
 - Planilha detalhada com os custos de cada componente, implementação, mão de obra;
 - Representação gráfica dos serviços a serem realizados com a sua duração, bem como o acompanhamento percentual do que foi executado e do valor financeiro associado.
- l) Lista com todos os componentes e materiais que serão utilizados, bem como suas quantidades e descrições;
- m) Lista das peças de reposição, sobressalentes e ferramentas especializadas;
- n) Lista de fornecedores e/ou lojas nacionais (serviços, equipamento e material) e seus contatos (endereço, telefone, e-mail)

10 PROJETO EXECUTIVO

O projeto executivo deve ser mais detalhado do que o projeto básico, pois será utilizado para execução completa da obra seguindo as normas e legislações coletadas. Durante a execução da obra, alterações de projeto podem ser realizadas, desde que não descaracterizem o projeto original. Ao final das atividades, o projeto as built deve ser entregue com todas as informações e alterações realizadas no projeto executivo original (PINHO, 2014).

10.1 Diagrama Funcional ou Multifilar

- a) Diagrama detalhado e atualizado de todos os circuitos do sistema;
- b) Desenhos atualizados de todos os componentes e estrutura do sistema;
- c) Desenho da parte civil e mecânica.

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 45 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

10.2 Outras Documentações

- a) Documentação das garantias dos módulos fotovoltaicos, dos inversores controladores e baterias, juntamente com as informações de data de início e período de cobertura da garantia;
- b) Catálogos e manuais de dados técnicos, instalação e manutenção de todos os componentes principais (PINHO, 2014);
- c) Lista completa com todos os materiais e equipamentos, contendo, no mínimo, o fabricante, modelo e norma de certificação;
- d) Plano da Operação Logística e Transporte;
- e) Licença Ambiental;
- f) Cronograma detalhado com o desmembramento das atividades (PINHO, 2014);
- g) Memória de Cálculo: Estruturas de sustentação dos módulos fotovoltaicos e de construções civis (PINHO, 2014);
 - Sistema de geração (PINHO, 2014);
 - Padrão de entrada;
 - Dimensionamento dos cabos;
 - Dimensionamento das proteções (PINHO, 2014);
 - Aterramento (PINHO, 2014).
- h) As built:
 - Projeto executivo (documentação, desenhos etc.) atualizado com as alterações realizadas durante a obra;
 - Testes de comissionamento e seus resultados;
 - Comprovação de ARTs de projeto e instalação.

11 DIMENSIONAMENTO DO SIGFI E MIGDI

Para que um sistema fotovoltaico, ao entrar em operação, disponibilize o montante de energia esperado, com garantia dos níveis de qualidade e confiabilidade regulatórios, um dimensionamento criterioso de seus componentes precisa ser realizado. Para esse cálculo, além do modelo matemático que representa sua operação, faz-se necessária a adoção de algumas premissas, uma vez que medições não são disponíveis nesta etapa. Ademais, requisitos da legislação vigente (Resoluções Normativas da ANEEL, Portarias do INMETRO etc) e estratégias de custos de operação e manutenção também precisam ser levados em consideração.

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 46 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

11.1 Dimensionamento de Baterias e Eficiência

$$Capacidade (Wh) = \frac{Consumo_{CA} (Wh/dia) \cdot Autonomia (dias)}{\eta_{CC/CA} \cdot DOD_{Max} \cdot Capacidade_{EOL}}$$

Corresponde à eficiência média de carga e descarga, expressa em datasheet, da bateria adotada como equipamento de referência pelo Agente Executor no Programa de Obras.

Atualmente, os valores médios de eficiência para alguns tipos de baterias são:

- Para baterias estacionárias de placas positivas planas: **$\eta_{Bat} = 86\%$** ;
- Para baterias estacionárias de placas positivas tubulares: **$\eta_{Bat} = 86\%$** ;
- Para baterias de lítio (LFP): **$\eta_{Bat} = 98\%$**

11.2 Dimensionamento do Arranjo Fotovoltaico e Eficiência

Para o dimensionamento do arranjo FV deve ser considerado o controlador MPPT.

Dessa forma, o dimensionamento do arranjo fotovoltaico para SIGFIs e MIGDIs pode ser realizado conforme a equação abaixo:

$$Potência FV (W_p) = \frac{Consumo_{CA} (Wh/dia) \cdot STC (W/m^2)}{Irradiação \left(\frac{Wh}{m^2 \cdot dia} \right) \cdot PR}$$

Onde:

Consumo CA – consumo diário de referência

STC – Condições Padrões de Medição (*Standard Test Condition*). Corresponde a 1.000W/m² de irradiação solar (1.5AM) a uma temperatura de 25°C.

Irradiação – nível médio de irradiação solar global (*referente ao mês crítico*)

PR – Fator de Eficiência Conjunta do Sistema (*Performance Ratio*)

Este valor de eficiência inclui vários fatores de difícil estimação e alta variabilidade no tempo, como: tolerância sobre a potência nominal, alta temperatura, menor eficiência em baixas condições de radiação, eventual sombreamento, sedimentação de pó ou pequenas folhas nos painéis e envelhecimento dos painéis. (ELETROBRAS, 2021)

O valor adotado está descrito na tabela abaixo:

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 47 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

Tabela 13 – Valor Eficiência Arranjos FV

η_{Tr} (sugerido)	70%
------------------------	-----

Os valores adotados nas análises de referência Eletrobrás são: 95% para SIGFI e 90% para MIGDI

Tabela 14 – Valores NTR Eletrobrás

η_{Tr} (sugerido)	Para SIGFI: 95%
	Para MIGDI: 90%

Cálculo de Eficiência do Processo de Armazenamento e Conversão de Energia ($\eta_{CC/CC}$ ou $\eta_{CA/CA}$)

$$\eta_{CC/CC} = \eta_{Bat}(1 - F_{CD}) + F_{CD}$$

Onde:

η_{bat} – eficiência do banco de baterias

FCD - fator de consumo direto

Cálculo para Eficiência Total entre o consumo CC e o Consumo de CA ($\eta_{CC/CA}$)

$$\eta_{CC/CA} = \eta_{bat} + \eta_{IFR} + \eta_{Tr}$$

Onde:

η_{bat} – eficiência do banco de baterias

η_{IFR} – eficiência do inversor de bateria

η_{Tr} – eficiência nas transmissões

Sobre a **IRRADIAÇÃO SOLAR**, o valor pode ser obtido por meio do Programa SunData, cuja base de dados tem como fonte o Atlas Brasileiro de Energia Solar em sua 2ª edição (2017). O SunData é acessado por meio de pesquisa ao site do CRESESB (<http://www.cresesb.cepel.br/index.php#data>).

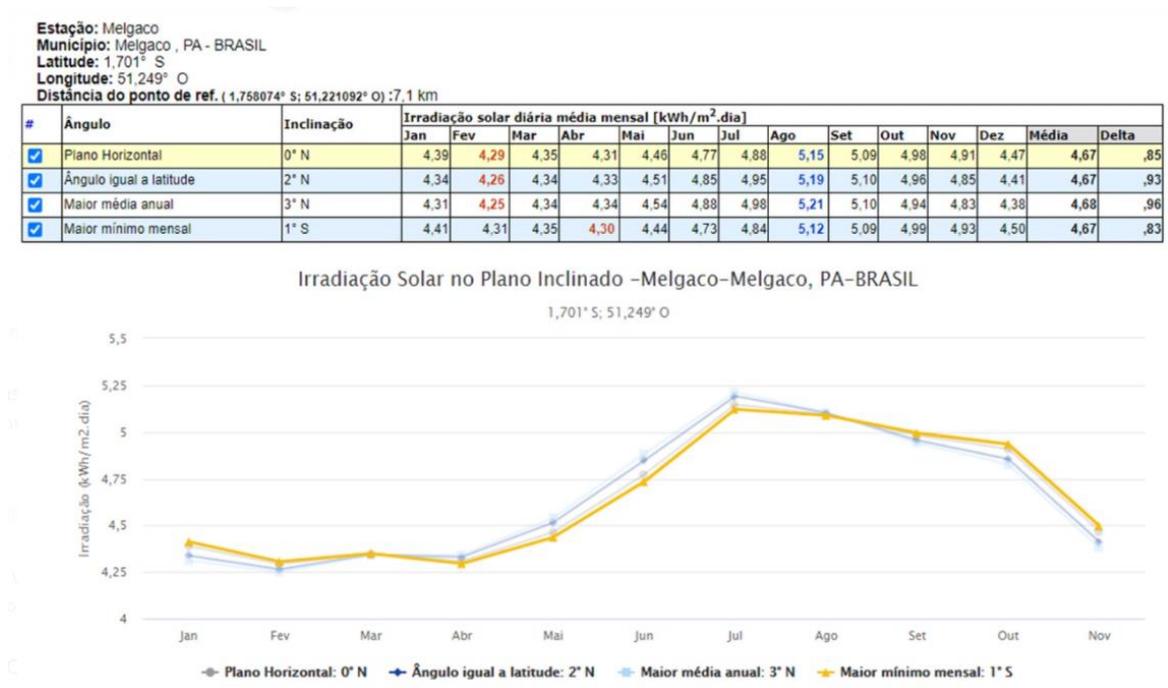
A adoção do valor da irradiação média do pior mês se motiva no fato de garantir que a disponibilidade mensal mínima calculada de energia seja entregue às unidades consumidoras durante todo o ano. No que se refere à montagem do arranjo FV, recomenda-se que estejam voltados para o hemisfério oposto (abaixo do Equador voltados para o Hemisfério Norte e acima do Equador voltados para o Hemisfério Sul) ao da instalação e inclinados no mínimo 10°, para evitar acúmulo de resíduos e permitir o escoamento da água. Também deve

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 48 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

ser evitada ao máximo a instalação em locais que acarretem sombreamento do arranjo FV ao longo do dia. (ELETROBRAS,2021)

Como pode ser verificado no exemplo abaixo:

Figura 13 – Exemplo simulação da Irradiação Solar



11.3 Dimensionamento do Controlador de carga ou Inversor Fotovoltaico e Eficiência

O dimensionamento do controlador de carga deve levar em conta os limites máximos do controlador, seja PWM ou MPPT, com relação à tensão CC do sistema e à corrente elétrica, tanto na entrada do painel FV quanto na saída para as baterias. [Pinho e Galdino, 2014].

A corrente máxima do controlador é considerada a corrente de curto-circuito do painel FV, multiplicada pelo número de módulos em paralelo, acrescida de um fator mínimo de segurança F_s .

$$I_C = F_s \times N^{\circ} \text{módulos e paralelo} \times I_{SC}$$

Deve ser observado na escolha do controlador a potência máxima do arranjo que está na especificação dos fabricantes para cada tensão CC do sistema.

O dimensionamento do inversor fotovoltaico (barramento CA) depende das características elétricas dos painéis fotovoltaicos selecionados para o projeto. Deve ter tensão contínua de operação determinada e máxima corrente que pode ser fornecida pelos módulos fotovoltaicos (corrente de curto-circuito).

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 49 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

Ao escolher o controlador deve ser levado em consideração a relação entre a tensão CC do sistema e a tensão CC do arranjo fotovoltaico ajustado para as temperaturas máximas e mínimas em que as células irão operar.

Deve ser consultado a compatibilidade do arranjo fotovoltaico com seus equipamentos e deve ser simulado a fim de verificar o melhor desempenho do sistema.

Sobre a eficiência, vale salientar que está expressa em datasheet como representado na tabela abaixo:

Tabela 15 – Eficiência do Controlador

η_{Tr} (sugerido)	70%
η_{Con}	Valor (%) expresso no datasheet do equipamento adotado como referência para o PO

11.4 Dimensionamento do Inversor de Bateria e Eficiência

Na seleção dos inversores, devem ser considerados exclusivamente equipamentos de alta eficiência ao longo de toda a faixa de operação e que tenham um autoconsumo baixo, já que este elemento pode ser fonte de grandes perdas elétricas e comprometer o correto funcionamento de todo o sistema. Cabe lembrar, também, que a tensão CC de entrada do inversor de bateria deve corresponder à tensão nominal do banco de baterias. (ELETROBRÁS, 2021).

Tabela 16 – Eficiência do Inversor

η_{Tr} (sugerido)	Valor (%) expresso no datasheet do equipamento adotado como referência para o PO
------------------------	--

12 INSTALAÇÃO

A instalação dos SIGFIs e MIGDIs devem seguir a configuração exposta no item obedecendo aos critérios técnicos estabelecidos.

As instalações devem seguir os seguintes critérios básicos de segurança:

- a) Utilização de equipamentos de proteção individual adequado para o trabalho realizado.
- b) Não possuir adornos nos braços, pescoço, mãos e pulsos.
- c) A área da instalação deve ter acesso restrito para pessoas autorizadas.

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 50 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

12.1 Módulos FV e estrutura de Fixação

- a) A instalação dos painéis deve ser em local ensolarado e sem sombras e a inclinação deve estar em acordo com a localidade.
- b) Não é permitido uma nova furação para os painéis fotovoltaicos, pois, os painéis já possuem furação fixa.
- c) É necessário manter espaço entre os painéis e a superfície de instalação.
- d) O distanciamento entre os módulos deve seguir a indicação do fabricante, evitando possíveis danos mecânicos causados pela dilatação dos módulos (PINHO, 2014);
- e) Caso seja necessário a limpeza dos painéis utilizar somente água e esponja/vassoura macia, sem aplicação de detergente.
- f) Os módulos devem ser fixados em suportes que sejam resistentes à corrosão, ao sol, ventos fortes e tempestades.
- g) Todos os elementos do suporte bem como materiais auxiliares para a fixação dos cabos, eletrodutos e similares devem utilizar de materiais resistentes à radiação UV e adequados para o tempo de vida útil esperado do sistema (NBR 16690, 2019)

12.2 Controlador de Carga

O controlador deve estar num local seco, protegido e com aberturas livres a fim de possibilitar a troca de ar.

Os parafusos devem estar bem firmes para evitar mau contato.

Antes da instalação do Controlador de Carga deve ser consultado atentamente o manual de instruções do produto.

12.3 Baterias

Deve estar em local seco, limpo e se estiver em armário deve possuir aberturas livres permitindo assim a troca de ar.

A distância para o controlador de carga deve ser a menor possível

Deve-se utilizar ferramentas adequadas, isoladas e secas para a montagem e manuseio das baterias (PINHO, 2014);

Na instalação deve-se prestar atenção nas polaridades das ligações, respeitando as instruções do fabricante.

Transportar, manusear e alocar as baterias seguindo sempre o manual disponibilizado pelo fabricante.

Os terminais de conexões deve seguir o disponibilizado no manual do fabricante

Para as conexões das baterias entre si deve ser feita a utilização dos condutores elétricos próprios e com menor comprimento possível.

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 51 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

12.4 Inversor

Deve ser alocado em armário e deve ser mantido seco, limpo e com as aberturas livres, permitindo assim as trocas de ar.

O inversor deve ter condutores elétricos próprios com espessura maior e com o menor tamanho possível

12.5 Componentes de Proteção dos Equipamentos

Os componentes de proteção devem ser instalados dentro de caixas de proteção com fixação por parafusos ou trilhos DIN. A classe de proteção deve ser de, no mínimo IP65.

12.6 Aterramento

Todas as partes metálicas do quadro devem ser devidamente conectadas à barra de aterramento, incluindo a estrutura de sustentação.

12.7 Cabos e Conexões

Deve-se respeitar a seção e qualidade recomendadas pelo projetista ou indicado nos catálogos dos equipamentos fornecidos pelos fabricantes (PINHO, 2014);

Os diferentes tipos de circuitos devem ser identificados por meio de etiquetas (NBR 16690);

Não se deve emendar ou soldar condutores de diferentes materiais para evitar pontos de corrosão devido à diferença de potencial eletroquímico (PINHO, 2014);

Todas as conexões e terminais devem ser bem apertados, evitando sobreaquecimento e perdas desnecessárias devido ao mau contato elétrico;

Os condutores CC e os CA devem ser segregados da mesma forma que os condutores para níveis de tensão diferentes (NBR 16690);

Se exposto ao tempo, o condutor deve ser resistente à radiação UV (NBR 16690)

Todos os condutores devem ser resistentes à água e retardadores de chama (NBR 16690);

Os cabos das séries fotovoltaicas devem ser protegidos contra danos mecânicos e presos para aliviar a tensão mecânica, evitando que o cabo se solte da conexão (NBR 16690);

Os condutores devem ser protegidos contra bordas cortantes ou perfurantes (NBR 16690);

Restringir o acesso à área de trabalho por pessoas não autorizadas (PINHO, 2014).

13 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

13.1 Atividades básicas de manutenção

- Inspeção visual; Limpeza dos módulos solares (painel solar);

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 52 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

- Análise visual do sistema (verificação de rachaduras ou quebra de módulos solares);
- Análise visual das caixas de junção e sistema de aterramento;
- Reaperto mecânico das estruturas e módulos solares;
- Verificação da continuidade dos fusíveis;
- Medição da potência de geração das caixas de junção (corrente e tensão);
- Verificação das medidas de corrente e tensão nos displays dos controladores de carga e inversores.

13.2 Condições Ambientais

- Não executar o trabalho de montagem, manutenção e inspeção dos equipamentos com tempo chuvoso e encoberto.

13.3 Aspectos de Segurança

- Evitar o imprevisto de ferramentas e materiais de trabalho;
- Seguir as recomendações de segurança de acordo com as normas da EQUATORIAL ENERGIA;
- Fazer uso dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI's: botas, luvas, isolantes, capacete e óculos).

13.4 Periodicidade das Atividades

Tabela 17 – Periodicidade de Manutenção

ATIVIDADE	PERÍODO
Inspeção Visual	No máximo 6 meses
Limpeza dos módulos solares	No máximo 6 meses
Análise visual caixa de junção e aterramento	No máximo 12 meses
Reaperto mecânico	No máximo 12 meses
Medição das caixas de junção (corrente e tensão)	No máximo 6 meses
Verificação displays controlador e inversor	No máximo 6 meses

O ANEXO I - RELATÓRIO DE COMISSONAMENTO é o formulário padrão para ser utilizado nas inspeções periódicas de manutenção do sistema de geração de energia fotovoltaica.

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 53 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

13.4.1 Inspeção Visual do Sistema

A cada 4 meses será necessária uma análise visual no sistema. Deverá ser verificado se há rachadura nas placas, se há amassados nos módulos ou estruturas, se a fiação se encontra devidamente amarrada e acomodada na caixa de junção. Verificações de possíveis fugas de terra.

13.4.2 Limpeza dos módulos solares

A limpeza dos módulos solares é fundamental para um bom desempenho do sistema, pois módulos empoeirados diminuem a captação de energia. Aconselhamos a limpeza dos módulos a cada 4 meses, mesmo em época de chuvas.

13.4.3 Reaperto Mecânico

Anualmente deverá ser feito um reaperto nos parafusos das estruturas de fixação e nos parafusos dos módulos solares.

13.4.4 Medições Elétricas do Sistema

A cada 8 meses deverá ser feito uma rotina de medições conforme plano de manutenção. Estas medições deverão ser comparadas com as medições realizadas na instalação do sistema a fim de seja monitorado o desempenho do sistema. Quaisquer alterações nos valores das medições deverão ser anotadas no formulário padrão de inspeção periódica ANEXO I para que as devidas ações corretivas sejam tomadas.

13.4.5 Sinalização dos Controladores e Inversores

Os controladores e inversores possuem displays que indicam seu estado de funcionamento atual abaixo, lista de funções que estão disponíveis do display e que poderão ser verificadas.

13.5 Documentação

Deve ser consultado o Manual de Operação e Manutenção Aplicado

13.6 Descrição Resumida das Atividades

Ao chegar à localidade o funcionário deverá seguir a seguinte sequência de atividades:

- a) Verificar as condições de geração do sistema nos displays dos inversores;
- b) Verificar as condições de geração dos controladores de carga;
- c) Verificar o estado de carga das baterias (deverá estar maior que 40%);
- d) Verificar estrutura de fixação dos módulos solares, ver caixas de junção dos módulos solares, fazer a verificação mecânica dos parafusos;
- e) Realizar a limpeza dos módulos solares;

13.7 Duração das Atividades

A duração das atividades é de 1,5 horas

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 54 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

13.8 Inspeções Finais

Ao final da atividade de manutenção o funcionário deverá estar ciente que o sistema está em plena condição de geração de energia e que o banco de baterias está com as condições de carga de acordo com a capacidade do sistema.

O funcionário deverá anotar os valores de tensão e corrente dos arranjos fotovoltaicos e a tensão do banco de baterias.

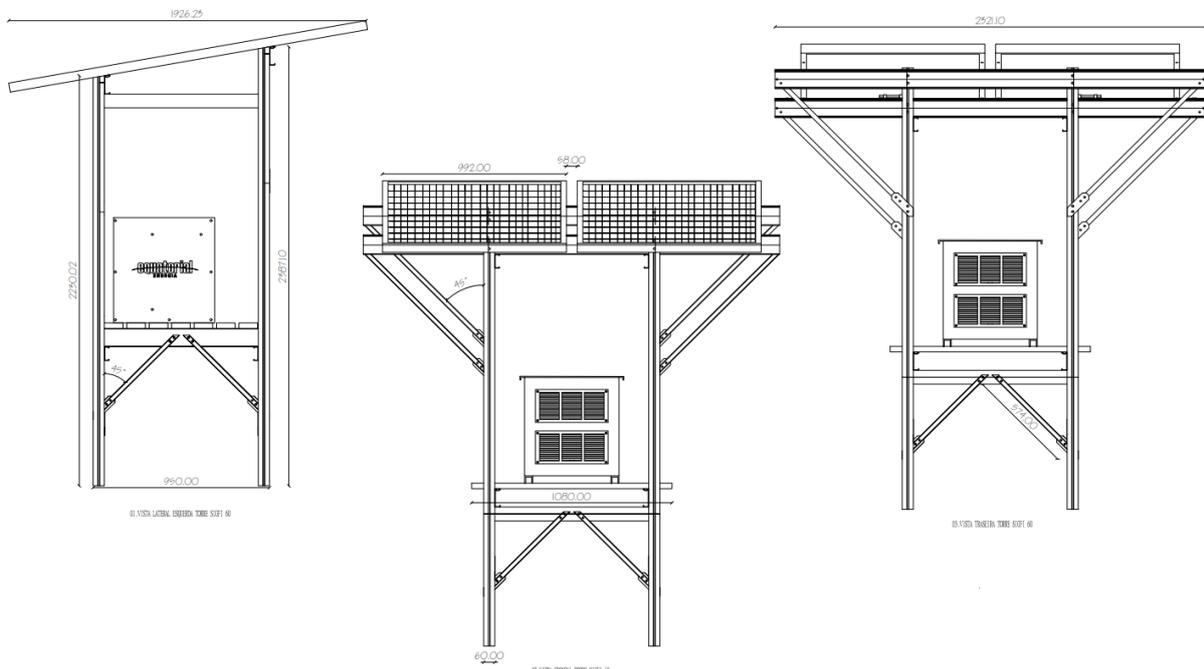
14 ENSAIOS

Os ensaios solicitados estão descritos no *ANEXO II - PIT- ENSAIOS*

15 DESENHOS

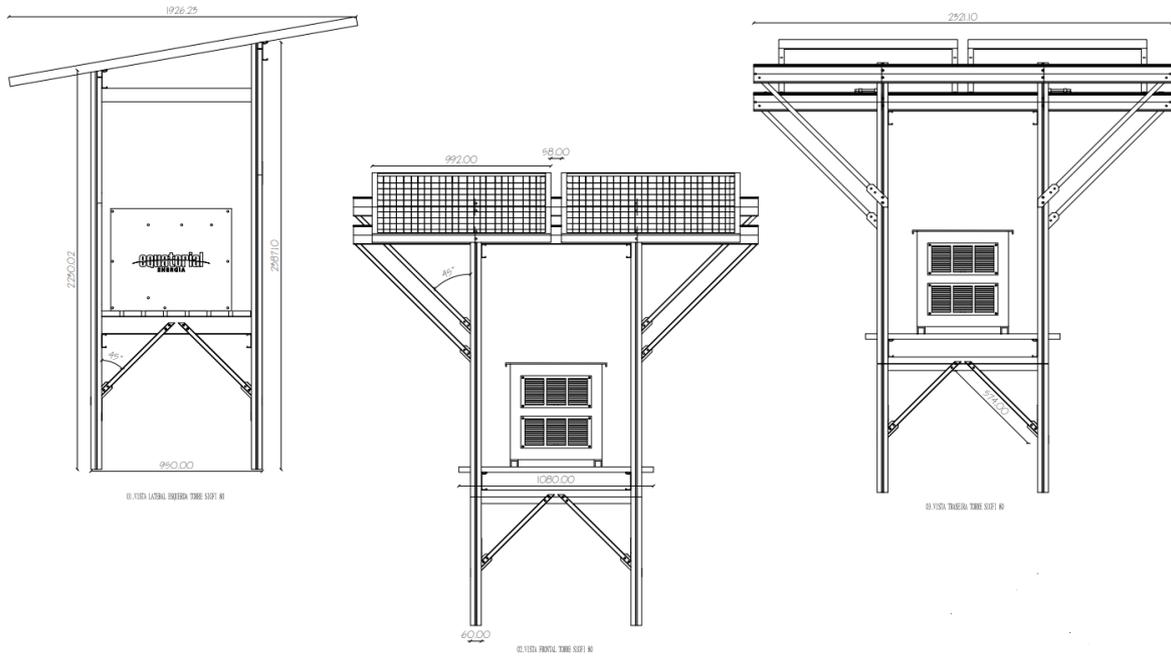
DESENHO I - ESTRUTURA DE SUSTENTAÇÃO – TORRE SIGFI

- SIGFI 60

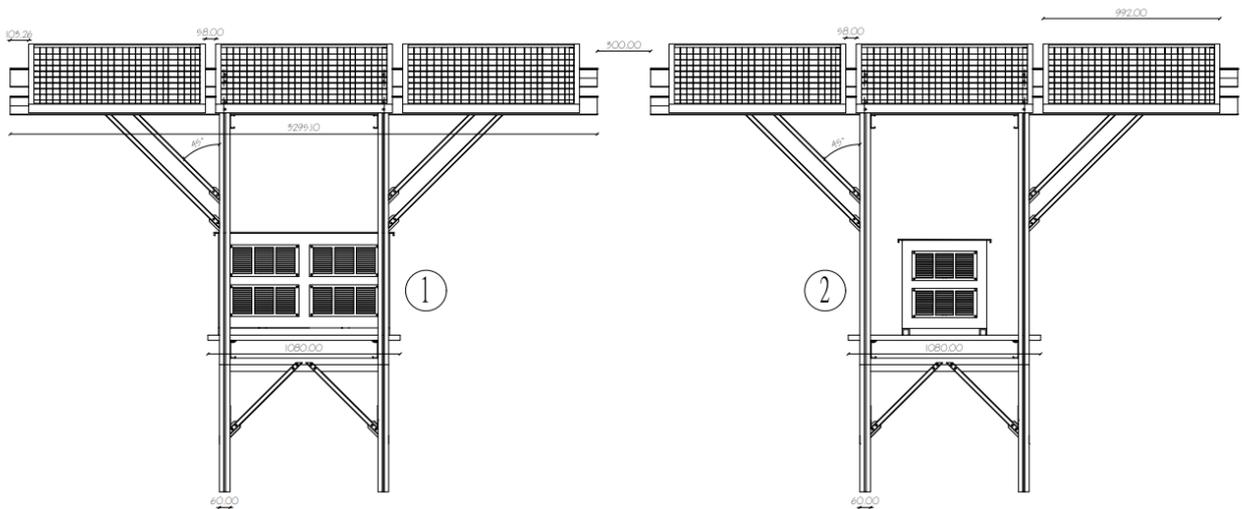


	<p align="center">NORMA TÉCNICA</p>	<p align="center">Homologado em: 01/04/2022</p>	<p align="center">Página: 55 de 74</p>
<p>Título: MIGDI e SIGFI</p>		<p align="center">Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade</p>	<p align="center">Revisão: 00</p>

- SIGFI 80

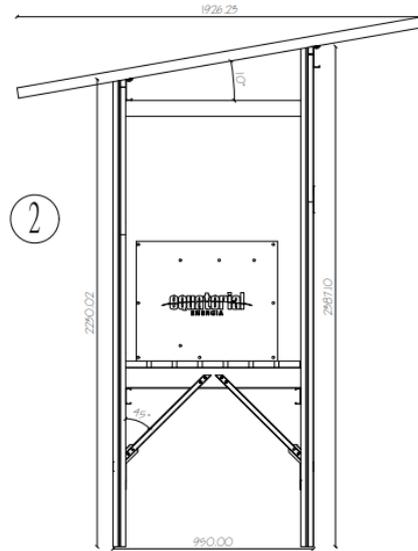


- SIGFI 180

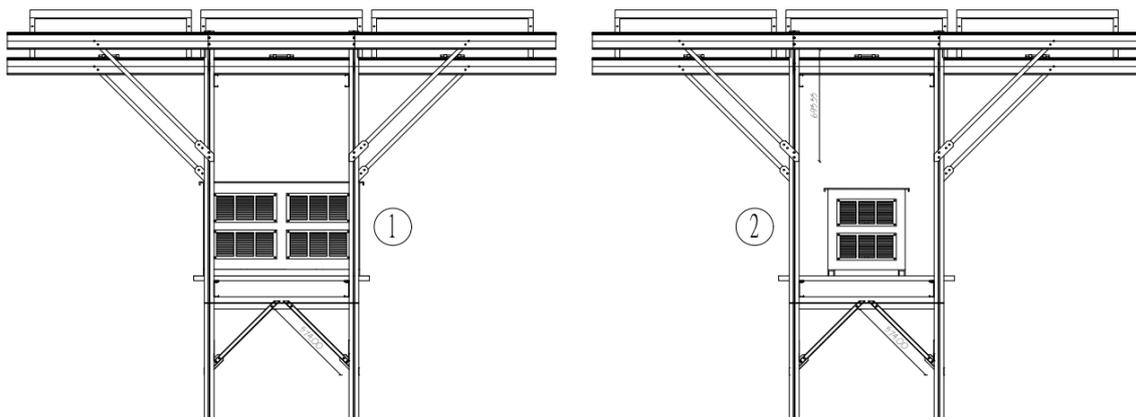


02.VISTA FRONTAL TORRE 1 e 2 SIGFI 180 - (TORRE COM SISTEMA ELÉTRICO E BANCO DE BATERIAS, RESPECTIVAMENTE)

	<p align="center">NORMA TÉCNICA</p>	<p align="center">Homologado em: 01/04/2022</p>	<p align="center">Página: 56 de 74</p>
<p>Título: MIGDI e SIGFI</p>		<p align="center">Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade</p>	<p align="center">Revisão: 00</p>



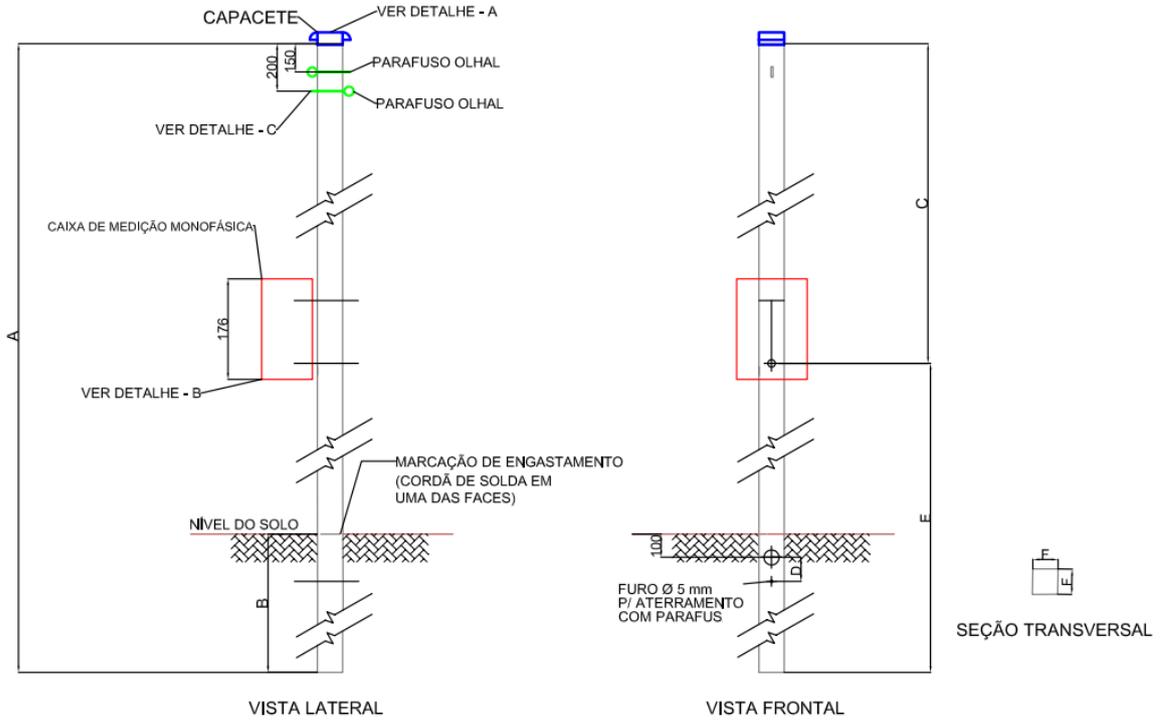
01. VISTA LATERAL ESQUERDA TORRES SIGFI 180



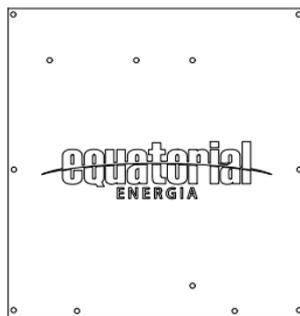
03. VISTA TRASEIRA TORRE 1 e 2 SIGFI 180 - (TORRE COM SISTEMA ELÉTRICO E BANCO DE BATERIAS, RESPECTIVAMENTE)

	<p align="center">NORMA TÉCNICA</p>	<p align="center">Homologado em: 01/04/2022</p>	<p align="center">Página: 57 de 74</p>
<p>Título: MIGDI e SIGFI</p>		<p align="center">Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade</p>	<p align="center">Revisão: 00</p>

DESENHO II - POSTE AUXILIAR DE AÇO GALVANIZADO

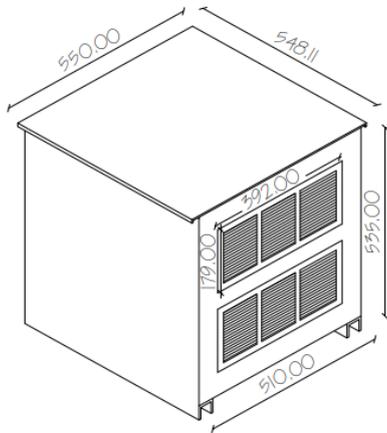


DESENHO III - CAIXA FIBRA DE VIDRO SIGFI 60

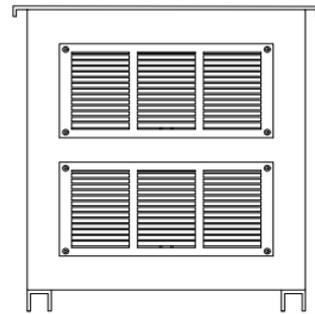


03.VISTA LATERAL CAIXA SIGFI 60

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 58 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

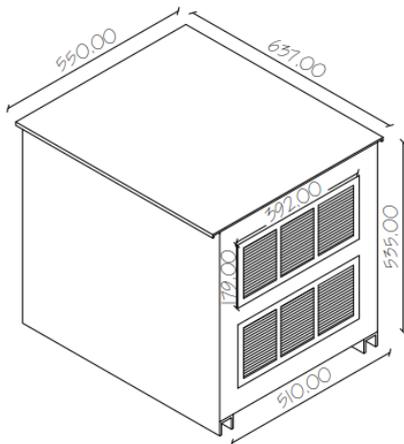


01.VISTA ISOMÉTRICA CAIXA SIGFI 60

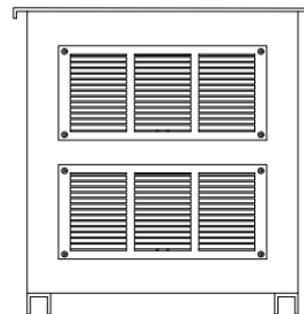


02.VISTA FRONTAL E TRASEIRA CAIXA SIGFI 60

DESENHO IV - CAIXA FIBRA DE VIDRO SIGFI 80

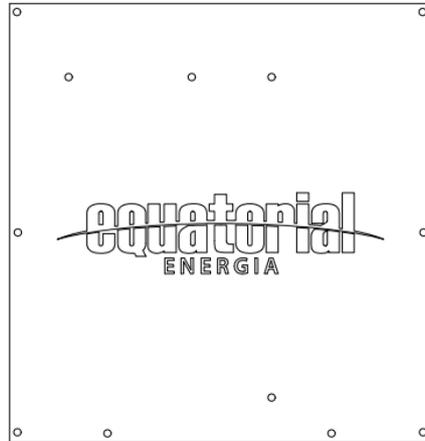


01.VISTA ISOMÉTRICA CAIXA SIGFI 80



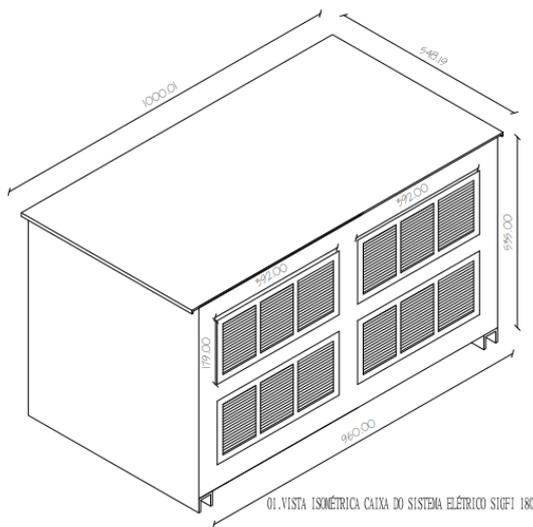
02.VISTA FRONTAL E TRASEIRA CAIXA SIGFI 80

	<p align="center">NORMA TÉCNICA</p>	<p align="center">Homologado em: 01/04/2022</p>	<p align="center">Página: 59 de 74</p>
<p>Título: MIGDI e SIGFI</p>		<p align="center">Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade</p>	<p align="center">Revisão: 00</p>

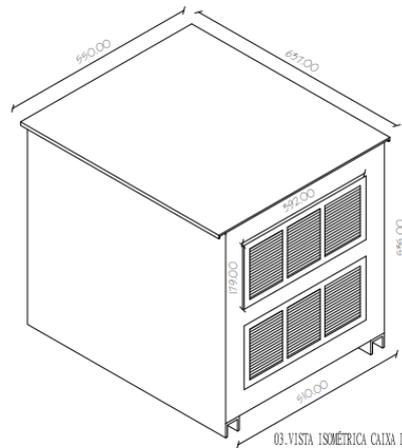


03.VISTA LATERAL CAIXA SIGFI 60

DESENHO V - CAIXA FIBRA DE VIDRO SIGFI 180

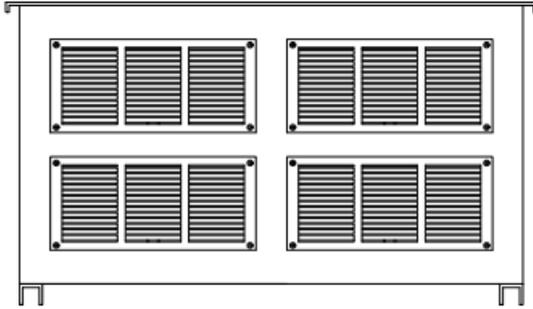


01.VISTA ISOMÉTRICA CAIXA DO SISTEMA ELÉTRICO SIGFI 180

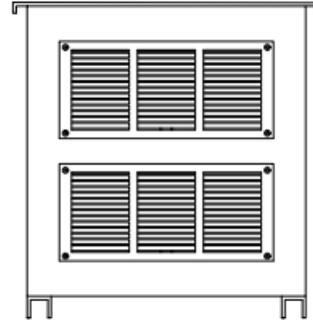


03.VISTA ISOMÉTRICA CAIXA DO BANCO DE BATERIAS SIGFI 180

<p>GRUPO Equatorial ENERGIA</p>	<p>NORMA TÉCNICA</p>	<p>Homologado em: 01/04/2022</p>	<p>Página: 60 de 74</p>
<p>Título: MIGDI e SIGFI</p>		<p>Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade</p>	<p>Revisão: 00</p>



02.VISTA FRONTAL E TRASEIRA CAIXA DO SISTEMA ELÉTRICO SIGFI 180



04.VISTA FRONTAL E TRASEIRA CAIXA DO BANCO DE BATERIAS SIGFI 180

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 61 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

16 ANEXOS

ANEXO I - RELATÓRIO DE COMISSONAMENTO

 ANEXO I - RELATÓRIO DE COMISSONAMENTO 									
USUÁRIO						RG:			
Local:						Data:			
MÓDULOS FV			CONTROLADOR DE CARGA			B A T E R I A			
INSPEÇÃO VISUAL	C	NC	INSPEÇÃO VISUAL	C	NC	INSPEÇÃO VISUAL	C		
Integridade física			Integridade física			Integridade física			
Limpeza			Polaridade ligação			Nível eletrólito			
Fixação			Terminais cabos			Interligações			
Conectores			Display mostra SOC			Proteção polos (graxa)			
Cabeamento			INSTALAÇÃO ELÉTRICA			Isolamento polos (capa)			
Polaridade ligação			INSPEÇÃO VISUAL	C	NC	Polaridade ligação			
Aterramento			Fixação cabos/infra			MEDIÇÃO PARÂMETROS	QT		
MEDIÇÃO PARÂMETROS	QT	UN.	Fixação ramal ligação			Torque interligações			
Tensão circuito aberto		V	Conexões			Tensão vazio			
Tensão operação		V	Lâmpadas liga/desliga			DENSIDADE	C		
Corrente carga		A	Operação on/off dj ca			Densidade elemento 1			
INVERSOR			Operação on/off dj bat			Densidade elemento 2			
INSPEÇÃO VISUAL	C	NC	Operação on/off dj mód			Densidade elemento 3			
Integridade física			Operação on/off inv			Densidade elemento 4			
Polaridade ligação			Aterramento estrutural			Densidade elemento 5			
Ligação CA (plug)			Conexão haste - coluna			Densidade elemento 6			
Aterramento			Profundidade haste			Densidade elemento 7			
MEDIÇÃO PARÂMETROS	QT	UN.	Conector haste			Densidade elemento 8			
Tensão saída		V	MEDIÇÃO PARÂMETROS	QT	UN.	Densidade elemento 9			
Corrente sob cargas		A	Tensão tomada 1		V	Densidade elemento 10			
INSTALAÇÃO MECÂNICA			Tensão tomada 2		V	Densidade elemento 11			
INSPEÇÃO VISUAL	C	NC	Tensão tomada 3		V	Densidade elemento 12			
Integridade física estrut.			OUTROS	C	NC		C		
Integridade física caixa			Treinamento usuario			Cartilha SIGFI entregue			

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 62 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

MEDIÇÃO PARÂMETROS	QT	UN.	AVALIAÇÃO GERAL SISTEMA	C
Profundidade estaca Nível (horiz.)		m °	Operação de todos os equipamentos que compõe o SIGFI e funcionalidade plena como conjunto	

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 63 de 74
		Título: MIGDI e SIGFI	Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade

ANEXO II – PIT – ENSAIOS - EQUIPAMENTOS

 PLANO DE INSPEÇÃO E TESTE - PIT - EQUIPAMENTOS											
Fabricante:						Nº Pedido:					
Modelo:						Código Equatorial:					
Nº Série:						Quantidade:					
ITEM	TIPO DO ENSAIO	DESCRIÇÃO DO ENSAIO	INSTRUÇÃO E PROCEDIMENTOS	PERCENTUAL DE AMOSTRA	DETALHES			LOCAL / DATA	QUANTIDADE INSPECIONADA	QUANTIDADE APROVADA	OBSERVAÇÃO DOS ENSAIOS
					1	2	3				
MODULO FV											
		Isolamento Elétrico	IEC 61215 - Item 10.2								
		Resistência de Isolamento em Condições de Umidade	IEC 61215 - Item 10.2								
CONTROLADORES DE CARGA											
		Queda de Tensão	INMETRO nº 004/2011 (CONDIÇÕES NORMAIS)								
		Tensão de desconexão e reposição do painel fotovoltaico e compensação por temperatura;	INMETRO nº 004/2011 (CONDIÇÕES NORMAIS)								
		Tensão de desconexão e reposição das cargas;	INMETRO nº 004/2011 (CONDIÇÕES NORMAIS)								
		Autoconsumo	INMETRO nº 004/2011 (CONDIÇÕES NORMAIS)								
		Proteção contra sobretensões na entrada do painel fotovoltaico;	INMETRO nº 004/2011 (CONDIÇÕES EXTREMAS)								
		Proteção contra inversão de polaridade na conexão do painel fotovoltaico;	INMETRO nº 004/2011 (CONDIÇÕES EXTREMAS)								
		Proteção contra inversão de polaridade na conexão do acumulador;	INMETRO nº 004/2011 (CONDIÇÕES EXTREMAS)								
		Proteção contra inversão na sequência da conexão bateria-módulo;	INMETRO nº 004/2011 (CONDIÇÕES EXTREMAS)								
		Proteção contra curto-circuito na saída para carga.	INMETRO nº 004/2011 (CONDIÇÕES EXTREMAS)								
		Proteção contra curto-circuito na saída para carga.	INMETRO nº 004/2011 (CONDIÇÕES EXTREMAS)								
INVERSORES											
		Autoconsumo (condições normais)	INMETRO nº 004/2011								
		Eficiência (condições normais)	INMETRO nº 004/2011								
		Distorção harmônica (condições normais)	INMETRO nº 004/2011								
		Regulação da tensão e frequência (condições normais)	INMETRO nº 004/2011								
		Sobrecarga (condições normais)	INMETRO nº 004/2011								
		Proteção contra inversão de polaridade (condições extremas)	INMETRO nº 004/2011								
		Proteção contra curto-circuito na saída (condições extremas)	INMETRO nº 004/2011								
		Eficiência (condições extremas)	INMETRO nº 004/2011								
		Distorção harmônica (condições extremas)	INMETRO nº 004/2011								
		Regulação da tensão e frequência em ambiente a 40°C.	INMETRO nº 004/2011								
BATERIAS											
		Ensaio de Capacidade Nominal	NBR 16767/2019								
		Retenção de carga (autodescarga) e recuperação da capacidade;	NBR 16767/2019								
		Durabilidade	NBR 16767/2019								
		Tipo da Inspeção									
		Local de Inspeção F = Fabrica L = Laboratório Terceirizado S = Subfornecedor A = Almoxarifado Equatorial (*) = Não Aplicável	Inspeção P = Na presença do Inspetor da Equatorial F = Sem a presença do Inspetor (*) = Não Aplicável								Emissão de Certificado ou Relatório de Ensaio C = Entrega para Registro ¹ E = Exame / Análise ² (*) = Não Aplicável

¹ Os certificados/relatórios de ensaio devem ser entregues ao inspetor Equatorial devidamente preenchidos, identificados com o nome/tipo e número de série dos equipamentos ensaiados e assinados pelo(s) responsável(is) pela(s) área(s) de testes.

² Não é necessário fornecer uma cópia dos certificados/relatórios, somente apresentar o documento para análise do inspetor Equatorial.

- Os equipamentos de medições utilizados na inspeção deverão estar aferidos e calibrados por órgãos reconhecidos e os certificados apresentados no início da inspeção.

- Os procedimentos de cada ensaio e valores de referência deverão seguir a especificação técnica e normas aplicáveis

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 64 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

ANEXO III – CÓDIGOS E DESCRIÇÃO BREVE

CÓDIGO	DESCRIÇÃO BREVE
-	Inversor cor eletn 1000W 127 Vac
-	Inversor CC/CA 1250W 127 Vac
-	Inversor CC/CA 2500W 127 Vac
-	Controlador Carg Pain Solar 48v 20 A
-	Controlador Carg Pain Solar 48v 30 A
-	Painel fotovoltaico monocristalino 530 Wp
-	Painel fotovoltaico monocristalino 405 Wp
-	Painel fotovoltaico monocristalino 310 Wp
-	Banco de baterias de Lítio LFP de 48V
-	Banco de baterias de Lítio LFP de 48V 100 Ah
-	Banco de baterias de Lítio LFP de 48V 150 Ah

	NORMA TÉCNICA	Homologado em: 01/04/2022	Página: 65 de 74
Título: MIGDI e SIGFI		Código: NT.043.EQTL.Normas e Qualidade	Revisão: 00

17 CONTROLE DE REVISÕES

REV	DATA	ITEM	DESCRIÇÃO DA MODIFICAÇÃO	RESPONSÁVEL
00	02/2022	-	Emissão Inicial	Elis Dayane Lima

18 APROVAÇÃO

ELABORADOR(ES) / REVISOR(ES)

Elis Dayane Lima - Gerência Corporativa de Normas e Qualidade

Giorgiana Freitas Pereira - Gerência de Geração (PA)

Geraldo Mendes da Silva Neto – Gerência de Geração (PA)

João Victor Pavão de Souza - Gerência de Geração (PA)

COLABORADOR(ES)

Adriane Barbosa de Brito - Gerência Corporativa de Normas e Qualidade

Felipe Augusto Torres - Gerência Corporativa de Normas e Qualidade

Renan Accioly – Gerência Corporativa de Obra e Universalização

Alexandre Baldini - Gerência Corporativa de Obra e Universalização

José Edilson Barreto – Geração de Energia (PA)

APROVADOR(ES)

Carlos Henrique da Silva Vieira – Gerência Corporativa de Normas e Qualidade

SIGFI E MIGDI

GRUPO
equatorial
ENERGIA

