

NT- 6.012

Requisitos Mínimos para Interligação de Microgeração e Minigeração Distribuída com a Rede de Distribuição da AES Eletropaulo com Paralelismo Permanente Através do Uso de Inversores - Consumidores de Média e de Baixa Tensão

Norma Técnica

DIRETORIA DE ENGENHARIA E SERVIÇOS

DIRETORIA DE OPERAÇÕES E PLANEJAMENTO

Gerência de Engenharia de Distribuição

Gerência de Planejamento do Sistema

ELABORADO POR:	Elio Vicentini – Gerência de Planejamento do Sistema Erminio César Belvedere – Gerência de Engenharia de Distribuição
COLABORADORES:	Marcio Silva - Gerência de Engenharia de Distribuição Charles Rodrigues - Gerência de Engenharia de Distribuição Valdivino Carvalho - Gerência de Engenharia de Distribuição Rafael A.Albassetti Putti - Gerência de Engenharia de Distribuição
APROVAÇÃO:	Gerson Islai Pimentel – Gerente de Engenharia de Distribuição Sérgio Basso – Gerente de Planejamento do Sistema
DATA:	<i>DEZEMBRO/2012</i>

FOLHA DE CONTROLE DE PUBLICAÇÕES

NT-6.012 – NOTA TÉCNICA

REVISÃO	DATA	ITENS	ELABORAÇÃO	COLABORADORES
1	27/12/2012	Objetivo, comentários, proteção e fator de potência.	Elio Vicentini e Erminio Cesar Belvedere	Charles Rodrigues, Valdivino Carvalho

ÍNDICE

	PÁG.
1. OBJETIVO	4
2. COMENTÁRIOS	4
3. REQUISITOS TÉCNICOS	5
4. PROTEÇÃO	9
5. INSPEÇÕES E TESTES	10
6. DIAGRAMAS UNIFILARES	11
7. SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA	15
8. REQUISITOS DE OPERAÇÃO	16
9. MODELO DO “TERMO DE RESPONSABILIDADE”	20

1. OBJETIVO

Esta Nota Técnica tem por objetivo, fornecer as diretrizes básicas para elaboração de projeto necessário à interligação entre a rede de distribuição da AES Eletropaulo e sistemas microgeração e minigeração distribuída que utilizam inversores, com paralelismo permanente, visando os aspectos de proteção, operação e segurança, de forma a atender a Resolução Normativa nº 482/12 de 17 de abril de 2012 e a Resolução Normativa nº 517, de 11 de dezembro de 2012 da ANEEL.

2. COMENTÁRIOS

Todos os consumidores estabelecidos na área de concessão da AES Eletropaulo, independentes da classe de tensão de fornecimento, devem comunicar por escrito, a eventual utilização ou instalação de grupos geradores de energia em sua unidade consumidora. A utilização dos mesmos está condicionada à análise de projeto, viabilidade e compatibilidade de sistema, inspeção, teste e liberação para funcionamento por parte desta Distribuidora.

O atendimento de conexão de micro e minigeração deverão seguir os requisitos contidos nas resoluções ANEEL nº482/2012 e nº 517/2012, e no Módulo 3 (Acesso ao Sistema de Distribuição) dos Procedimentos de Rede – PRODIST.

As etapas de consulta e informação de acesso, para minigerações, e informação de acesso, para microgerações, seguidos da assinatura dos respectivos contratos e acordos operativos, no que couber, devem ser seguidos.

Após a liberação não devem ser executadas quaisquer alterações no sistema de interligação de minigerador ou microgerador particular com a rede da AES Eletropaulo. Alterações devem ser submetidas a nova apreciação técnica para análise, inspeção, teste e liberação por parte desta Distribuidora.

Os custos de adequação da capacidade da rede elétrica bem como a diferença de custo entre o medidor convencional e o adequado para a instalação com a mini ou microgeração será de responsabilidade do cliente.

3. REQUISITOS TÉCNICOS

Esta Nota Técnica visa à segurança, proteção, qualidade de fornecimento e a operação do sistema elétrico da AES Eletropaulo.

Considera-se nesta Nota Técnica como rede de distribuição, toda e qualquer parte do sistema elétrico da AES Eletropaulo que opera nas tensões de distribuição de Baixa Tensão (115 V a 440 V) e Média Tensão (3,8 kV a 34,5 kV).

Para a conexão de geração distribuída em baixa tensão, o número de fases deve obedecer a seguinte tabela:

Potência instalada	Forma de conexão
≤ 20 kW	Monofásico, bifásico ou trifásico
> 20 kW	Trifásico

A AES Eletropaulo só permite o paralelismo permanente de micro ou minigerador do consumidor com a rede desde que não resulte em problemas técnicos e de segurança para o sistema desta Distribuidora, bem como para outros consumidores em geral. O projeto deve ser submetido à análise prévia da AES Eletropaulo, que verificará a possibilidade do paralelismo, podendo, quando necessário, por meio de notificação, solicitar a instalação de novos equipamentos para aumentar a confiabilidade do sistema de interface entre a rede da Distribuidora e a geração do cliente.

Para os clientes atendidos na área do “Sistema Subterrâneo Reticulado”, informamos que por razões de inviabilidade técnica e por características do sistema, o paralelismo permanente da rede com qualquer tipo de geração distribuída **não será permitido**. Esclarecemos que para estes clientes, caso haja interesse na implantação da geração, será feita a mudança para o sistema seletivo ou para o sistema híbrido, dependendo da análise da Distribuidora, sendo que todos os custos correrão por conta do interessado.

Todos os equipamentos específicos para instalação do sistema de paralelismo devem atender aos requisitos mínimos contidos nesta Nota Técnica, reservando-nos o direito de solicitar a substituição e/ou inclusão de novos equipamentos.

É de responsabilidade do consumidor a proteção de seus equipamentos, razão pela qual esta Distribuidora não se responsabilizará por algum eventual dano que possa ocorrer em seu (s) gerador (es) ou qualquer outra parte do seu sistema elétrico, devido a defeitos, surtos, etc, conforme artigo nº 164 da Resolução ANEEL nº414/2010.

Somente será permitido o paralelismo permanente de geração com inversores certificados pelo **INMETRO**.

Em consumidores de média tensão aonde houver a conexão da geração, os transformadores de força utilizados na instalação devem ser conectados em triângulo no lado de A.T. e em estrela aterrado no lado de B.T.

Não há restrição de tempo de permanência do paralelismo, porém, para consumidores em média tensão será considerada em questão contratual, a disponibilidade de reserva de energia, a qual será tributada conforme leis vigentes.

Casos não previstos nesta instrução devem ser analisados de modo específico por parte do corpo técnico da AES Eletropaulo.

O projeto destinado à conexão de microgeração e minigeração distribuída que será provida de sistema de paralelismo permanente em qualquer tipo de instalação (nova ou existente) em baixa ou média tensão deve conter, além do solicitado no Livro de Instruções Gerais MT ou BT, os seguintes dados:

- Diagrama unifilar das instalações;
- Diagrama funcional do sistema de paralelismo;
- Características dos TP's, TC's onde aplicáveis e disjuntores que fazem parte do sistema de paralelismo;
- Memorial Descritivo;
- Dados da geração:
 - Potência;
 - Desenho do projeto de instalação;
 - Desenho de localização da instalação da geração e recinto de painéis;

- Comprovante de certificação do inversor pelo INMETRO;
- Termo de Responsabilidade conforme modelo existente no final desta Nota Técnica, com firma reconhecida;
- Apresentar ART referente ao projeto e execução;
- Ajustes de tensão, controle de fator de potência, frequência, religamento do inversor.

Nota: A apresentação da guia da ART – Anotação de Responsabilidade Técnica é dispensável quando a potência da geração a ser instalada for inferior a 20 kW.

A geração do consumidor poderá assumir totalmente ou parcialmente a carga da instalação, bem como realizar exportação para a rede desta Distribuidora. É do acessante a responsabilidade civil e criminal da ocorrência eventual de qualquer acidente decorrente da interligação indevida intencional ou acidental da geração de sua propriedade com o sistema distribuidor desta Distribuidora.

A fim de obter uma proteção e seletividade adequada, somente serão permitidas conexões de geração com paralelismo permanente com a rede desta Distribuidora em instalações que forem projetadas de acordo com requisitos desta Nota Técnica e com inversores certificados pelo INMETRO.

A potência de exportação de energia para a rede de baixa tensão é limitada pela capacidade da entrada de energia do cliente (caixa de entrada, cabos e dispositivos de proteção). Nos casos onde a potência de exportação seja maior do que a capacidade da entrada de energia, esta deve ser adequada para atender a exportação. O limite máximo de exportação para a rede de baixa tensão é de **75 kW**.

Conforme a NBR-5410/97, o disjuntor de entrada do cliente de baixa tensão deve possuir dispositivo de proteção residual (DR). Não serão aceitas conexões em instalações que não contenham este dispositivo.

Implantação de geração com potência de exportação acima de 75 kW, em rede de distribuição aérea ou subterrânea, será efetuada apenas em instalações de média tensão (MT).

Para os casos onde, a critério da Distribuidora, a instalação que possui carga instalada até **225 kW** e é atendida em baixa tensão, a conexão de microgeração poderá ser realizada conforme o desenho correspondente a clientes de baixa tensão constante nesta

Nota Técnica, observando o limite da capacidade da entrada de energia. Nos casos de atendimento de minigeração para esses tipos de instalações, os interessados deverão comunicar esta Distribuidora sobre a pretensão da conexão (Comunicação de Acesso), que analisará e encaminhará informações para o procedimento específico.

No atendimento de minigeração em instalações de média tensão será instalado por esta Distribuidora, no caso de rede aérea, um religador automático telecomandado. No caso de rede subterrânea, uma chave seccionadora submersível, abrigada ou em pedestal, no ponto de entrega ou em outro ponto estratégico do circuito de distribuição que alimenta a unidade consumidora, para possibilitar o total isolamento deste consumidor do alimentador da Distribuidora, em qualquer oportunidade que se fizer necessária. A operação desses equipamentos ficará sob a responsabilidade da Central de Operações da AES Eletropaulo.

Notas:

- 1) Os custos de aquisição e instalação de equipamentos como religador automático, chaves subterrâneas e sistema de telecomunicação, bem como adequações na rede da Distribuidora, serão de responsabilidade do consumidor.
- 2) A instalação do religador automático ou chaves subterrâneas fora do ponto de entrega, em hipótese alguma se configura como serviço fora do ponto de conexão.

No atendimento de microgeração em instalações de média tensão não será previsto dispositivo de seccionamento telecomandado na entrada de energia.

A AES Eletropaulo não se responsabilizará por mudanças que tenham que ser efetuadas em instalações que foram executadas sem a apreciação prévia do projeto da referida instalação.

Os quadros e painéis de comando do sistema de paralelismo devem ser instalados preferencialmente em local abrigado.

Nos clientes de baixa tensão deve ser instalada uma caixa de acoplamento, com grau de proteção IP-44, após a medição e será composta pelos seguintes equipamentos e conforme o diagrama unifilar pertinente constante no item 6 desta Nota Técnica.

A caixa de acoplamento deve ser instalada junto à caixa de medição ou até em uma distância máxima de 3 m, em local de fácil acesso e no mesmo recinto. A caixa de acoplamento deve possuir dispositivo para abertura e fechamento rápidos.

O Dispositivo de Seccionamento Visível – DSV é um dispositivo que deverá ter a capacidade de condução e abertura compatível com as características elétricas da unidade e destina-se a isolar instalação do sistema elétrico da Distribuidora de maneira visível para qualquer agente operador.

A liberação do funcionamento da geração pela AES Eletropaulo limita-se, exclusivamente, ao que se refere à conexão elétrica, cabendo ao interessado obter as licenças de funcionamento junto aos demais órgãos públicos, tais como Ambientais, CETESB, Corpo de Bombeiros, Prefeituras, etc.

4. PROTEÇÃO

A capacidade de curto-circuito em qualquer parte da rede de distribuição, não poderá ultrapassar o valor de 8 kA na média tensão e de 35 kA na baixa tensão, no intervalo de tempo em que a rede e o gerador do consumidor operarem em paralelo.

Na ocorrência de uma falta na rede da AES Eletropaulo durante a operação de paralelismo, o sistema de geração deve desligar-se através do inversor e isolar a geração da rede no máximo em 2 segundos.

O inversor deve garantir o sincronismo da geração com a rede e evitar conexões indevidas. Em hipótese nenhuma será permitido o **ilhamento** de geradores conectados ao sistema elétrico da AES Eletropaulo.

Após uma sequência de operações dos dispositivos de proteção desta Distribuidora, que promoveram a desconexão da geração, o religamento do alimentador obtiver sucesso, a reconexão da geração deverá aguardar um período de 180 segundos.

O sistema de geração também deve suportar religamento automático da rede antes de sua desconexão em situação de oposição de fases.

Devem ser apresentados os ajustes da faixa de tensão de trabalho, controle de fator de potência, frequência e religamento do inversor na apresentação do projeto pelo cliente.

Não será permitido em hipótese alguma ao consumidor, energizar a rede da AES Eletropaulo (baixa ou média tensão) que estiver fora de operação, cabendo ao consumidor total responsabilidade (civil e criminal) caso esse fato venha a acontecer, não cabendo, portanto, a AES Eletropaulo, nenhuma responsabilidade por eventuais danos materiais e humanos. Assim, é imprescindível que o sistema de geração possua dispositivos que operem corretamente, quando a rede da AES Eletropaulo estiver desenergizada.

5. INSPEÇÕES E TESTES

Devem ser apresentados os laudos de aferição, calibração e ensaios das proteções e demais comandos do sistema de geração, antes da inspeção do referido sistema, para comparar os resultados obtidos com os valores de ajustes propostos.

A execução física do sistema deve obedecer fielmente ao projeto analisado, sendo a instalação recusada caso ocorra discrepâncias.

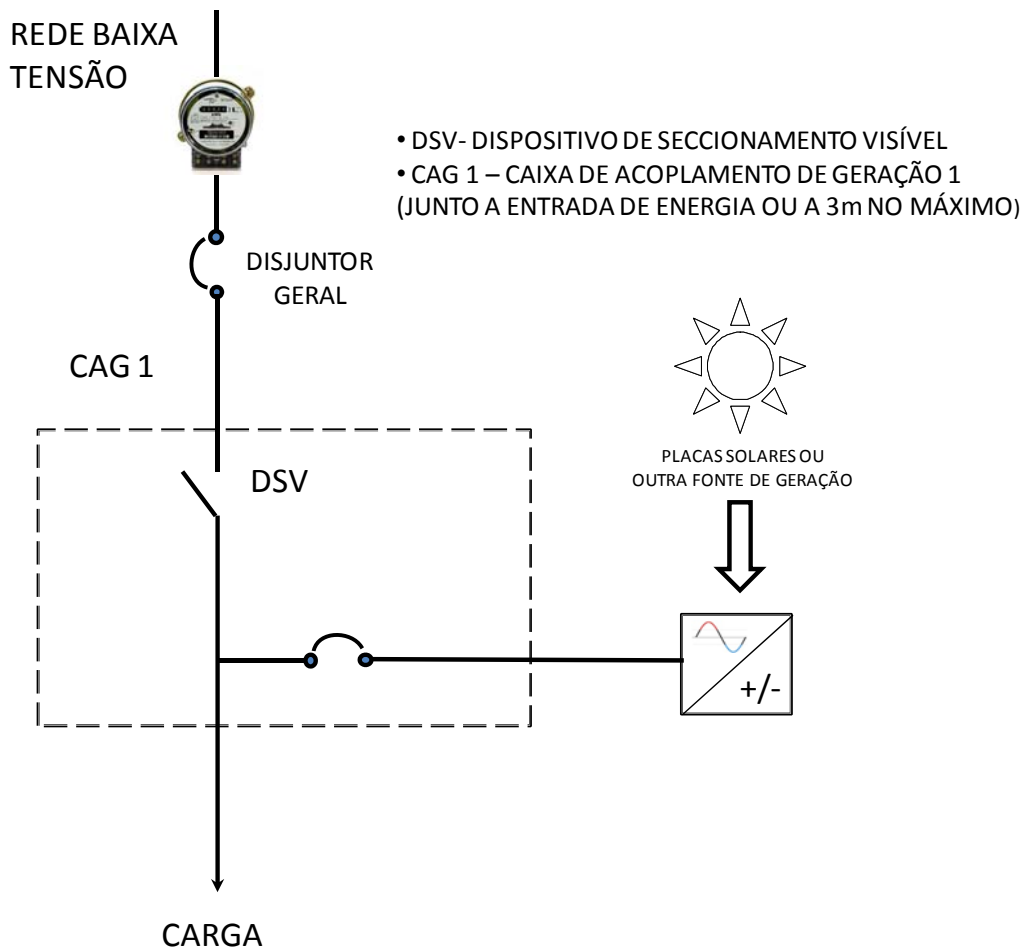
Serão verificados e testados todos os mecanismos e equipamentos que compõem o sistema de geração e serão realizadas diversas operações de entrada e saída do paralelismo da geração para certificar-se do bom desempenho do sistema, com acompanhamento de pessoal técnico desta Distribuidora.

À AES Eletropaulo é reservado o direito de efetuar em qualquer momento inspeções nas instalações do consumidor para averiguação das condições do sistema de paralelismo.

Se em clientes de baixa tensão (BT), na ocasião da instalação do medidor adequado para a medição da minigeração for apurado que a caixa de medição existente no local não atende ao padrão do novo medidor, será de total responsabilidade do cliente a sua substituição. A nova caixa deverá atender os padrões requeridos no Livro de Instruções Gerais desta Distribuidora.

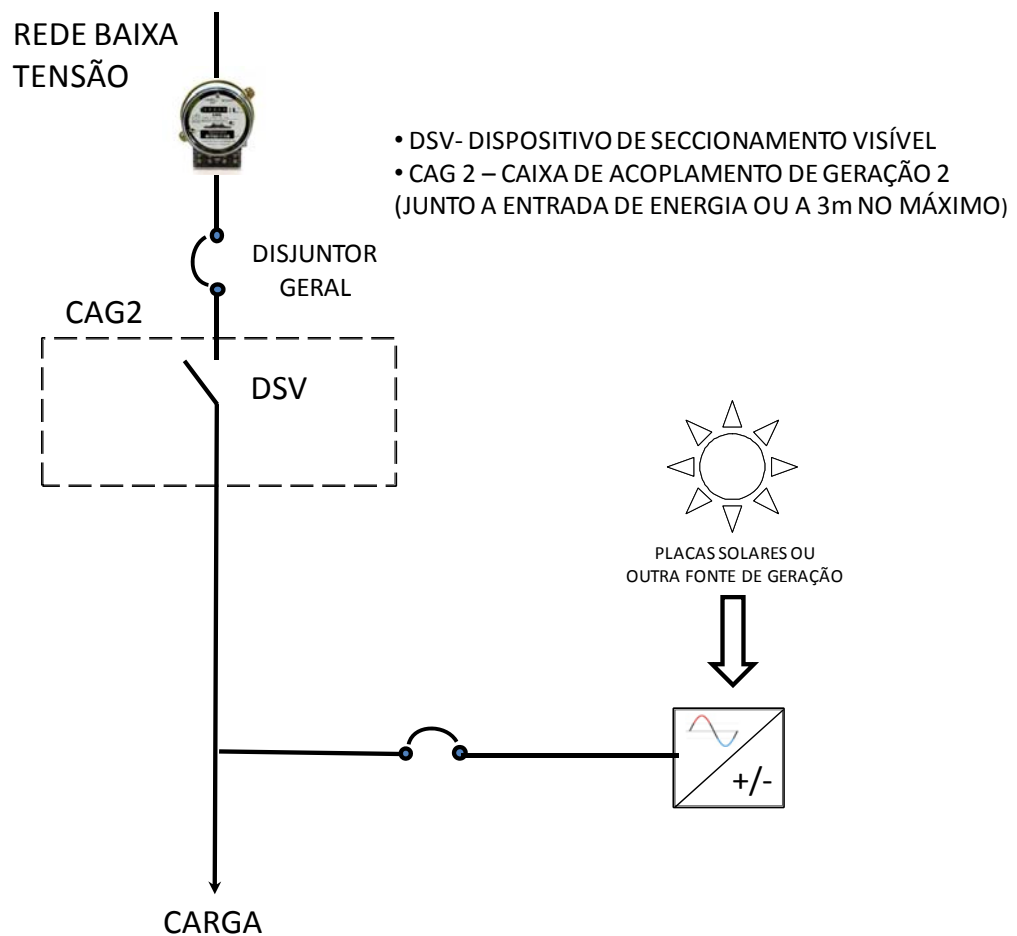
6. DIAGRAMAS UNIFILARES

6.1 PADRÃO 1 DE CONEXÃO DE MICRO E MINIGERAÇÃO EM CLIENTES DE BAIXA TENSÃO



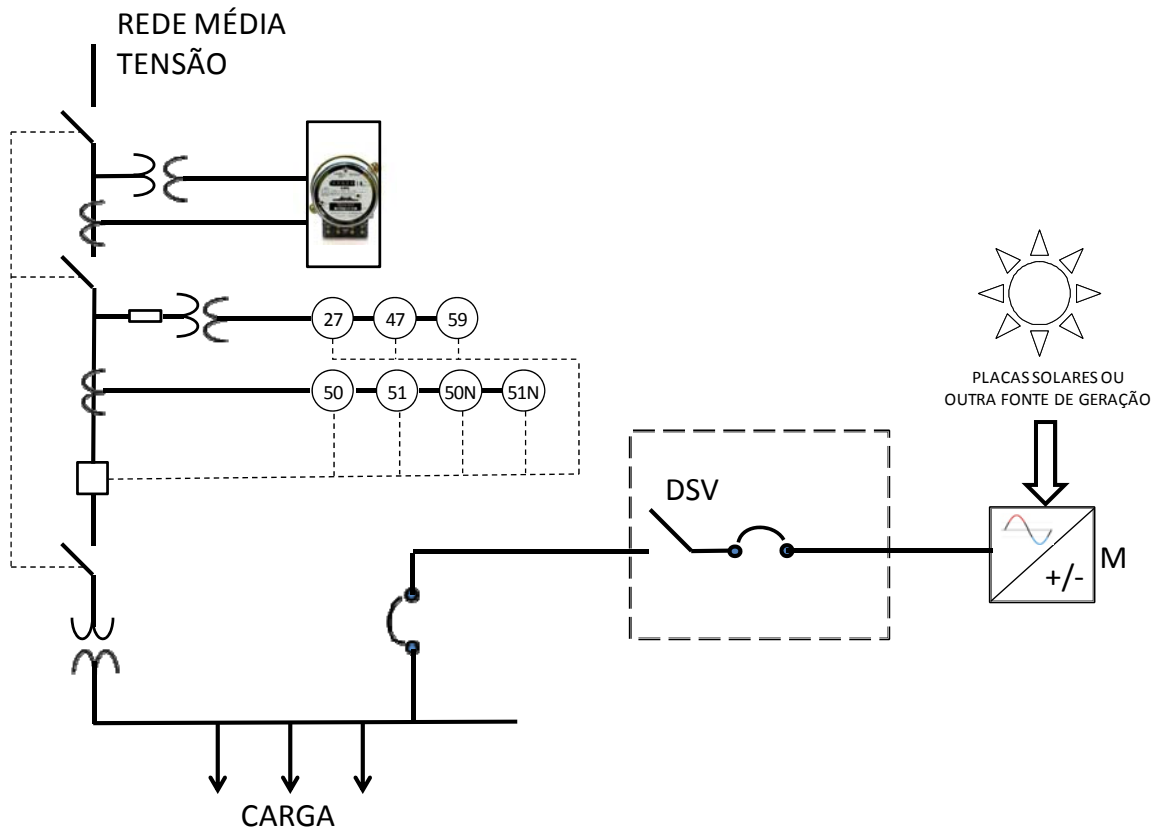
Obs Deverá ser prevista a instalação de protetores de surtos (DPS) junto à entrada de energia ou ao DSV.

6.2 PADRÃO 2 DE CONEXÃO DE MICRO E MINIGERAÇÃO EM CLIENTES DE BAIXA TENSÃO



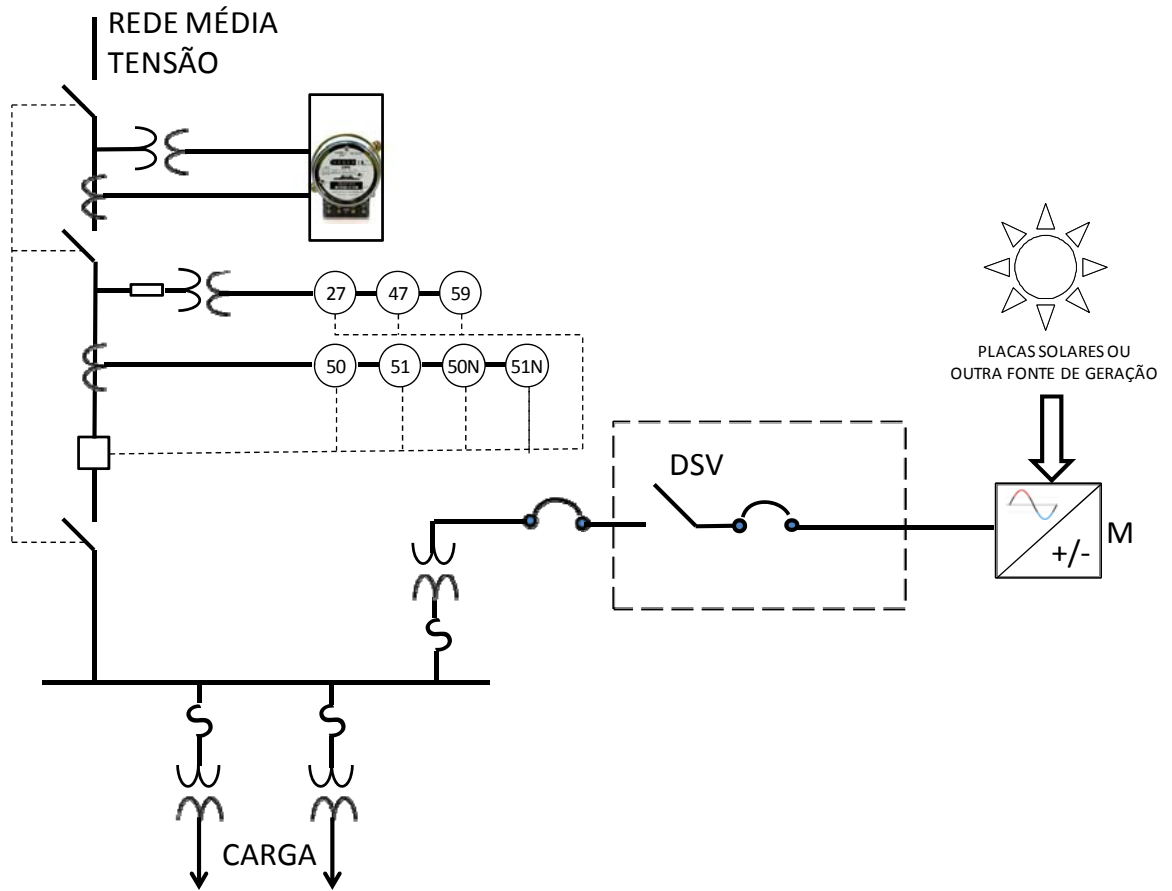
Obs Deverá ser prevista a instalação de protetores de surtos (DPS) junto à entrada de energia ou ao DSV.

6.3 PADRÃO 1 DE CONEXÃO DE MICRO E MINIGERAÇÃO EM INSTALAÇÕES DE MÉDIA TENSÃO



Obs Deverá ser prevista a instalação de protetores de surtos (DPS) junto ao DSV.

6.4 PADRÃO 2 DE CONEXÃO DE MINIGERAÇÃO EM INSTALAÇÕES DE MÉDIA TENSÃO



Obs Deverá ser prevista a instalação de protetores de surtos (DPS) junto ao DSV.

7. SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA

Deve ser instalada sinalização de segurança nos pontos de intervenção humana na ocasião de uma operação de emergência, como:

- Caixa de acoplamento de geração (CAG);
- Caixa de Medição (BT/MT)
- Disjuntor Geral de MT
- Disjuntor Geral de BT (para clientes em baixa tensão)

A sinalização deverá ser feita através de placa metálica gravada ou esmaltada a fogo, ou acrílica gravada em relevo, devidamente fixada por meio de parafusos ou rebitada, com espessura mínima de 1 mm, conforme o modelo apresentado abaixo.



8. REQUISITOS DE OPERAÇÃO

O sistema de micro e minigeração do cliente devem atender requisitos operação que determinam a qualidade de atendimento/fornecimento.

8.1 Níveis de tensão

A geração deve obedecer aos seguintes requisitos de operação da tensão:

Tensão no ponto de conexão (%à $V_{nominal}$)	Tempo máximo de desligamento
$V < 80 \%$	2 s
$80 \% \leq V \leq 110 \%$	Regime normal de operação
$110 \% < V$	0,2 s

8.2 Qualidade de energia

A energia fornecida pela AES Eletropaulo deve atender os padrões requeridos pelo órgão regulador (ANEEL). Grandezas elétricas como tensão, frequência, fator de potência e distorção harmônica possuem padrões estabelecidos de qualidade. O desvio dos padrões estabelecidos caracteriza transgressão e o agente gerador das inconformidades é passivo de interrupção da conexão com o sistema elétrico desta Distribuidora.

8.3 Faixa de frequência

A faixa de trabalho da frequência do sistema de micro e minigeração do cliente devem obedecer aos limites indicados no gráfico da figura 7.

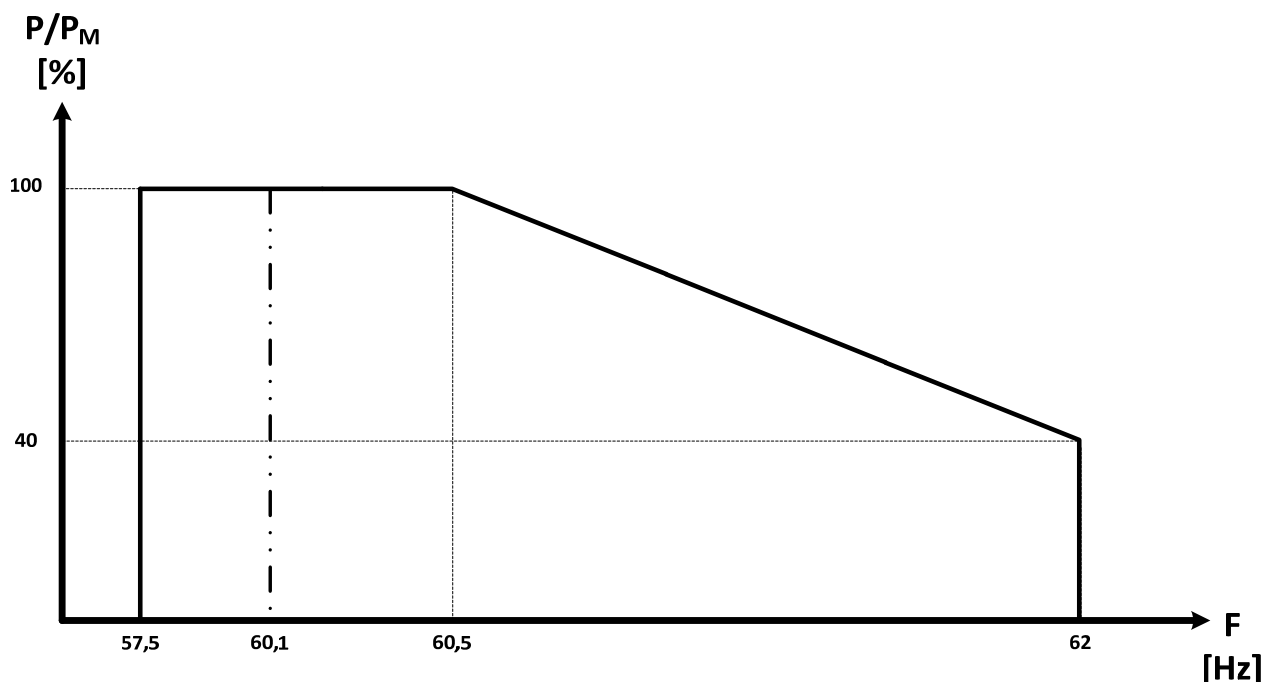


Figura 7 – Curva de operação do sistema de geração distribuída em função da frequência da rede para desconexão por sobre/subfrequência

Onde:

P = Potência gerada

P_m = Potência máxima

F = Frequência

8.4 Fator de potência

O sistema de geração deve seguir parâmetros pré-ajustados quanto ao fator de potência. O inversor deve ser capaz de variar a contribuição de reativos conforme a potência de energia ativa gerada.

A variação deve ocorrer quando a potência ativa injetada na rede for superior a 50% da potência nominal do gerador. Abaixo de 50% o fator de potência deve ser o mais próximo de 1.

- Sistemas de geração distribuída com potência nominal ≤ 3 kW

O fator de potência deve ser igual a 1, admitindo-se a variação entre 0,98 indutivo até 0,98 capacitivo.

- Sistemas de geração distribuída com potência nominal $3 \text{ kW} \leq P \leq 6 \text{ kW}$

Variação entre 0,95 indutivo até 0,95 capacitivo.

- Sistemas de geração distribuída com potência nominal $P > 6 \text{ kW}$

Variação entre 0,90 indutivo até 0,90 capacitivo.

Após uma mudança na potência ativa, o sistema de geração distribuída deve ser capaz de ajustar a potência reativa de saída automaticamente para corresponder ao FP predefinido.

O tempo para o sistema de geração operar com o fator adequado de acordo com a variação da potência ativa produzida é de 10 s.

8.5 Distorção harmônica

A distorção harmônica total de corrente não deve ultrapassar a 5%, porém cada harmônica há um limite individual que não deve ser ultrapassado, conforme a tabela a seguir:

Harmônicas ímpares	Limite de distorção
3° a 9°	< 4,0 %
11° a 15°	< 2,0 %
17° a 21°	< 1,5 %
23° a 33°	< 0,6 %
Harmônicas pares	Limite de distorção
2° a 8°	< 1,0 %
10° a 32°	< 0,5 %

8.6 Aterramento

O bom aterramento é fundamental para a segurança e operação do sistema. Portanto, o sistema de geração e a caixa de acoplamento devem estar conectados ao sistema de aterramento da entrada de energia, de modo que permitam o aterramento das partes metálicas e possuir comprimento suficiente que permita abrir livremente a(s) porta(s). O aterramento deve seguir os padrões de dimensionamento conforme Livro de Instruções Gerais da AES Eletropaulo.

9. “MODELOS DO “TERMO DE RESPONSABILIDADE”

TERMO DE RESPONSABILIDADE 1

A Empresa _____,
CNPJ n.º _____, representada pelo
Engenheiro / Técnico _____, registrado no CREA
_____ sob o n.º _____, declara ser responsável pelo
projeto, dimensionamento dos equipamentos, dispositivos de proteção e
instalação do sistema de micro/mini geração com paralelismo permanente com
a rede da AES Eletropaulo, instalado no consumidor
_____, situado à
_____, Município de
_____, o qual é responsável pela operação e manutenção
do referido Sistema, visando não energizar em hipótese alguma o alimentador
da AES Eletropaulo, quando este estiver fora de operação, assumindo total
responsabilidade civil e criminal, na ocorrência de acidentes ocasionados por
insuficiência técnica do projeto, defeitos ou operação inadequada dos
equipamentos desse Sistema.

São Paulo, ____ de _____ de 201__

Assinatura do Responsável
Técnico

Assinatura do Responsável
Consumidor

TERMO DE RESPONSABILIDADE 2

Eu, _____,
CPF n.º _____, registrado no CREA
_____ sob o n.º _____, declaro ser responsável pelo
projeto, dimensionamento dos equipamentos, dispositivos de proteção e
instalação do sistema de micro/mini geração com paralelismo permanente com
a rede da AES Eletropaulo, instalado no consumidor
_____, situado à
_____, Município de
_____, o qual é responsável pela operação e manutenção
do referido Sistema, visando não energizar em hipótese alguma o alimentador
da AES Eletropaulo, quando este estiver fora de operação, assumindo total
responsabilidade civil e criminal, na ocorrência de acidentes ocasionados por
insuficiência técnica do projeto, defeitos ou operação inadequada dos
equipamentos desse Sistema.

São Paulo, ____ de _____ de 201_

Assinatura do Responsável
Técnico

Assinatura do Responsável
Consumidor

TERMO DE RESPONSABILIDADE 3

(para sistemas abaixo de 20 kW)

Eu, _____,
CPF n.º _____, declaro ser responsável pelo sistema de micro/mini geração com paralelismo permanente com a rede da AES Eletropaulo, instalado no endereço _____, Município de _____, o qual sou responsável pela operação e manutenção do referido Sistema, visando não energizar em hipótese alguma o alimentador da AES Eletropaulo, quando este estiver fora de operação, assumindo total responsabilidade civil e criminal, na ocorrência de acidentes ocasionados por insuficiência técnica do projeto, defeitos ou operação inadequada dos equipamentos desse Sistema.

São Paulo, ____ de _____ de 201__

Assinatura do responsável - consumidor