



Companhia Energética de Minas Gerais

## Norma de Distribuição

# Requisitos Para a Conexão de Acessantes Produtores de Energia Elétrica ao Sistema de Distribuição Cemig – Conexão em Alta Tensão

Belo Horizonte – Minas Gerais – Brasil

Classificação: Público

**ND 5.32**



Diretoria Cemig Distribuição

#### Controle de Revisão

<b>Mês/Ano</b>	<b>Revisão</b>	<b>Nível de Aprovação</b>	<b>Aprovador</b>	<b>Data de início de vigência</b>
JUN/2022	Revisão b	ED	DM 58677	30/JUN/2022
DEZ/2021	Revisão a	ED	DM 58677	DEZ/2021

**Preparado por:**

Alécio de Melo Oliveira  
44869-ED/ES

Assinatura Eletrônica  
27/06/2022 19:20 UTC

**BRy** *Alécio de Melo Oliveira*

606.\*\*\*.\*\*\*-53  
Alécio de Melo Oliveira

**Verificado por:**

Carlos Alberto Monteiro Leitão  
45463-ED/ES

Assinatura Eletrônica  
27/06/2022 21:15 UTC

**BRy** *Carlos Alberto Monteiro Leitão*

642.\*\*\*.\*\*\*-91  
Carlos Alberto Monteiro Leitão

**Recomendado por:**

William Alves de Souza  
55547-ED/ES

Assinatura Eletrônica  
30/06/2022 11:07 UTC

**BRy** *William Alves de Souza*

919.\*\*\*.\*\*\*-91  
WILLIAM ALVES DE SOUZA

**Aprovado por:**

Denis Mollica  
58677-ED

Assinatura Eletrônica  
05/07/2022 12:46 UTC

**BRy** *Denis Mollica*

258.\*\*\*.\*\*\*-23  
Denis Mollica

## Requisitos Para a Conexão de Acessantes Produtores de Energia Elétrica ao Sistema de Distribuição Cemig – Conexão em Alta Tensão

### INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>ESCOPO .....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>TERMINOLOGIA.....</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>DISPOSIÇÕES GERAIS.....</b>	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>LEGISLAÇÃO E REGULAÇÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>PROCEDIMENTOS DE CONEXÃO.....</b>	<b>19</b>
<b>6.1</b>	<b>Consulta e entrega de orçamento estimado.....</b>	<b>20</b>
6.1.1	Consulta do orçamento estimado .....	20
6.1.2	Informações constantes no orçamento estimado.....	20
<b>6.2</b>	<b>Pedido de conexão.....</b>	<b>21</b>
6.2.1	Solicitação de orçamento de conexão.....	21
<b>6.3</b>	<b>Aceite / Rejeição do pedido e entrega de protocolo .....</b>	<b>22</b>
<b>6.4</b>	<b>Análise Distribuidora (alternativas) – Entrega do orçamento de conexão .....</b>	<b>23</b>
6.4.1	Estudos .....	23
6.4.2	Informações constantes no orçamento de conexão .....	25
<b>6.5</b>	<b>Aprovação do orçamento de conexão .....</b>	<b>26</b>
6.5.1	Perda de validade do orçamento de conexão .....	27
6.5.2	Acordo operativo e relacionamento operacional .....	27
6.5.3	Execução das obras de conexão e reforço do sistema elétrico pelo acessante gerador .....	27
<b>6.6</b>	<b>Assinatura de contrato e pagamento .....</b>	<b>30</b>
6.6.1	Contrato de uso do sistema de distribuição (CUSD) .....	31
<b>6.7</b>	<b>Informações necessárias para o projeto das instalações de conexão .....</b>	<b>33</b>
6.7.1	Relação de documentos das instalações.....	33
6.7.2	Visita técnica .....	33
6.7.3	Liberação do acesso ao arquivo tecnológico.....	34
6.7.4	Relação de equipamentos, especificações e padrões técnicos.....	34
<b>6.8</b>	<b>Verificação e aprovação dos projetos executivos .....</b>	<b>34</b>
<b>6.9</b>	<b>Obras .....</b>	<b>35</b>

6.9.1	Obras de responsabilidade da Cemig D.....	36
6.9.2	Obras sob a responsabilidade do acessante .....	37
<b>6.10</b>	<b>Vistoria e instalação de medição.....</b>	<b>44</b>
<b>7</b>	<b>CRITÉRIOS E PADRÕES TÉCNICOS PARA A CONEXÃO .....</b>	<b>46</b>
<b>7.1</b>	<b>Características do Sistema de Distribuição Cemig em alta tensão (AT).....</b>	<b>46</b>
<b>7.2</b>	<b>Forma da Conexão .....</b>	<b>46</b>
7.2.1	Conexão a subestação existente .....	47
7.2.2	Conexão à linha de distribuição por meio de subestação de integração .....	48
7.2.3	Consumidor existente que se torna autoprodutor .....	55
7.2.4	Padrões técnicos para o trecho de linha de distribuição de interligação.....	58
7.2.5	Determinação da forma de conexão.....	58
<b>7.3</b>	<b>Transformadores de acoplamento .....</b>	<b>59</b>
7.3.1	Proteção do transformador de acoplamento.....	59
7.3.2	Ligação dos enrolamentos.....	60
7.3.3	Transformador de aterramento .....	60
7.3.4	Tapes dos transformadores de acoplamento.....	61
<b>7.4</b>	<b>Requisitos de proteção para a conexão.....</b>	<b>61</b>
7.4.1	Funções mínimas de proteções do acessante.....	63
7.4.2	Funções mínimas de proteções no ponto de conexão.....	65
<b>7.5</b>	<b>Requisitos de Medição .....</b>	<b>68</b>
7.5.1	Sistema de medição de Faturamento (SMF).....	69
7.5.2	Localização da Medição de Faturamento.....	71
7.5.3	Conservação do Sistema de Medição de Faturamento.....	72
7.5.4	Acesso ao conjunto de Medição de Faturamento.....	72
7.5.5	Medição de Faturamento para serviço auxiliar e infraestrutura local.....	72
<b>7.6</b>	<b>Requisitos de Automação e Telecomunicação.....</b>	<b>73</b>
7.6.1	Canais de comunicação de dados.....	73
7.6.2	Canais de comunicação de voz.....	74
7.6.3	Solução de automação .....	74
7.6.4	Base de dados.....	75
<b>7.7</b>	<b>Requisitos técnicos da geração.....</b>	<b>75</b>
7.7.1	Geradores síncronos.....	76
7.7.2	Geradores fotovoltaicos ou eólicos.....	79
<b>8</b>	<b>PROCEDIMENTOS E REQUISITOS DE QUALIDADE.....</b>	<b>81</b>
<b>8.1</b>	<b>Tensão em regime permanente .....</b>	<b>83</b>
<b>8.2</b>	<b>Fator de Potência .....</b>	<b>83</b>
<b>8.3</b>	<b>Harmônicos.....</b>	<b>83</b>
<b>8.4</b>	<b>Desequilíbrios de tensão.....</b>	<b>85</b>

---

8.5	Flutuações de tensão e cintilações luminosas .....	85
8.6	Variações de Tensão de Curta Duração (VTCD).....	86
8.7	Variações de frequência .....	87
8.8	Requisitos de qualidade de serviço .....	87
<b>9</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>88</b>
<b>10</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>91</b>
<b>11</b>	<b>ANEXO .....</b>	<b>92</b>



# **Requisitos Para a Conexão de Acessantes Produtores de Energia Elétrica ao Sistema de Distribuição Cemig – Conexão em Alta Tensão**

## **1 INTRODUÇÃO**

Esse documento apresenta os requisitos técnicos e procedimentos para a conexão de agentes geradores ao sistema elétrico de alta tensão da Cemig Distribuição S.A. (Cemig D). Inclui as especificações técnicas, características construtivas, aspectos de operação e de manutenção das instalações.

Seu propósito é concentrar e sistematizar os requisitos de informações pertinentes a novas conexões ou alteração de conexões existentes de centrais geradoras de energia ao Sistema de Distribuição em Alta Tensão da Cemig D, de forma a facilitar o fluxo de informações e simplificar o atendimento aos usuários.

Destina-se aos produtores independentes e autoprodutores com instalações de produção de energia elétrica a serem interligadas em alta tensão, com injeção de potência ativa no sistema de distribuição da Cemig D.

## **2 ESCOPO**

Este documento estabelece os critérios e procedimentos técnicos exigidos pela Cemig D para a conexão de acessantes geradores nas tensões de 69 kV a 138 kV, em conformidade com as recomendações do PRODIST, Resolução Normativa 1000/2021, Lei 14.300/2022, Procedimentos de Rede do ONS e a regulamentação existente para o assunto no setor elétrico nacional.

São apresentados os procedimentos de acesso, padrões de projeto, critérios técnicos e operacionais e os contratos e acordos envolvidos na conexão de acessantes geradores.

Estão incluídos no escopo desse documento os produtores independentes e os autoprodutores com injeção de energia na rede elétrica da Cemig D.

A conexão de geradores na modalidade compensação de energia, eventualmente optantes por atendimento em alta tensão, será tratada caso a caso, considerando como referências

técnicas, além desta norma, as normas ND 5.33 (ref. 1), ND 5.31 (ref. 2), as Resoluções ANEEL 482/2012 e 1000/2021, o Módulo 3 do PRODIST e a Lei 14300/2022.

### 3 TERMINOLOGIA

#### **Acessante**

Consumidor, central geradora, distribuidora, agente importador ou exportador de energia, cujas instalações se conectem ao sistema elétrico de distribuição, individualmente ou associado a outros. No caso desta norma, o termo acessante se restringe a produtores independentes, autoprodutores e consumidores com geradores que injetem potência ativa na rede elétrica da Cemig D.

#### **Acesso**

Disponibilização do sistema elétrico de distribuição para a conexão de instalações de unidade consumidora, central geradora, distribuidora, ou agente importador ou exportador de energia, individualmente ou associados, mediante o ressarcimento dos custos de uso e, quando aplicável conexão.

#### **Acordo operativo**

Acordo, celebrado entre acessante e acessada, que descreve e define as atribuições, responsabilidades e o relacionamento técnico-operacional do ponto de conexão e instalações de conexão, quando o caso, e estabelece os procedimentos necessários ao sistema de medição para faturamento - SMF.

#### **Autoconsumo remoto**

Caracterizado por unidades consumidoras de titularidade de uma mesma Pessoa Jurídica, incluídas matriz e filial, ou Pessoa Física que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras, dentro da mesma área de concessão ou permissão, nas quais a energia excedente será compensada.

#### **Autoprodutor**

Pessoa física ou jurídica ou empresas reunidas em consórcio que recebam concessão ou autorização para produzir energia elétrica destinada ao seu uso exclusivo, podendo, mediante autorização da ANEEL, comercializar seus excedentes de energia.

#### **Committed Information Rate – CIR**

Taxa de transferência de informações para um circuito virtual de telecomunicações garantida pelo respectivo provedor de internet, normalmente dada em kilobits por segundo.

**CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica**

Pessoa jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, que atua sob autorização do Poder Concedente e regulação e fiscalização da ANEEL, com a finalidade de viabilizar as operações de compra e venda de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional –SIN.

**COD**

Centro de Operações da Distribuição da Cemig.

**Cogeração**

Processo operado numa instalação específica para fins de produção combinada das utilidades calor e energia mecânica, esta convertida total ou parcialmente em energia elétrica, a partir da energia disponibilizada por uma fonte primária.

**Cogeração qualificada**

Atributo concedido a cogeneradores que atendem os requisitos definidos em resolução específica da ANEEL, segundo aspectos de racionalidade energética, para fins de participação nas práticas de incentivo à cogeração.

**Cogrador**

Planta industrial com base no processo de cogeração de energia. Constitui-se na forma de autoprodutor ou de produtor independente de energia elétrica.

**Comissionamento**

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

**Condições de acesso**

Condições gerais de acesso que compreendem ampliações, reforços e/ou melhorias necessários às redes ou linhas de distribuição da acessada, bem como os requisitos técnicos e de projeto, procedimentos de solicitação e prazos, estabelecidos nos Procedimentos de Distribuição para que se possa efetivar o acesso.

**Condições de conexão**

Requisitos que o acessante obriga-se a atender para que possa efetivar a conexão de suas Instalações ao sistema elétrico da acessada.

**Contrato de Conexão às Instalações de Distribuição (CCD)**

Contrato celebrado entre o acessante e a distribuidora acessada, que estabelece termos e condições para conexão de instalações do acessante às instalações de distribuição, definindo, também, os direitos e obrigações das partes.

**Contrato de Conexão às Instalações de Transmissão (CCT)**

Contrato que estabelece os termos e condições para a conexão das instalações do acessante às instalações da concessionária de transmissão.

**Contrato de fornecimento**

Instrumento celebrado entre distribuidora e consumidor responsável por unidade consumidora do Grupo "A", estabelecendo as características técnicas e as condições comerciais do fornecimento de energia elétrica.

**Contrato de uso do sistema de distribuição (CUSD)**

Contrato celebrado entre o acessante e a distribuidora, que estabelece os termos e condições para o uso do sistema de distribuição e os correspondentes direitos, obrigações e exigências operacionais das partes.

**Contrato de uso do sistema de transmissão (CUST)**

Contrato celebrado entre um usuário da rede básica, o ONS e os agentes de transmissão, estes representados pelo ONS, no qual são estabelecidos os termos e condições para o uso da rede básica, aí incluídos os relativos à prestação dos serviços de transmissão pelos agentes de transmissão e os decorrentes da prestação, pelo ONS, dos serviços de coordenação e controle da operação do SIN.

**Critério de mínimo custo global**

Critério utilizado para avaliação de alternativas tecnicamente equivalentes para viabilização do acesso segundo o qual é escolhida a alternativa de menor custo global de investimentos.

O critério de mínimo custo global é caracterizado pela seleção, dentre as alternativas viáveis, da que tenha o menor somatório dos seguintes custos:

I - instalações de conexão, transformação e redes de responsabilidade do consumidor e demais usuários;

II - obras no sistema elétrico de distribuição e de transmissão;

III - perdas elétricas no sistema elétrico;

IV - incorporação de instalações de outros consumidores e demais usuários; e

V - remanejamento de instalações da distribuidora ou de terceiros.

#### **Demais instalações de transmissão (DIT)**

Instalações integrantes de concessões de transmissão e não classificadas como rede básica.

#### **Distribuidora acessada**

Distribuidora detentora das instalações às quais o usuário conecta suas instalações próprias.

#### **Documento de Acesso para Leilão (DAL)**

Documento por meio do qual a distribuidora acessada apresenta considerações a respeito da viabilidade da alternativa de conexão solicitada pela central geradora e demais informações requeridas no regulamento específico do leilão e, se necessário, sugere nova alternativa para avaliação da Central geradora candidata ao leilão.

#### **Fontes despacháveis**

As hidrelétricas, incluídas aquelas a fio d'água que possuam viabilidade de controle variável de sua geração de energia, cogeração qualificada, biomassa, biogás e fontes de geração fotovoltaica, limitadas, nesse caso, a 3 MW (três megawatts) de potência instalada, com baterias cujos montantes de energia despachada aos consumidores finais apresentam capacidade de modulação de geração por meio do armazenamento de energia em baterias, em quantidade de, pelo menos, 20% (vinte por cento) da capacidade de geração mensal da central geradora que podem ser despachados por meio de um controlador local ou remoto.

#### **Geração distribuída (GD)**

Centrais geradoras de energia elétrica, de qualquer potência, com instalações conectadas diretamente no sistema elétrico de distribuição ou através de instalações de consumidores, podendo operar em paralelo ou de forma isolada e despachadas – ou não – pelo ONS.

#### **Infraestrutura local de central geradora**

Infraestrutura necessária à administração e operação da central geradora, tais como sistemas e edificações diversos (almoxarifado, oficinas, iluminação externa, etc.), não incluindo serviços auxiliares.

### **Instalações de conexão**

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

### **Instalações de interesse restrito**

Instalações de central geradora, exportador ou importador de energia, que tenham a finalidade de interligação até o ponto de conexão, podendo ser denominadas de instalações de uso exclusivo.

### **Microgeração distribuída**

Central geradora de energia elétrica, com potência instalada, em corrente alternada, menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras.

### **Minigeração distribuída**

Central geradora de energia elétrica renovável ou de cogeração qualificada que não se classifica como microgeração distribuída e que possua potência instalada, em corrente alternada, maior que 75 kW (setenta e cinco quilowatts), menor ou igual a 5 MW (cinco megawatts) para as fontes despacháveis e menor ou igual a 3 MW (três megawatts) para as fontes não despacháveis, conforme regulamentação da Aneel, conectada na rede de distribuição de energia elétrica por meio de instalações de unidades consumidoras.

### **MUSD - Montante de uso do sistema de distribuição**

O MUSD contratado por central geradora deve ser determinado por sua máxima potência injetável no sistema, calculada pela potência nominal instalada subtraída a carga própria mínima quando da geração com potência máxima, devendo constar do correspondente CUSD os referidos valores de potência instalada e de carga própria. A potência instalada referida no caput deve ser aquela definida no ato de outorga da central geradora.

### **ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico**

Entidade jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, sob regulação e fiscalização da ANEEL, responsável pelas atividades de coordenação e controle da operação da geração e da transmissão de energia elétrica do Sistema Interligado Nacional (SIN).

**Ponto de conexão**

Conjunto de materiais e equipamentos que se destina a estabelecer a conexão entre as instalações da distribuidora e do consumidor e demais usuários.

**Produtor independente de energia (PIE)**

Pessoa jurídica ou consórcio de empresas que recebe concessão ou autorização para explorar aproveitamento hidroelétrico ou central geradora termoelétrica e respectivo sistema de transmissão associado e para comercializar, no todo ou em parte, a energia produzida por sua conta e risco.

**Reserva de capacidade**

MUSD contratado por central geradora para atendimento a unidade consumidora diretamente conectada à central quando da ocorrência de interrupções ou reduções temporárias de sua geração, de forma adicional ao MUSD eventualmente contratado em caráter permanente para atendimento à referida unidade consumidora.

**Serviços auxiliares de central geradora**

Sistemas projetados para atender, em regime normal de operação ou em regime de emergência, às necessidades funcionais de instalações de geração para garantir a continuidade operativa destas instalações.

**SCDE: Sistema de coleta de dados de energia**

Sistema computacional administrado pela CCEE que realiza a coleta e tratamento dos dados de medição que serão utilizados para a contabilização, para a formação do Preço de Liquidação de Diferenças - PLD, na gestão dos encargos de transmissão, entre outros.

**Sistema de compensação de energia elétrica:**

Sistema no qual a energia ativa gerada por unidade consumidora com microgeração distribuída ou minigeração distribuída compense o consumo de energia elétrica ativa.

**Sistema de Medição para Faturamento (SMF)**

Sistema composto pelos medidores principal e retaguarda, pelos transformadores de instrumentos (TI), transformadores de potencial (TP) e transformadores de corrente (TC),

pelos canais de comunicação entre os agentes e a CCEE, e pelos sistemas de coleta de dados de medição para faturamento.

**Subestação de Integração**

Subestação sem transformadores ou autotransformadores, desenvolvida nas tensões de 69 kV e 138 kV, com o objetivo de interligar novos acessantes de geração às linhas de distribuição da Cemig D.

**Unidade consumidora**

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

#### **4 DISPOSIÇÕES GERAIS**

A Cemig Distribuição S.A., denominada Cemig D nesse documento, deverá definir o ponto de conexão ao seu sistema elétrico, com base em análises de mínimo custo global e considerando os requisitos definidos na Resolução Normativa 1000/2021, os critérios e padrões técnicos desta Concessionária, em conformidade com os Procedimentos de Distribuição – PRODIST, Procedimentos de Rede do ONS, a legislação e a regulamentação pertinentes.

A viabilidade da conexão dependerá da localização geográfica do acesso e da topologia do sistema de distribuição da região elétrica envolvida, bem como ao atendimento aos requisitos técnicos da proteção, operação, controle, qualidade da tensão e confiabilidade do sistema elétrico da Cemig D.

A conexão não poderá acarretar prejuízos ao desempenho e aos níveis de qualidade dos serviços públicos de energia elétrica a qualquer consumidor, conforme os critérios estabelecidos pelo Poder Concedente.

A conexão de acessantes geradores não será realizada em instalações de caráter provisório, a não ser que as alterações futuras possam ser efetuadas sem a necessidade de mudanças nas instalações de conexão.

O suprimento ao serviço auxiliar e à infraestrutura local do acessante poderá ocorrer por meio de um ponto de conexão distinto ou pelo mesmo ponto de conexão solicitado para a central geradora.

A Cemig D poderá interromper o acesso ao seu sistema quando constatar a ocorrência de qualquer procedimento irregular ou deficiência técnica e/ou de segurança das instalações de conexão que ofereçam risco iminente de danos a pessoas ou bens, ou quando se constatar interferências, provocadas por equipamentos do acessante, no funcionamento adequado do sistema elétrico da acessada ou nas instalações de outros consumidores.

O acessante deverá comprovar a obtenção de autorização do governo federal para a construção das linhas de distribuição e/ou subestações de sua propriedade que se fizerem necessárias para a efetuação das conexões pretendidas.

O acessante será o responsável por todas as prospecções e levantamentos técnicos necessários ao adequado desenvolvimento do estudo de conexão, do projeto e da construção das instalações do ponto de conexão, bem como da linha de distribuição

particular e/ou da subestação particular que integrarão as instalações de conexão, tais como coordenação do isolamento, sistema de aterramento, compatibilidade eletromagnética etc.

Conforme previsto no Artigo 29 da Lei 14.300/22, para a outorga de autorização de usinas fotovoltaicas pela Aneel destinadas ao ACL ou à autoprodução de energia elétrica, deverá ser apresentado estudo simplificado que contenha os dados de pelo menos 1 (um) ano de medição realizada por meio de medição satelital ou estação solarimétrica instalada no local do empreendimento, juntamente com o sumário de certificação de medições solarimétricas e de estimativa da produção anual de energia elétrica associada ao empreendimento, emitida por certificador independente, com base na série de dados apresentada.

A Cemig D coloca-se à disposição para prestar as informações pertinentes ao bom andamento da implantação da conexão, desde o projeto até sua energização, e disponibilizará para o acessante suas normas e padrões técnicos quando aplicáveis.

Todos os acessantes estabelecidos na área de concessão da Cemig D, independente da classe de tensão de fornecimento, devem comunicar por escrito, a eventual utilização ou instalação de grupos geradores de energia em sua unidade consumidora, sendo que a utilização desta geração está condicionada à análise de projeto, inspeção, teste e liberação para funcionamento por parte da Cemig D.

Após a liberação pela Cemig D, não devem ser executadas quaisquer alterações no sistema de interligação de gerador particular com a rede da Cemig D, sem que sejam aprovadas as modificações por parte da Cemig D. Havendo alterações, o interessado deve encaminhar o novo projeto para análise, inspeção, teste e liberação por parte desta concessionária.

Esta norma poderá sofrer alterações, no todo ou em parte, nos termos da Resolução Nº1000/2021, motivo pelo qual os interessados deverão, periodicamente, consultar o site da Cemig D para verificar a versão aplicável.

## **5 LEGISLAÇÃO E REGULAÇÃO**

A seguir são relacionadas as principais referências regulatórias utilizadas nesse documento:

- Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST (ANEEL)

- Módulo 1 – Glossário de Termos Técnicos do PRODIST
- Módulo 3 – Conexão ao Sistema de Distribuição de Energia Elétrica
- Módulo 4 – Procedimentos Operativos do Sistema de Distribuição
- Módulo 5 – Sistemas de Medição e Procedimentos de Leitura
- Módulo 8 – Qualidade do Fornecimento de Energia Elétrica
- Procedimentos de Rede do Operador Nacional do Sistema - ONS
  - Submódulo 2.3 - Descreve a metodologia a ser seguida na elaboração dos seguintes estudos elétricos: (a) fluxo de potência; (b) fluxo de potência ótimo; (c) estabilidade eletromecânica; (d) confiabilidade; (e) qualidade de energia elétrica; (f) segurança de tensão; (g) reserva de potência operativa; e (h) controle carga-frequência.
  - Submódulo 2.9 - Requisitos mínimos de qualidade de energia elétrica para acesso ou integração à Rede Básica - Apresenta os requisitos a serem atendidos por instalações que contenham elementos cujas características não lineares ou especiais possam vir a ocasionar distorções relativas à Qualidade de Energia Elétrica (QEE) na Rede Básica.
  - Submódulo 2.10 - Requisitos técnicos mínimos para a conexão às instalações de transmissão - Estabelece os requisitos técnicos mínimos para a conexão às instalações sob responsabilidade de agente de transmissão.
  - Submódulo 2.14 - Requisitos mínimos para Sistemas de Medição para Faturamento- Estabelece os requisitos para o Sistema de Medição para Faturamento (SMF), inclusive para a comunicação de dados, recursos de programação, medição de retaguarda, localização dos pontos de medição e arquitetura básica do SMF.
  - Submódulo 7.2 - Estabelece os produtos, as responsabilidades, os prazos e as etapas de processos relativos à classificação de modalidade de operação de usinas do Sistema Interligado Nacional (SIN).
  - Submódulo 7.11 - Estabelece os produtos, responsabilidades, prazos e etapas dos processos relativos à implantação do Sistema de Medição para Faturamento (SMF) nos casos de conexão de qualquer agente às instalações sob responsabilidade agente de transmissão e de conexão de usina classificada na modalidade de

operação Tipo I ou Tipo II, conforme estabelecido no Submódulo 7.2 – Classificação da modalidade de operação das usinas, às instalações sob responsabilidade de agente de distribuição

- Resolução Normativa N° 068 de 8 de junho de 2004 - Estabelece os procedimentos para acesso e implementação de reforços nas Demais Instalações de Transmissão (DIT), não integrantes da Rede Básica, e para a expansão das instalações de transmissão de âmbito próprio, de interesse sistêmico, das concessionárias ou permissionárias de distribuição, e dá outras providências.
- Resolução Normativa N° 1000, de 7 de dezembro de 2021 - Estabelece as Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica; revoga as Resoluções Normativas ANEEL n° 414, de 9 de setembro de 2010; n° 470, de 13 de dezembro de 2011; n° 901, de 8 de dezembro de 2020 e dá outras providências.

## 6 PROCEDIMENTOS DE CONEXÃO

As etapas necessárias para a conexão de acessantes geradores ao sistema de distribuição de alta tensão da Cemig D devem atender os prazos e procedimentos da Resolução Normativa n° 1000, de 7 de dezembro de 2021, e são as seguintes:

- Consulta e entrega de orçamento estimado
- Pedido de conexão
- Aceite / Rejeição do pedido e entrega de protocolo
- Análise Distribuidora (alternativas) – Entrega do orçamento de conexão
- Aprovação do orçamento de conexão
- Assinatura de contrato e pagamento
- Informações necessárias para o projeto das instalações de conexão
- Verificação e aprovação dos projetos executivos
- Obras
- Vistoria e instalação de medição

Segue-se uma descrição de cada uma das etapas.

## **6.1 Consulta e entrega de orçamento estimado**

### **6.1.1 Consulta do orçamento estimado**

A distribuidora deve, sempre que consultada, elaborar e fornecer gratuitamente ao acessante gerador o orçamento estimado para conexão ao sistema de distribuição, no prazo de 30 (trinta) dias a partir da solicitação.

A consulta sobre o orçamento estimado é opcional, exceto para central geradora em processos de cadastramento com objetivo de habilitação técnica para participação em leilões de energia no Ambiente de Contratação Regulada – ACR, caso em que a consulta sobre o orçamento estimado é obrigatória e deve coincidir com o período para requerimento de cadastramento e habilitação técnica estabelecido em cada leilão.

Central geradora em processo de habilitação técnica deve informar o leilão no qual tem interesse em cadastramento.

O acessante gerador deve fornecer as informações para a elaboração do orçamento estimado, dispostas nos formulários disponibilizados pela Cemig, em seu portal da internet: [www.cemig.com.br](http://www.cemig.com.br).

### **6.1.2 Informações constantes no orçamento estimado**

O orçamento estimado deve conter, no mínimo:

I - descrição da alternativa de conexão selecionada e a apresentação das alternativas avaliadas com as estimativas de custos e justificativas;

II - informações sobre formulários e documentos para o pedido de conexão;

III - informação sobre o caráter estimado do orçamento e da não garantia das condições para as etapas posteriores da conexão.

IV - no caso de cadastramento objetivo de habilitação técnica para participação em leilões de energia no ACR:

- a) indicação de que o orçamento estimado é o Documento de Acesso para Leilão – DAL; e
- b) demais informações requeridas no regulamento específico do leilão.

V – Níveis de curto-circuito no ponto de conexão.

O orçamento estimado, emitido a título de Documento de Acesso para Leilão – DAL, somente pode ser utilizado pela central geradora para cadastramento com vistas à habilitação técnica no leilão para o qual foi elaborado.

## **6.2 Pedido de conexão**

O pedido de conexão se dará através da solicitação de orçamento de conexão, conforme detalhado a seguir.

### **6.2.1 Solicitação de orçamento de conexão**

A solicitação de orçamento de conexão pelo acessante gerador de alta tensão é obrigatória nas seguintes situações:

I - conexão nova;

II – elevação da potência demandada ou da potência injetada no sistema de distribuição;

III - alteração do ponto ou da tensão de conexão;

IV - conexão em caráter temporário, incluindo a modalidade de reserva de capacidade;

V - outras situações que exijam o orçamento de conexão da distribuidora.

A distribuidora deve elaborar e fornecer gratuitamente ao acessante gerador de alta tensão o orçamento de conexão, com as condições, custos e prazos para a conexão ao sistema de distribuição, em um prazo de 45 dias contados a partir da solicitação.

#### **Situações onde não deve ser emitido orçamento de conexão**

A distribuidora não deve emitir orçamento de conexão quando:

I - não houver necessidade de obras de responsabilidade da distribuidora para a conexão ou para o atendimento do aumento da potência demandada ou elevação da potência injetada no sistema de distribuição, devendo ser adotadas as seguintes providências:

- a) informar as próximas etapas e providências para viabilização da solicitação; e
- b) encaminhar, até os prazos dispostos nos incisos do caput, caso aplicável, os contratos e demais documentos para assinatura.

#### **Suspensão de prazos**

A distribuidora pode suspender os prazos dispostos neste item se:

a) houver necessidade de consulta a outra distribuidora, transmissora, central geradora ou avaliação do Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS, conforme art. 76 da REN1000/2021; ou

b) a distribuidora não obtiver as informações ou autorizações da autoridade competente, desde que estritamente necessárias à realização do orçamento.

A distribuidora deve comunicar previamente ao consumidor e demais usuários caso suspenda os prazos dispostos neste item.

O prazo deve voltar a ser contado imediatamente após cessado o motivo da suspensão.

O pedido de orçamento de conexão deve ser feito para a distribuidora responsável pelo serviço na área geográfica em que se localizam as instalações do consumidor e demais usuários, exceto se houver indicação diferente no orçamento estimado ou em orçamento de conexão elaborado por outra distribuidora.

#### **Informações a serem fornecidas pelo acessante gerador**

O acessante gerador deve fornecer as informações para a elaboração do orçamento de conexão, dispostas nos formulários disponibilizados pela Cemig, em seu portal da internet: [www.cemig.com.br](http://www.cemig.com.br).

Na instalação de microgeração e minigeração distribuída:

I - é dispensada a apresentação do Certificado de Registro ou documento equivalente;

II - devem ser informados os dados de segurança das barragens no caso do uso de sistemas com fontes hídricas, conforme regulação da ANEEL; e

III - a solicitação do orçamento de conexão deve ser realizada por meio dos formulários padronizados pela ANEEL, disponibilizados em [www.cemig.com.br](http://www.cemig.com.br), acompanhada dos documentos e informações pertinentes a cada caso.

A distribuidora pode solicitar as informações complementares estabelecidas no Módulo 3 do PRODIST, conforme o tipo de usuário.

### **6.3 Aceite / Rejeição do pedido e entrega de protocolo**

A distribuidora pode recusar o pedido se não forem apresentadas, no ato, as informações de responsabilidade do acessante gerador.

A distribuidora tem o prazo de até 5 (cinco) dias úteis, contados a partir da solicitação, para verificar a entrega das informações e documentos necessários e adotar uma das seguintes providências:

I - comunicar ao acessante gerador o recebimento da solicitação e a próxima etapa; ou

II - indeferir a solicitação e comunicar ao acessante gerador as não conformidades.

#### **6.4 Análise Distribuidora (alternativas) – Entrega do orçamento de conexão**

Para realização dos estudos, elaboração do projeto e orçamento, a distribuidora deve observar:

I - a manutenção do serviço adequado aos consumidores e demais usuários;

II - as condições estabelecidas nos contratos assinados e nos orçamentos emitidos e ainda dentro do prazo de validade;

III - a priorização da análise das conexões na modalidade permanente;

IV - a priorização de acordo com a ordem cronológica de protocolo junto à distribuidora;

V - a avaliação das indicações do ponto de conexão de interesse, da tensão de conexão, do número de fases e características de qualidade desejadas;

VI - o prazo para entrada em operação da central geradora, contemplando, caso aplicável, a etapa do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA;

VII - o critério de mínimo custo global; e

VIII - os critérios de alocação de custos dispostos na REN1000/2021.

##### **6.4.1 Estudos**

A distribuidora deve, se necessário, realizar estudos para:

I - avaliação do grau de perturbação das instalações do consumidor e demais usuários em seu sistema de distribuição;

II - avaliação dos impactos sistêmicos da conexão;

III - adequação do sistema de proteção e integração das instalações do acessante gerador;  
e

IV - coordenação da proteção em sua rede de distribuição e para revisão dos ajustes associados, incluindo o ajuste dos parâmetros dos sistemas de controle de tensão, de frequência e dos sinais estabilizadores.

### **Estudos especiais – Cargas potencialmente perturbadoras**

O acessante gerador deve fazer o levantamento das suas cargas/fontes geradoras com potencial de afetar a qualidade de energia fornecida pelo sistema elétrico. O levantamento destas cargas/fontes geradoras deverá ser feito utilizando os níveis de curto-circuito no ponto de conexão, disponibilizados pela distribuidora no orçamento estimado ou mediante solicitação, e os critérios apresentados no estudo ED-5.57 - Caracterização de Cargas Potencialmente Perturbadoras (Referência [3]).

Caso se verifique a existência de cargas/fontes geradoras potencialmente perturbadoras, o acessante gerador deverá informar os dados de suas cargas, fontes geradoras e configuração da sua rede interna, para que a distribuidora possa realizar estudos específicos, de forma a avaliar os impactos que poderiam ser causados no sistema elétrico da distribuidora, bem como a proposição de formas de atenuação, conforme previsto no documento ED 5.58 - Critérios e procedimentos para análise e correção dos impactos devidos à conexão de cargas e equipamentos potencialmente perturbadores .

O acessante gerador deve enviar para a Cemig os dados das suas gerações/cargas e das suas instalações no formato do programa HarmZs, do CEPEL.

### **Estudos especiais – Impacto da geração**

Os acessantes geradores com máquinas síncronas com capacidade total de geração superior a 10 MW no 69 kV e superior a 30 MW no 138 kV, devem apresentar à Cemig D os dados dos seus equipamentos, para que a distribuidora possa realizar estudos de estabilidade eletromecânica, comportamento transitório e em regime permanente das máquinas e dos impactos que poderiam ser provocados na rede elétrica da Cemig D. Os dados dos equipamentos e instalações do acessante gerador deverão ser disponibilizados no formato do programa ANATEM, do CEPEL. Os diagramas de blocos dos equipamentos de geração como: regulador de velocidade, regulador de tensão, estabilizadores de plantas com máquinas rotativas, e inversores de frequência de plantas fotovoltaicas/eólicas devem ser disponibilizados no formato do programa CDUEdit (programa auxiliar do ANATEM - Cepel), cuja extensão própria de arquivo é "CDE".

## 6.4.2 Informações constantes no orçamento de conexão

O orçamento de conexão deve conter, no mínimo:

I - havendo necessidade de obras de responsabilidade da distribuidora para a conexão:

- a) relação das obras e serviços necessários no sistema de distribuição, discriminando o valor da mão-de-obra, dos materiais e equipamentos a serem empregados;
- b) cronograma físico-financeiro para execução, com o prazo de conclusão das obras, informando as situações que podem suspender o prazo;
- c) memória de cálculo dos custos orçados;
- d) prazos para a aprovação do orçamento e, nos casos de gratuidade ou de ausência de participação financeira, a informação de que será caracterizada concordância com o orçamento de conexão recebido se não houver manifestação contrária no prazo de até 10 (dez) dias úteis; e
- e) direito à antecipação por meio de aporte de recursos ou execução da obra;

II - as alternativas avaliadas para conexão e as estimativas de custos e justificativas;

III - informações sobre as características do sistema de distribuição e do ponto de conexão;

IV - informações relacionadas à instalação e características do sistema de medição para faturamento, inclusive se a medição será externa, detalhando:

- a) as responsabilidades do acessante gerador; e
- b) no caso de opção pelo ACL (para autoprodutores), a documentação e as informações requeridas nos Procedimentos de Comercialização da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE que devem ser entregues;

V - requisitos técnicos dos sistemas de telecomunicação, proteção, comando e controle;

VI - informações dos canais para atendimento técnico e comercial e sobre o relacionamento operacional;

VII - classificação da atividade e tarifas aplicáveis;

VIII - limites e indicadores de continuidade;

IX - relação dos contratos a serem celebrados;

X - relação das obras e instalações de responsabilidade do acessante gerador para a conexão e a informação se há necessidade de aprovação de projeto dessas instalações, discriminando, quando for o caso, as instalações de interesse restrito;

XI - indicação da necessidade da instalação pelo acessante gerador de equipamentos de correção ou implementação de ações de mitigação, decorrente de estudos de perturbação ou de qualidade da energia elétrica realizados pela distribuidora;

XII - informações sobre equipamentos ou cargas que podem provocar distúrbios ou danos no sistema de distribuição ou em outras instalações;

XIII - relação de licenças e autorizações de responsabilidade do acessante gerador e de responsabilidade da distribuidora; e

XIV - informações sobre as etapas e prazos caso haja necessidade da distribuidora alterar seus contratos ou solicitar a conexão ao Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS ou a outra distribuidora, transmissora ou central geradora.

Caso seja possível o atendimento com restrições operativas até a conclusão das obras, a distribuidora deve informar a viabilidade da conexão temporária, as restrições e o procedimento, conforme Capítulo III do Título II da REN1000/2021.

Para o acessante gerador que autorizar antecipadamente, a distribuidora deve entregar ou disponibilizar os contratos e demais documentos para assinatura junto com o orçamento de conexão e, caso aplicável, o meio para o pagamento dos custos.

## **6.5 Aprovação do orçamento de conexão**

O acessante gerador deve aprovar o orçamento de conexão e autorizar a execução das obras pela distribuidora nos seguintes prazos:

I - 10 (dez) dias úteis: no caso de atendimento gratuito ou que não tenha participação financeira; e

II - no prazo de validade do orçamento de conexão da distribuidora: nas demais situações.

A distribuidora deve estabelecer o prazo de validade do orçamento de conexão, contado de seu recebimento pelo acessante gerador, e que deve ser de pelo menos 10 (dez) dias úteis, exceto se prazo maior for disposto na regulação.

A validade do orçamento de conexão se prorroga pelo período estabelecido para assinatura dos contratos.

No caso de atendimento gratuito ou que não tenha participação financeira a não manifestação do consumidor até o término do prazo caracteriza a concordância do acessante gerador com o orçamento de conexão recebido.

A devolução dos contratos assinados e o pagamento da participação financeira caracterizam a aprovação do orçamento de conexão e a autorização para execução das obras.

A distribuidora e o acessante gerador devem cumprir o orçamento de conexão aprovado, que somente pode ser alterado mediante acordo entre as partes.

O acessante gerador não responde por custos ou acréscimos decorrentes da contratação de serviços de terceiros não previstos no orçamento de conexão.

### **6.5.1 Perda de validade do orçamento de conexão**

O orçamento de conexão perderá a validade nos casos de:

I - não aprovação nos prazos estabelecidos;

II - não pagamento da participação financeira nas condições estabelecidas pela distribuidora; ou

III - não devolução dos contratos assinados no prazo.

No prazo de até 5 (cinco) dias úteis após a aprovação do orçamento de conexão, a distribuidora deve entregar ao acessante gerador os contratos e, caso aplicável, o documento ou meio de pagamento.

### **6.5.2 Acordo operativo e relacionamento operacional**

A distribuidora deve entregar ainda, conforme modelos do Módulo 3 do PRODIST:

I - acordo operativo: no caso de conexão de central geradora, de outra distribuidora, de agente importador ou exportador e de unidade consumidora com minigeração distribuída.

### **6.5.3 Execução das obras de conexão e reforço do sistema elétrico pelo acessante gerador**

O acessante gerador, ao aprovar o orçamento de conexão, pode formalizar à distribuidora sua opção pela antecipação da execução das obras de responsabilidade da distribuidora, por meio de uma das seguintes alternativas:

I - aporte de recursos, em parte ou no todo; ou

II - execução da obra.

A distribuidora deve informar, no prazo de até 5 (cinco) dias úteis, considerando a opção do acessante gerador:

I - se é possível a antecipação pelo aporte de recursos e como deve ser realizado o pagamento, justificando em caso de impossibilidade; ou

II - o procedimento para execução da obra e a metodologia de restituição.

No caso de opção pela execução da obra, a distribuidora deve adotar as seguintes providências no prazo de até 10 (dez) dias úteis:

I - disponibilizar gratuitamente ao acessante gerador:

- a) o projeto elaborado no orçamento de conexão, informando que eventual alteração deve ser submetida à aprovação da distribuidora;
- b) normas, os padrões técnicos e demais informações técnicas pertinentes; e
- c) especificações técnicas de materiais e equipamentos;

II - informar os requisitos de segurança e proteção;

III - informar que as licenças, autorizações, desapropriações e instituições de servidão administrativa serão de responsabilidade da distribuidora, conforme art. 87 da REN1000/2021;

IV - informar que a obra deve ser fiscalizada antes do seu recebimento;

V - orientar quanto ao cumprimento de exigências estabelecidas e alertar que a não conformidade com as normas e os padrões da distribuidora implica a recusa do recebimento das obras e a impossibilidade da conexão; e

VI - informar a relação de documentos necessários para a incorporação da obra e comprovação dos custos pelo consumidor e demais usuários.

§ 3º A distribuidora deve formalizar a opção do acessante gerador pela antecipação das obras por meio de um contrato que, além das cláusulas essenciais, detalhe as condições e valores da restituição.

No caso de opção de execução pelo acessante gerador de obras relativas a ativos a serem transferidos para a Cemig D, a esta caberá a execução dos serviços:

- Elaboração do estudo de coordenação e seletividade das proteções e disponibilização dos ajustes básicos (pick-ups, alcances e temporizações). Os insumos necessários para a realização desses estudos (dados elétricos dos transformadores, geradores e, quando aplicável, da linha) deverão ser fornecidos pelo acessante. Ressalta-se que é do acessante a responsabilidade pela parametrização e implementação desses ajustes básicos nos relés, além dos demais parâmetros de ajuste e configuração de entradas e saídas digitais, LEDs e lógicas, conforme projeto elétrico aprovado (diagramas esquemáticos e lógicos). Deverá ainda ser elaborado pelo acessante Memorial de Cálculo, contendo as informações disponibilizadas pela Cemig, bem como a descrição dos critérios utilizados para a definição de cada parâmetro do relé e o motivo pelo qual foi definido o valor do ajuste.
- Análise e aprovação dos projetos executivos das obras de adequação e reforço;
- Análise, aprovação e acompanhamento da inspeção dos equipamentos integrantes das obras de adequação e reforço;
- Fiscalização das obras civis e montagem elétrica / eletromecânica dos equipamentos integrantes das obras de adequação e reforço;
- Acompanhamento do comissionamento e da adequação do sistema supervisório;
- Análise, pré-aprovação e acompanhamento do comissionamento do sistema de medição de faturamento;
- Elaboração do diagrama de operação;
- Análise e aprovação do sistema de telecomunicações.

Além disso, nestes casos é realizada uma Reunião de Informações Gerais com o objetivo de subsidiar o consumidor com informações relacionadas à:

- Relação e Especificação dos equipamentos aplicáveis às instalações envolvidas nas obras de reforço;
- Padrões de projetos das instalações envolvidas nas obras de reforço;
- Acesso ao Arquivo Tecnológico e liberação da documentação de projeto executivo das instalações de reforço;
- Outras informações necessárias para orientar o acessante gerador no início dos serviços.

A negociação da execução das obras de reforço pela Cemig D ou pelo acessante deverá ser concluída até o momento que antecede a assinatura do contrato.

## **6.6 Assinatura de contrato e pagamento**

A distribuidora deve celebrar com o acessante gerador, o seguinte contrato:

I - Contrato de Uso do Sistema de Distribuição – CUSD.

Para central geradora que integra concessão ou permissão de distribuição não há necessidade de celebração de CUSD quando da conexão em instalações da distribuidora.

Para central geradora que faça uso do mesmo ponto de conexão para importar e injetar energia, deve ser celebrado um CUSD único na modalidade de caráter permanente, exceto nos casos de atendimento do sistema auxiliar e infraestrutura local e de reserva de capacidade.

Para central geradora despachada centralizadamente pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS, deve ser celebrado o Contrato de Uso do Sistema de Transmissão – CUST com o ONS, adicionalmente ao CUSD.

A celebração de CUSD para central geradora para o consumo de energia de seus serviços auxiliares e infraestrutura local é dispensada, exceto nos casos de:

I - o atendimento aos serviços auxiliares e infraestrutura local for realizado por meio de ponto de conexão distinto daquele da central geradora; ou

II - os sistemas que compõem os serviços auxiliares e a infraestrutura local não se destinarem exclusivamente ao atendimento das unidades geradoras.

No caso de conexão a instalações classificadas como Demais Instalações de Transmissão – DIT, devem ser celebrados:

I - CUSD com a distribuidora em que se localizam as instalações do ponto de conexão;

II - CUST com o ONS, caso o acessante seja distribuidora de energia ou central geradora despachada centralizadamente pelo ONS; e

III - Contrato de Conexão às Instalações de Transmissão – CCT com a concessionária de transmissão proprietária das instalações acessadas, estabelecendo as responsabilidades

pela implantação, operação e manutenção das instalações de conexão e os respectivos encargos.

No caso de conexão de central geradora, de outra distribuidora, de agente importador ou exportador e de unidade consumidora com minigeração distribuída, deve ser celebrado o acordo operativo disposto no Módulo 3 do PRODIST.

A distribuidora deve devolver ao acessante gerador uma via do CUSD com as assinaturas e rubricas em até 30 (trinta) dias do seu recebimento.

Em caso de solicitação pela CCEE, a distribuidora deve fornecer cópias do CUSD do acessante gerador, no prazo de até 5 (cinco) dias úteis contados a partir da solicitação.

Os contratos celebrados entre a distribuidora e o acessante gerador não podem conter cláusulas de renúncia ao direito de pleitear indenizações por responsabilidade civil.

É permitida a assinatura eletrônica de contratos, em conformidade com a Lei nº 14.063, de 23 de setembro de 2020.

O acessante gerador tem o prazo de até 30 (trinta) dias, contados a partir do recebimento dos contratos e, caso aplicável, do documento ou meio de pagamento, para:

- I - devolver para a distribuidora os contratos e demais documentos assinados;
- II - apresentar à distribuidora a documentação e as informações requeridas nos Procedimentos de Comercialização da CCEE, no caso de opção pelo ACL.

### **6.6.1 Contrato de uso do sistema de distribuição (CUSD)**

O Contrato de Uso do Sistema de Distribuição - CUSD deve conter, além das cláusulas consideradas essenciais, outras relacionadas a:

- I - data de início do faturamento e prazo de vigência;
- II - condições de prorrogação e encerramento das relações contratuais;
- III - modalidade tarifária e critérios de faturamento;
- IV - aplicação da tarifa e dos tributos;
- V - regras de aplicação dos benefícios tarifários a que o consumidor e demais usuário tiverem direito, incluindo, quando for o caso, os critérios de revisão do benefício;

- VI - forma e periodicidade de reajuste da tarifa;
- VII - critérios para a cobrança de multa, atualização monetária e juros de mora, no caso de atraso do pagamento da fatura;
- VIII - horário dos postos tarifários;
- IX - montante contratado por posto tarifário;
- X - condições de acréscimo e redução do montante contratado;
- XI - obrigatoriedade do consumidor e demais usuários manterem atualizados os seus dados cadastrais junto à distribuidora;
- XII - obrigatoriedade de observância das normas e padrões vigentes; e
- XIII - aplicação automática da legislação, da regulação da ANEEL e de seus aprimoramentos.

Além das cláusulas citadas, o CUSD deve conter as seguintes disposições:

- I - identificação do ponto de conexão;
- II - capacidade de demanda do ponto de conexão;
- III - definição do local e procedimento para medição e informação de dados;
- IV - propriedade das instalações;
- V - valores dos encargos de conexão, caso aplicável;
- VI - tensão contratada;
- VII - limites e indicadores de conformidade e continuidade, e as penalidades em caso de descumprimento;
- VIII- condições de aplicação dos períodos de testes e de ajustes, caso aplicável;
- IX - condições de aplicação das cobranças por ultrapassagem;
- X - condições de aplicação das cobranças por reativos excedentes;
- XI - condições para implementação de projeto de eficiência energética; e
- XII - critérios de inclusão no subgrupo AS, quando pertinente.

As seguintes informações devem constar no CUSD, caso aplicável:

I - data de conexão e datas de entrada em operação em teste e comercial

Os contratos devem observar os seguintes prazos de vigência e condições de prorrogação:

- 12 (doze) meses para a vigência do CUSD, com prorrogação automática por igual período, desde que o consumidor e demais usuários não se manifestem em contrário com antecedência de pelo menos 180 (cento e oitenta) dias em relação ao término de cada vigência.

Prazos de vigência inicial e de prorrogação diferentes dos determinados nos itens anteriores podem ser estabelecidos, desde que haja acordo entre as partes.

## **6.7 Informações necessárias para o projeto das instalações de conexão**

A seguir são descritas as etapas para o acessante gerador obter as informações, sobre as instalações da Cemig, necessárias para o projeto das instalações de conexão.

### **6.7.1 Relação de documentos das instalações**

Quando requisitado, a Cemig D deverá, por meio de sua área gestão da implantação de projetos, encaminhar ao acessante o Relatório de Desenhos das instalações, contendo os documentos de projeto da subestação ou linha de distribuição a partir da qual se fará a conexão.

Esta relação será utilizada para identificação dos desenhos de projeto executivo a serem revisados, de modo a atender a etapa de ampliação da subestação ou de seccionamento da linha referente à conexão. Os desenhos selecionados deverão ser requisitados pelo acessante junto ao Arquivo Tecnológico da Cemig D, mediante autorização, conforme item 6.10.3.

### **6.7.2 Visita técnica**

A Cemig D permitirá ao acessante a realização de uma visita técnica à subestação a qual irá se conectar. Nesta visita deverão participar representantes das áreas envolvidas da Cemig D (Viabilidade, Projeto Executivo, Telecomunicações, Construção, Operação e Regional), bem como o projetista contratado pelo acessante para elaboração do projeto.

A autorização para a visita será concedida após a CEMIG verificar que a projetista contratada pelo acessante é habilitada no grupo de mercadorias para desenvolvimento de

projetos executivos. A programação da data da visita deverá ser tratada com a área de gestão da implantação de projetos da Cemig D.

### **6.7.3 Liberação do acesso ao arquivo tecnológico**

Para acesso ao arquivo tecnológico da CEMIG D, o Acessante deverá apresentar formalmente, para a aprovação da CEMIG D, a empresa contratada para a elaboração do projeto executivo. Sem a aprovação da CEMIG D, como também a assinatura do termo de Confiabilidade e Responsabilidade, nenhum documento será liberado. Esta tramitação será coordenada pela área de gestão da implantação de projetos da Cemig D.

### **6.7.4 Relação de equipamentos, especificações e padrões técnicos**

A Cemig D, por meio de sua gestão da implantação de projetos, deverá encaminhar ao acessante as especificações dos equipamentos aplicáveis à subestação que será ampliada em atendimento às obras de conexão. Os equipamentos a serem aplicados em instalações da Cemig D devem obedecer às especificações técnicas da Cemig D. Da mesma forma, deverão ser fornecidos os padrões referentes aos projetos de linhas e subestações de distribuição de AT. Quando requisitado, a CEMIG poderá encaminhar as descrições dos equipamentos, bem como informar os possíveis fornecedores cadastrados na Cemig D. Essas especificações deverão ser fornecidas ao acessante.

## **6.8 Verificação e aprovação dos projetos executivos**

O projeto executivo das instalações de conexão elaborado pelo acessante deve ser encaminhado à Cemig D para análise e aprovação. Deverão ser encaminhadas 2 cópias em papel e digital. A documentação técnica dos materiais e equipamentos a serem aprovados pela Cemig D deverá ser enviada em meio digital (arquivo em pdf). Se aprovado, deverá ser arquivado pela Cemig D. Caso contrário, retornará para as correções solicitadas, sendo analisado novamente.

O Acessante deverá apresentar formalmente, para a aprovação da CEMIG D, as empresas contratadas. Sem a aprovação da CEMIG D, nenhuma atividade de verificação e aprovação dos projetos executivos será iniciada.

O acessante deverá encaminhar todo o projeto de sua linha de distribuição (LD) para a Cemig D verificar. Este projeto deve atender os padrões da Cemig D (critérios de projeto, normas e materiais). A análise será concentrada nos seguintes pontos:

- Travessias envolvendo o sistema elétrico da Cemig (linhas de transmissão, distribuição e redes);
- Paralelismos com sistema elétrico da Cemig;
- Dimensionamento de cabos para-raios;
- Interferências com os sistemas de aterramento das instalações da Cemig;
- Esforços mecânicos no vão de conexão (pórtico e torre).

Na SE do acessante, a Cemig D deverá, a seu critério, aprovar o projeto executivo do bay de entrada de linha na SE, avaliar o Memorial Descritivo sobre o sistema de controle de tensão da central geradora, acompanhar o comissionamento das proteções conectadas ao disjuntor de interligação com a Cemig D e acompanhar o comissionamento do sistema de controle de tensão.

Para a aprovação do projeto executivo do bay de entrada são necessários: o Diagrama de Operação, Diagrama Trifilar – Esquemático Disjuntor, Diagrama Unifilar – Serviço Auxiliar, Disposições dos Painéis – Casa de Controle, Arranjo Planta – Cortes e Situação e Localização.

### **Estudo de seletividade e da parametrização da proteção**

Na SE do acessante, a Cemig D deverá aprovar os ajustes básicos das proteções informados em planilha disponibilizada pela Cemig. Ressalta-se que é do acessante a responsabilidade pela parametrização e implementação desses ajustes básicos nos relés, além dos demais parâmetros de ajuste e configuração de entradas e saídas digitais, LEDs e lógicas, conforme projeto elétrico (diagramas esquemáticos e lógicos).

## **6.9 Obras**

Somente após a celebração do CCD e CUSD, poderão ser iniciadas as obras da conexão e de reforço e/ou adequação ao sistema de distribuição.

O acessante deverá fornecer o cronograma das obras sob sua responsabilidade e apresentar formalmente as empresas contratadas para a implantação do empreendimento. O envio da correspondência formalizando a contratação e o cronograma são pré-requisitos para a realização de uma reunião interna à Cemig D, para abertura do plano de obras. O cronograma deverá considerar os principais marcos definidos pela Cemig D. Após essa reunião o acessante será convocado para uma reunião de início de projeto.

As instalações de conexão devem ser construídas observando-se as características técnicas, normas, padrões e procedimentos específicos do sistema da Cemig D e as normas da ABNT, conforme projeto já aprovado.

### **6.9.1 Obras de responsabilidade da Cemig D**

A distribuidora deve obter as licenças, autorizações ou aprovações da autoridade competente, além de adotar providências necessárias para desapropriação ou instituição de servidão administrativa necessárias para execução das obras de sua responsabilidade. Essas obras devem ser executadas de acordo com o cronograma da distribuidora, observados os prazos específicos estabelecidos na regulação e na legislação.

Nos casos de pagamento parcelado de participação financeira, os prazos de conclusão das obras devem ser cumpridos independentemente do prazo de parcelamento acordado.

Os prazos estabelecidos ou pactuados para início e conclusão das obras a cargo da distribuidora devem ser suspensos nas seguintes situações:

I - o acessante gerador não apresentar as informações ou não tiver executado as obras, de sua responsabilidade, desde que tais informações e obras inviabilizem a execução das obras pela distribuidora;

II - a distribuidora não tiver obtido a licença, autorização ou aprovação de autoridade competente, depois de cumpridas as exigências legais, conforme art. 87 da REN1000/2021;

III - a distribuidora não tiver obtido a servidão de passagem ou via de acesso necessária à execução dos trabalhos;

IV - em caso de central geradora:

- a) que não está dispensada de concessão, autorização ou permissão do poder concedente: enquanto não for apresentado o ato de outorga e parecer do ONS contendo a modalidade de operação da usina, conforme Procedimentos de Rede;

b) dispensada de concessão, autorização ou permissão do poder concedente: enquanto não for apresentado o certificado de registro ou documento equivalente emitido pela ANEEL; e

c) em processo de alteração das características da conexão dispostas no ato de outorga: enquanto não for apresentada a alteração realizada pela ANEEL;

V - em casos fortuitos ou de força maior.

No caso de suspensão, a distribuidora deve comprovar que adotou de forma célere todas as providências de sua responsabilidade para obter as licenças, autorizações ou aprovações da autoridade competente, além dos requerimentos à ANEEL quando necessária a desapropriação ou instituição de servidão administrativa.

A distribuidora deve comunicar previamente ao acessante gerador, por escrito, sobre os motivos da suspensão dos prazos, com as devidas justificativas, devendo a contagem do prazo ser continuada imediatamente após resolvidas as pendências.

À Cemig D cabe a execução de obras de adequação e reforço em seu próprio sistema de distribuição e a supervisão das obras nas instalações do ponto de conexão do acessante, que devem atender aos critérios e padrões técnicos da concessionária.

De acordo com a Resolução Normativa nº 068/2004, a responsabilidade pela execução das obras de reforço do sistema de distribuição é da Cemig D. Quando os prazos de execução das obras não atenderem às necessidades do acessante, este poderá por assumir a execução, sendo os custos ressarcidos posteriormente pela Cemig D.

### **6.9.2 Obras sob a responsabilidade do acessante**

Conforme os termos do artigo 4º da Resolução Normativa Nº 312, de 2008, e Nº 068 de 2004, da ANEEL, são de responsabilidade do acessante o projeto e a implementação das instalações de uso exclusivo, das instalações que constituem o ponto de conexão e das seguintes instalações associadas:

I – Módulo geral, barramento, entradas e extensões de linha, associados ao seccionamento, e adequações nos terminais da linha seccionada referentes aos sistemas de telecomunicação, proteção, comando e controle, no caso de conexão por meio de seccionamento de linha de propriedade de concessionária ou permissionária de distribuição em tensão igual ou superior a 69 kV;

II – Adequações, específicas ao acesso, relativas aos sistemas de telecomunicação, proteção, comando e controle da subestação Cemig D, no caso de conexão à subestação de distribuição existente;

III – Adequações nos terminais da linha acessada referentes aos sistemas de telecomunicação, proteção, comando e controle, no caso de conexão por meio de derivação de linha de propriedade de concessionária ou permissionária de distribuição em tensão igual a 69 kV.

Após a assinatura dos contratos pelo acessante, é convocada pela Cemig D uma reunião entre a equipe da Cemig D envolvida com o empreendimento e os representantes do acessante. Tem como objetivo apresentar ao acessante gerador o responsável da Cemig D, por cada atividade, acompanhar o andamento do plano e orientá-lo nos próximos passos para viabilização do empreendimento.

As empreiteiras contratadas pelo acessante devem estar cadastradas na Cemig D como fornecedoras de serviços para a execução das obras de conexão. A relação das empresas credenciadas pode ser obtida junto à área de gestão da implantação da Cemig D.

Caso necessário o fornecimento de energia elétrica para suprimento ao canteiro de obras, durante a fase de implantação das obras de conexão sob sua responsabilidade, o acessante poderá solicitar o acesso em caráter temporário às instalações da concessionária. Ressalta-se que o acesso obtido em caráter temporário não poderá ser utilizado para interligação da geração ao sistema de distribuição, mesmo que para testes ou em caráter temporário ou emergencial.

### **Ponto de Conexão e Instalações de Conexão**

Para a implantação das obras de responsabilidade do acessante, cabe à acessada:

- Realizar vistoria com vistas à conexão das instalações do acessante, apresentando o seu resultado por meio de relatório formal, incluindo o relatório de comissionamento, quando couber, no prazo de até 30 (trinta) dias a contar da data de solicitação formal de vistoria pelo acessante.
- Emitir a aprovação do ponto de conexão, liberando-o para sua efetiva conexão, no prazo de até 7 dias a partir da data em que forem satisfeitas as condições estabelecidas no relatório de vistoria.

Os prazos estabelecidos ou pactuados para início e conclusão das obras de responsabilidade da distribuidora devem ser suspensos, voltando a fluir após a remoção do impedimento, quando:

- O acessante não apresentar as informações sob sua responsabilidade;
- Cumpridas todas as exigências legais, não for obtida licença, autorização ou aprovação de autoridade competente;
- Não for obtida a autorização de passagem, faixa de servidão ou via de acesso necessária à execução das obras;
- Casos fortuitos ou de força maior gerarem qualquer interferência.

### **Equipamentos e materiais**

O acessante é responsável pelo fornecimento dos equipamentos e materiais aplicáveis às obras de conexão. Todos os equipamentos a serem instalados nas instalações da Cemig D devem ter sua documentação técnica e relatórios de ensaios previamente analisados e aprovados pela área de projetos. Devem ser atendidas as especificações técnicas (ET) para cada equipamento e os critérios de montagem. Os equipamentos devem ter garantia mínimo de 3 (três) anos a contar da sua liberação para operação, nos termos das respectivas especificações com relação a caracterização da garantia. Devem ser atendidos prazos maiores de garantia caso as especificações dos equipamentos exijam prazos superiores aos aqui discriminados.

Caso seja o primeiro fornecimento, deverão ser previstos ensaios de tipo. Caracterizam primeiro fornecimento:

- Itens não adquiridos pela Cemig D;
- Itens adquiridos pela Cemig D cujos projetos sofreram qualquer alteração;
- Itens a serem fabricados em unidade de produção diferente das unidades de produção dos fornecimentos anteriores.

O processo de fabricação dos equipamentos/materiais a serem aplicados em instalações da Cemig D é concluído com a inspeção destes em fábrica.

É condição para a liberação do envio dos equipamentos e materiais para as instalações da Cemig D, que seja realizada a inspeção antes do embarque. Para isto, o acessante e o fornecedor, deverão programar as inspeções e solicitar o comparecimento, em fábrica, da

equipe de inspeção da Cemig D, enviando e-mail com formulário específico, para o endereço [inspecao@cemig.com.br](mailto:inspecao@cemig.com.br), com cópia para o coordenador do empreendimento.

Esta solicitação deverá ser realizada com antecedência de 10 dias, no caso de inspeção no Brasil e 30 dias para inspeções no exterior. Estão sujeitos a essa inspeção todos os materiais e equipamentos referentes à conexão a serem aplicados nas instalações da Cemig e os que deverão posteriormente ter sua transferência de propriedade para a Cemig D.

Em caso de aprovação dos resultados dos ensaios/testes, o equipamento/material é liberado para transporte à obra. Caso contrário, o fornecedor deverá providenciar sua adequação e nova convocação de inspeção deverá ser emitida.

Caso os equipamentos fornecidos sejam desconhecidos da Cemig D, deverão ser fornecidos treinamento e supervisão de montagem.

### **Fiscalização das obras civis e montagem eletromecânica**

Após a aprovação do projeto executivo e aprovação das empreiteiras contratadas pelo acessante, serão realizadas reuniões de início de obras e de integração em sequência. Envolve a participação da Cemig D e da empreiteira de construção contratada pelo acessante. Nesta reunião são abordados assuntos referentes à segurança do trabalho, legislação trabalhista e estratégias para as obras de construção.

Após a reunião de início de obras e de posse do projeto executivo aprovado, tem início a execução das obras civis. Esta atividade é periodicamente fiscalizada pela Cemig D para assegurar o atendimento a aspectos de qualidade e segurança dos serviços executados, dar apoio à execução de atividades críticas e acompanhar a realização física das obras.

Nesta etapa deverão ser iniciadas as tratativas relativas aos desligamentos, arranjos provisórios e serviços em linha viva necessários à execução das obras para a conexão.

Após a conclusão das Obras Civis, dá-se início à execução das montagens elétricas e eletromecânicas e testes físicos em equipamentos e materiais instalados. Esta atividade é periodicamente fiscalizada pela Cemig D para assegurar o atendimento a aspectos de qualidade e segurança dos serviços executados, dar apoio à execução de atividades críticas e acompanhar a realização física das obras.

### **Capitalização de ativos**

O acessante deverá encaminhar para a área de construção da CEMIG as Listas de Materiais (elétrico e eletromecânico) conforme construído, a lista de Equipamentos conforme construído, os Documentos Informações Sobre Unidades de Cadastro (ISUC's) e todas as Notas fiscais dos equipamentos, materiais e serviços prestados. As notas fiscais dos equipamentos devem ser acompanhadas dos respectivos Relatórios de Evento de Inspeção – REI emitidos pela equipe da CEMIG.

De forma a possibilitar a capitalização, deve-se executar, para cada Instalação, no decorrer da Implantação a correta apropriação dos valores referentes ao fornecimento do objeto do contrato, quantificados e valorados por Unidade de Cadastro (UC) e Unidades de Adição e Retirada (UAR), em conformidade a Portaria DNAEE nº 815, de 30 de novembro de 1994, atualizada pela Resolução ANEEL n.º 15 de 24 de Dezembro de 1997, Manual de Unidades de Cadastro (MUC) e Manual de Controle Patrimonial do Setor Elétrico – MCPSE, devendo nas notas fiscais serem segregadas as aquisições de “serviços” das aquisições de “equipamentos” e entregar à Cemig D, ao término do Comissionamento, no prazo estabelecido no Cronograma de Implantação, um relatório final dessa contabilização por UC/UAR, Componente Menor – COM e Custos Adicionais - CA, em conformidade as legislações citadas, o preenchimento dos formulários fornecidos como modelos.

### **Comissionamento e adequação do sistema supervisório**

Para permitir a supervisão e controle remotos das instalações de conexão (subestação e usina), é providenciada a adequação do sistema supervisório (atualização/elaboração da base de dados e telas do sistema SCADA da Cemig D - xOmni, fornecimento de modem (caso necessário), dos Centros de Operação da Distribuição da Cemig (COD) e Centro de Operação do Sistema Cemig (COS) (caso necessário).

Esta atividade é realizada após a aprovação do projeto executivo elétrico. É de responsabilidade da Cemig D ou do acessante, conforme definido no estudo de viabilidade. Deverão ser enviadas a base de dados e as telas do xOmni atualizadas para aprovação pela Cemig D.

### **Acordo operativo**

O Acordo Operativo (A. O.) é complementar ao CCD e ao CUSD. Apresenta as premissas e condições de operação interligada entre a Cemig D e o acessante. Para sua elaboração são necessárias as seguintes informações:

- Contrato de Conexão de Distribuição (CCD);
- Estudos de Viabilidade desenvolvidos pela Cemig D;
- Diagrama de Operação da usina do acessante;
- Nome, telefone e e-mail dos responsáveis pela operação da usina do acessante.

O Diagrama de Operação da usina e os dados dos responsáveis pela operação da usina deverão ser encaminhados para a Área Comercial da Cemig tão logo estejam disponíveis.

### **Aprovação do diagrama de operação da subestação do acessante**

A elaboração do diagrama de operação é de responsabilidade do acessante. A Cemig D deverá conferir e aprovar o desenho provisório que deverá estar de acordo com os padrões desta concessionária (Instrução Diagrama de Operação 02118-OP/EG3-1761).

Após a conclusão do comissionamento o acessante receberá o Diagrama de Operação provisório com as eventuais alterações para a emissão do Diagrama de Operação definitivo. Futuras adequações e ou alterações do diagrama serão de inteira responsabilidade do acessante.

A identificação do Diagrama de Operação será feita de acordo com os padrões da Cemig D, para posterior aprovação definitiva e arquivamento no acervo técnico.

### **Medição de faturamento**

Todas as informações necessárias sobre a Instalação do Sistema de Medição para Faturamento se encontram nos Submódulos 2.14 e 7.11, dos procedimentos de rede do ONS, caso o acessante seja exclusivamente produtor. No caso de acessantes de geração sazonal, deverá ser seguida documentação técnica específica.

Deverá ser elaborado, pelo acessante, projeto específico do Sistema de Medição de Faturamento e encaminhado à Cemig D para análise e comentários. Para a análise do projeto é necessária a apresentação do Parecer de Localização da Medição emitido pela CCEE.

Caso seja necessário realizar revisões no projeto de medição, o coordenador do plano receberá as novas versões do projeto e encaminhará à Gerência de Medição. Nessa fase, o coordenador do plano deverá dar atenção especial à especificação dos TP e TC compartilhado entre medição e proteção.

A Cemig D deverá inspecionar os equipamentos adquiridos pelo acessante gerador a serem instalados na SE da concessionária e comissionar as instalações de medição líquida e bruta.

O acessante deverá implantar sistemas de comunicação da medição com a CCEE e a Cemig D, que deverão ser testados antes da instalação da medição. O ONS somente permitirá os testes e a entrada em operação comercial da usina após a CCEE realizar os testes no sistema de medição de energia e estar em acordo para a comercialização da energia gerada.

Após o preenchimento pelo acessante do relatório de comissionamento do Sistema de Medição de Faturamento, conforme Submódulo 7.11 dos Procedimentos de Rede do ONS, este será enviado à Cemig D para aprovação preliminar. Após aprovado pela Cemig o relatório de comissionamento será enviado ao ONS.

### **Sistema de telecomunicações**

O acessante deverá elaborar o projeto de telecomunicações, conforme escopo previsto no Estudo de Viabilidade e encaminhar ao Coordenador do plano, na Cemig D, para análise e comentários. Cabe à Cemig D aprovar o projeto de telecomunicações elaborado pelo acessante gerador, no padrão exigido pela concessionária, bem como o acompanhamento da inspeção em fábrica dos equipamentos de telecomunicações.

Cabe ao acessante preparar o documento TUC (Tipo de Unidade de Cadastro) com os valores estabelecidos pela ANEEL para os equipamentos utilizados e transferi-lo à Cemig D.

### **Entrada em operação**

A Cemig D deverá informar ao acessante os prazos referentes à emissão dos relatórios de comissionamento, liberação para testes e entrada em operação das instalações de todas as obras de conexão e para as instalações de geração.

Os prazos estabelecidos ou pactuados para início e conclusão das obras de responsabilidade da distribuidora devem ser suspensos, voltando a correr depois de removido o impedimento, quando:

- O acessante não apresentar as informações sob sua responsabilidade;
- Cumpridas todas as exigências legais, não for obtida licença, autorização ou aprovação de autoridade competente;

- Não for obtida a autorização de passagem, faixa de servidão ou via de acesso necessária à execução das obras;
- Casos fortuitos ou de força maior gerarem qualquer interferência.

### **6.10 Vistoria e instalação de medição**

A distribuidora deve realizar a vistoria e a instalação dos equipamentos de medição nas instalações do acessante gerador em até 15 (quinze) dias úteis para conexão em tensão maior que 69 kV.

A contagem desse prazo inicia automaticamente no primeiro dia útil subsequente a partir da:

I - devolução dos contratos assinados quando não forem necessárias obras para realização da conexão em tensão maior ou igual que 2,3 kV;

II - conclusão da obra pela distribuidora para atendimento ao pedido de conexão, conforme artigo 88 da REN1000/2021, ou do comissionamento da obra executada pelo acessante gerador, conforme artigo 112 da REN1000/2021 ou

III - nova solicitação da vistoria em caso de reprovação de vistoria anterior.

Na vistoria a distribuidora deve realizar, caso necessário, os ensaios e testes dos equipamentos e sistemas das instalações de conexão.

O relatório de vistoria deve conter, caso aplicável:

I - a descrição das características finais das instalações de conexão;

II - os resultados dos ensaios e testes realizados nas instalações de conexão e em suas instalações internas;

III - os resultados dos ensaios e testes realizados nos equipamentos corretivos, se empregados para atenuar distúrbios;

IV - a relação de eventuais pendências; e

V - os desenhos do ponto de conexão, conforme construído.

Ocorrendo reprovação das instalações de entrada de energia elétrica na vistoria, a distribuidora deve disponibilizar ao acessante gerador, em até 3 (três) dias úteis após a

conclusão do procedimento, o relatório de vistoria, com os motivos e as providências corretivas necessárias.

Após resolvidas as pendências detectadas no relatório de vistoria, o acessante gerador deve formalizar nova solicitação de vistoria à distribuidora.

A distribuidora pode reprovar a vistoria caso o projeto das instalações de entrada de energia não tenha sido aprovado, desde que:

- I - a exigência de aprovação prévia esteja estabelecida na norma técnica da distribuidora;
- II - o acessante gerador tenha sido informado no orçamento de conexão; e
- III - a distribuidora não esteja com a análise do projeto atrasada.

A distribuidora deve elaborar e encaminhar à CCEE o diagrama unifilar do ponto de conexão e do sistema de medição, sendo vedado exigir do acessante gerador o pagamento ou a elaboração do documento.

No caso de central geradora, o usuário é responsável por realizar o projeto, a montagem e o comissionamento do sistema de medição para faturamento e seu relatório, observadas as seguintes disposições:

- I - o projeto de medição deve ser submetido à aprovação da distribuidora;
- II - a distribuidora deve avaliar o projeto em até 10 dias úteis após seu recebimento e comunicar a sua aprovação ou a reprovação com as correções necessárias;
- III - o acessante gerador deve montar e realizar o comissionamento do sistema de medição com o acompanhamento da distribuidora e submeter o relatório à aprovação da distribuidora;
- IV - a distribuidora deve avaliar o relatório de comissionamento em até 10 dias úteis após seu recebimento e comunicar ao acessante gerador a sua aprovação ou reprovação e as correções necessárias; e
- V - o titular da central geradora deve solicitar o cadastro do ponto de medição nos sistemas da CCEE após a aprovação do relatório de comissionamento de central geradora que não esteja em operação em teste.

## 7 CRITÉRIOS E PADRÕES TÉCNICOS PARA A CONEXÃO

### 7.1 Características do Sistema de Distribuição Cemig em alta tensão (AT)

Os níveis de tensão padronizados para a rede de distribuição em alta tensão da Cemig são o 138 e o 69 kV.

O sistema de alta tensão é trifásico, com neutro fortemente aterrado nos secundários das transformações de distribuição e nos autotransformadores de 138/69-13,8 kV, e 69/34,5-13,8 kV, ou com transformadores de aterramento. O suprimento da rede de distribuição de alta tensão é realizado por meio das subestações de transmissão e pelas centrais geradoras interligadas em 138 e 69 kV.

### 7.2 Forma da Conexão

Os acessantes poderão ser interligados ao sistema elétrico de alta tensão da Cemig D por uma das formas a seguir, escolhida em função da análise de mínimo custo e dos critérios técnicos de conexão:

- Conexão a subestação existente
- Conexão por meio de subestação de integração:
  - Subestação de integração próxima à linha de distribuição
  - Subestação de integração próxima às instalações do acessante
- Conexão de consumidor existente que pretende se tornar autoprodutor
  - Consumidor conectado a uma extremidade de uma linha da Cemig D
  - Consumidor conectado em derivação em uma linha da Cemig D

A conexão de central geradora também pode ser realizada por meio de compartilhamento de instalações de interesse restrito, caso essa alternativa seja indicada na análise de mínimo custo global realizada pela distribuidora. Neste caso, devem ser atendidos todos os critérios para este tipo de conexão que constam na Resolução Normativa ANEEL nº 1000/2021.

Em alguns casos especiais, em função do porte elevado da geração do acessante e/ou de restrições técnicas, poderão ser necessários mais de dois circuitos para sua interligação ao

sistema da Cemig D. Para essas situações deverá ser realizada uma análise específica para a definição da forma de conexão mais adequada.

### **7.2.1 Conexão a subestação existente**

O acessante será conectado em alta tensão a uma subestação existente da Cemig D, através de uma linha de distribuição. Neste caso, deverão ser seguidas as características de projeto, equipamentos e instalações da subestação na qual se der o acesso. O acessante deverá construir um bay de entrada de linha de alta tensão, com disjuntor, para a conexão da sua linha à subestação da Cemig D. Os equipamentos da seção deverão ser transferidos sem ônus para a Cemig D, que será responsável pela manutenção destes equipamentos.

O acessante deverá efetuar as adequações necessárias no sistema de automação para a integração da nova seção e instalar medição no ponto de conexão, em conformidade com os requisitos de medição detalhados no item 7.5.

A linha de interligação deverá ser construída conforme as recomendações do item 7.2.4. O acessante é o responsável pela construção e manutenção da linha que interliga as suas instalações à subestação da Cemig D. Os detalhes técnicos de projeto desse tipo de solução da Cemig D deverão ser definidos caso a caso. Este tipo de conexão é apresentado na figura a seguir.

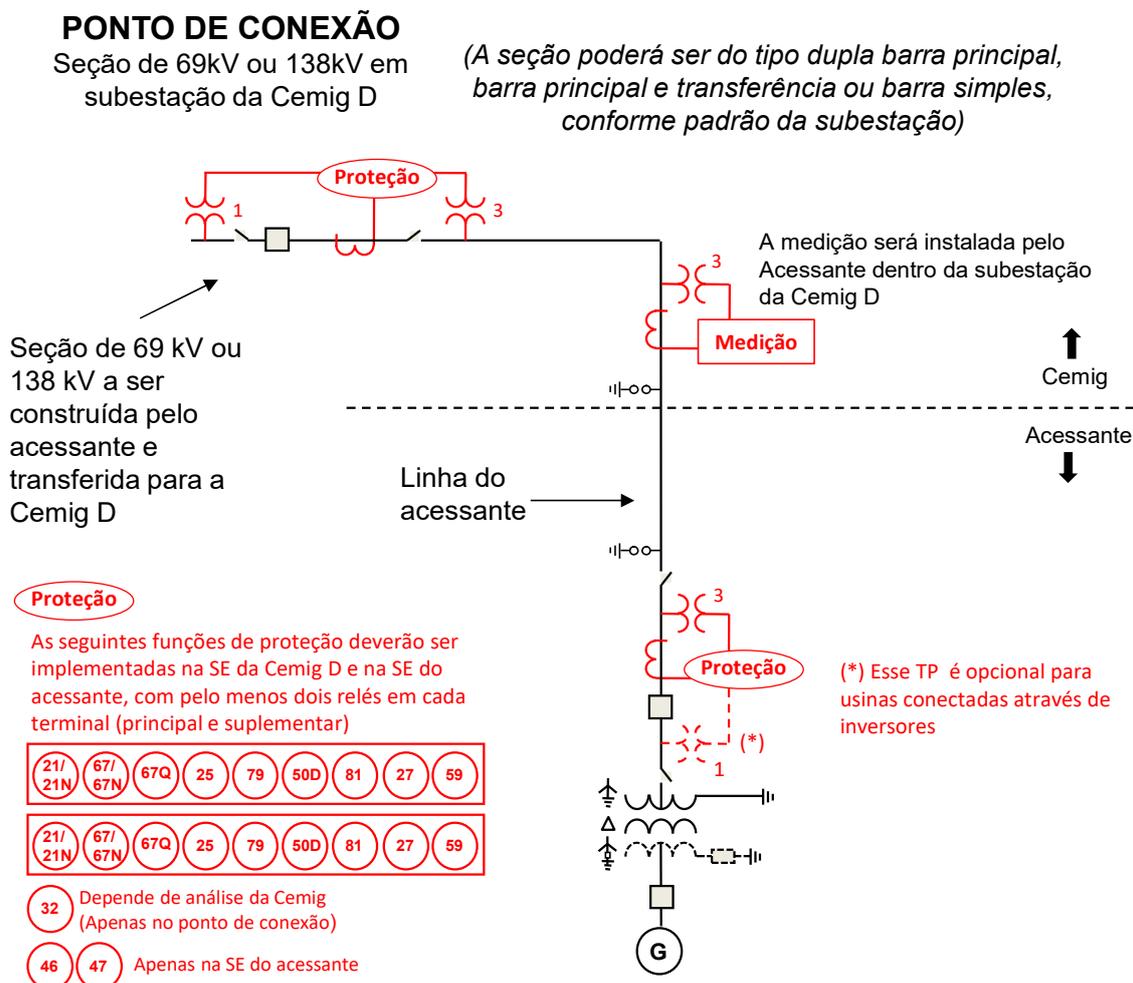


Figura 3 – Acessante conectado em subestação existente da Cemig D

## 7.2.2 Conexão à linha de distribuição por meio de subestação de integração

A conexão é realizada em uma linha existente de 69 ou 138 kV, por meio de uma subestação de integração próxima à linha de distribuição, ou mediante o seccionamento da linha e a construção da subestação de integração próxima às instalações do acessante, dependendo da distância da instalação do acessante e a linha.

A subestação de integração deverá ser construída pelo acessante de acordo com os padrões da Cemig D e transferida, sem ônus, para esta Concessionária.

### 7.2.2.1 Subestação de integração próxima à linha de distribuição

Quando a instalação do acessante encontra-se a mais de 3 km da linha em 69 ou 138 kV da Cemig D, a conexão será realizada por meio de subestação de integração a ser

construída próxima à linha. O acessante é o proprietário e o responsável pela construção e manutenção do trecho de linha entre a sua instalação e a subestação de Integração. Esse trecho de linha deverá ser construído de acordo com os padrões de linha de distribuição da Cemig D.

Foram desenvolvidos pela Cemig padrões básicos para subestações de integração em 69 e 138 kV, mostrados a seguir.

**a) Subestação de integração próxima a linha de distribuição de 69 kV**

Para a conexão em linha existente de 69 kV, a SE de integração deverá ser construída segundo o esquema básico a seguir.

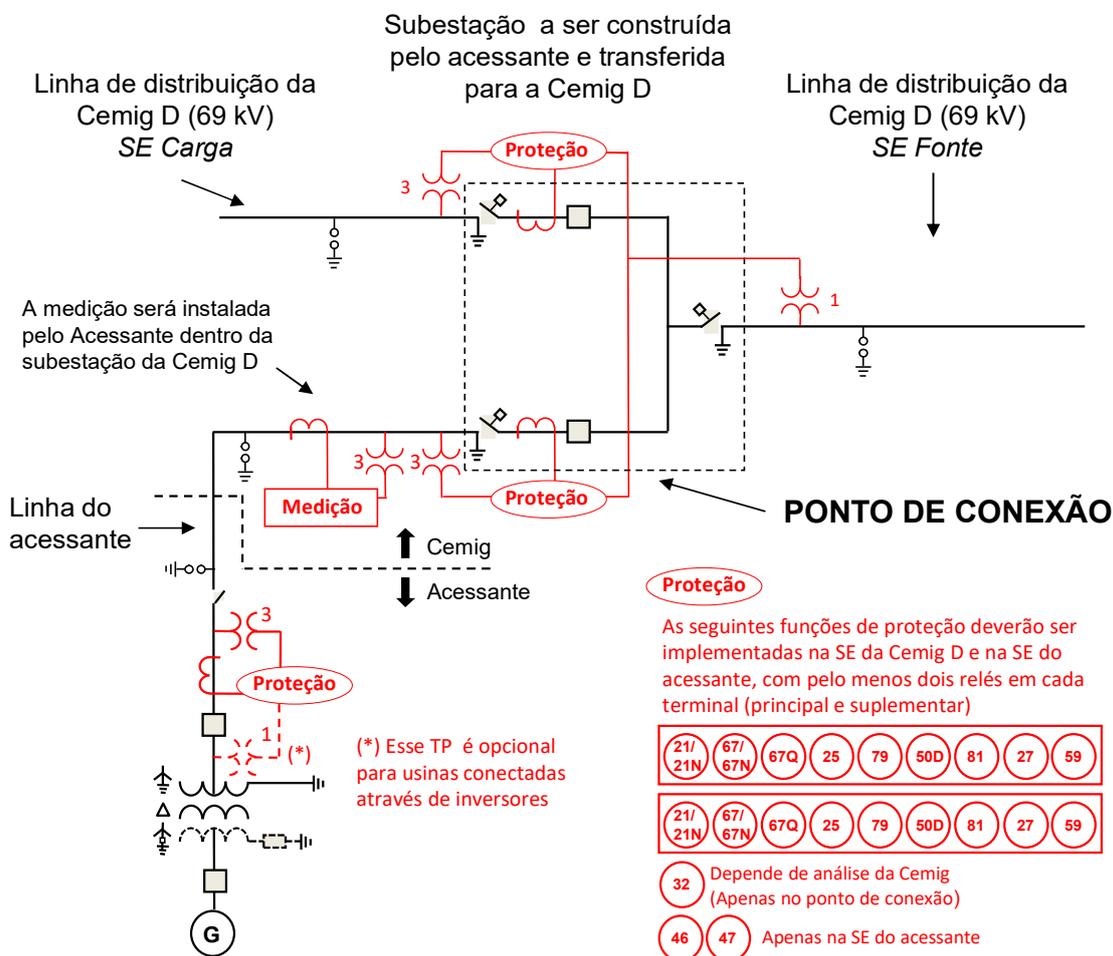


Figura 4 – SE de integração de 69 kV

Esse arranjo tem como principais características:

- Um módulo híbrido duplo de 138kV operando em 69 kV com dois disjuntores e três chaves seccionadoras motorizadas, incluindo proteção (2 relés 21/21N para cada seção com disjuntor);
- Sistema de medição de faturamento, na saída para o acessante de geração;
- A subestação fonte deverá ser ligada ao terminal com a chave seccionadora apenas e a subestação carga e o acessante deverão ser ligados aos terminais com disjuntores.

Ressalta-se que poderá ser necessária a instalação de equipamentos de comunicação do tipo carrier na subestação de integração, caso seja esse o meio de comunicação existente na linha a ser seccionada por essa subestação. Além disso, o acessante deverá instalar dois relés de distância no terminal de 69 kV da subestação fonte, onde será interligado.

#### **b) Subestação de integração próxima a linha de distribuição de 138 kV**

Em sua etapa final a subestação de integração deverá contemplar a instalação de três saídas em 138 kV com disjuntores, podendo começar com apenas dois disjuntores e uma saída com chave seccionadora em 138 kV motorizada, caso a subestação de integração seja instalada em uma linha radial.

A subestação de integração a ser implantada em sistemas em anel é mostrada a seguir.

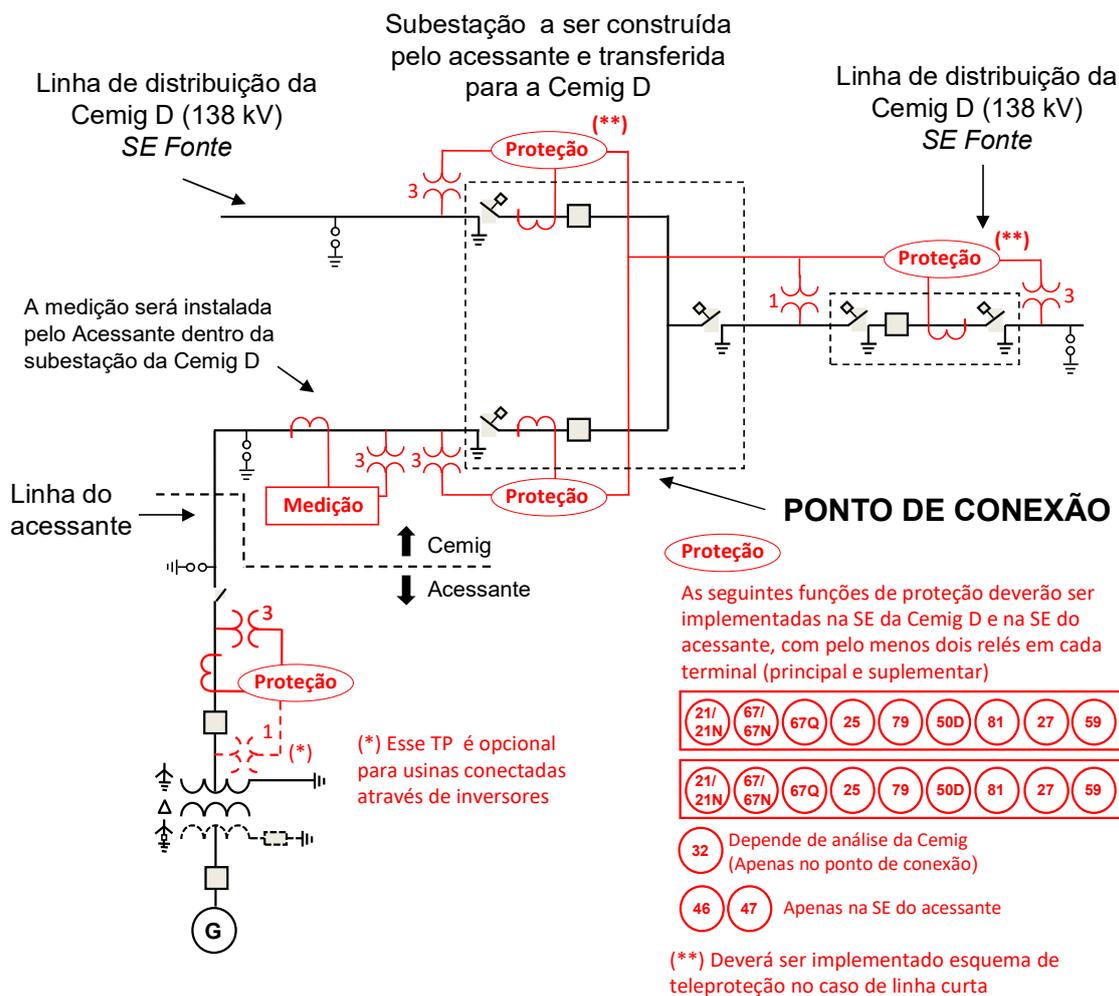


Figura 5 – Subestação de integração de 138 kV – Sistema em anel

A subestação de integração a ser implantada em uma linha radial é mostrada na figura a seguir.



expansão futura. Nesse caso, o acessante terá direito a ressarcimento pela Cemig dos custos adicionais. As condições de ressarcimento deverão ser negociadas entre as partes.

- Sistema de medição de faturamento, na saída para o acessante de geração.

Ressalta-se que poderá ser necessária a instalação de equipamentos de comunicação do tipo carrier na subestação de integração, caso seja esse o meio de comunicação existente na linha a ser seccionada por essa subestação. Além disso, no caso de linha radial, o acessante deverá instalar dois relés de distância no terminal de 138 kV da subestação fonte onde o mesmo será interligado.

Dependendo das necessidades de expansão do sistema elétrico nas proximidades da subestação de integração, a Cemig D poderá solicitar a previsão de espaço para a instalação de uma quarta seção e se responsabilizará pelos custos adicionais resultantes. No caso de se identificar a iminência de expansão futura da SE de conexão, a Cemig D poderá solicitar ao acessante a aquisição e instalação dos equipamentos de proteção e controle previstos para a expansão futura. Nesse caso, o acessante terá direito a ressarcimento pela Cemig D dos custos adicionais. As condições de ressarcimento deverão ser negociadas entre as partes.

#### **7.2.2.2 Subestação de integração próxima ao acessante**

Quando a instalação do acessante encontra-se a uma distância menor ou igual a 3 km da linha da Cemig D, o acessante poderá optar entre as seguintes formas de integração:

- a subestação de integração poderá ser construída próxima à linha da Cemig D, conforme item anterior,
- o acessante poderá seccionar a linha e construir a subestação de integração o mais próximo possível da sua subestação.

Nas conexões com seccionamento de linha de distribuição, o barramento da subestação de integração é uma parte integrante do sistema da distribuidora, de forma que os transformadores da subestação particular deverão obrigatoriamente ser conectados a ele por meio de disjuntores. Este arranjo permite a operação independente da linha e das instalações do acessante.

Portanto, as instalações relativas às entradas de linha e a este barramento deverão ser obrigatoriamente transferidas à Cemig D e incorporadas aos seus ativos, sendo desta a

responsabilidade por sua operação e manutenção. Neste caso o trecho de linha entre o ponto do seccionamento da linha existente e a subestação de integração também deverá ser transferido para a Cemig D. Recomenda-se que a área destinada à implantação da subestação seja adjacente ao limite da propriedade do acessante e não na área da subestação, facilitando as atividades de operação e manutenção da subestação de integração.

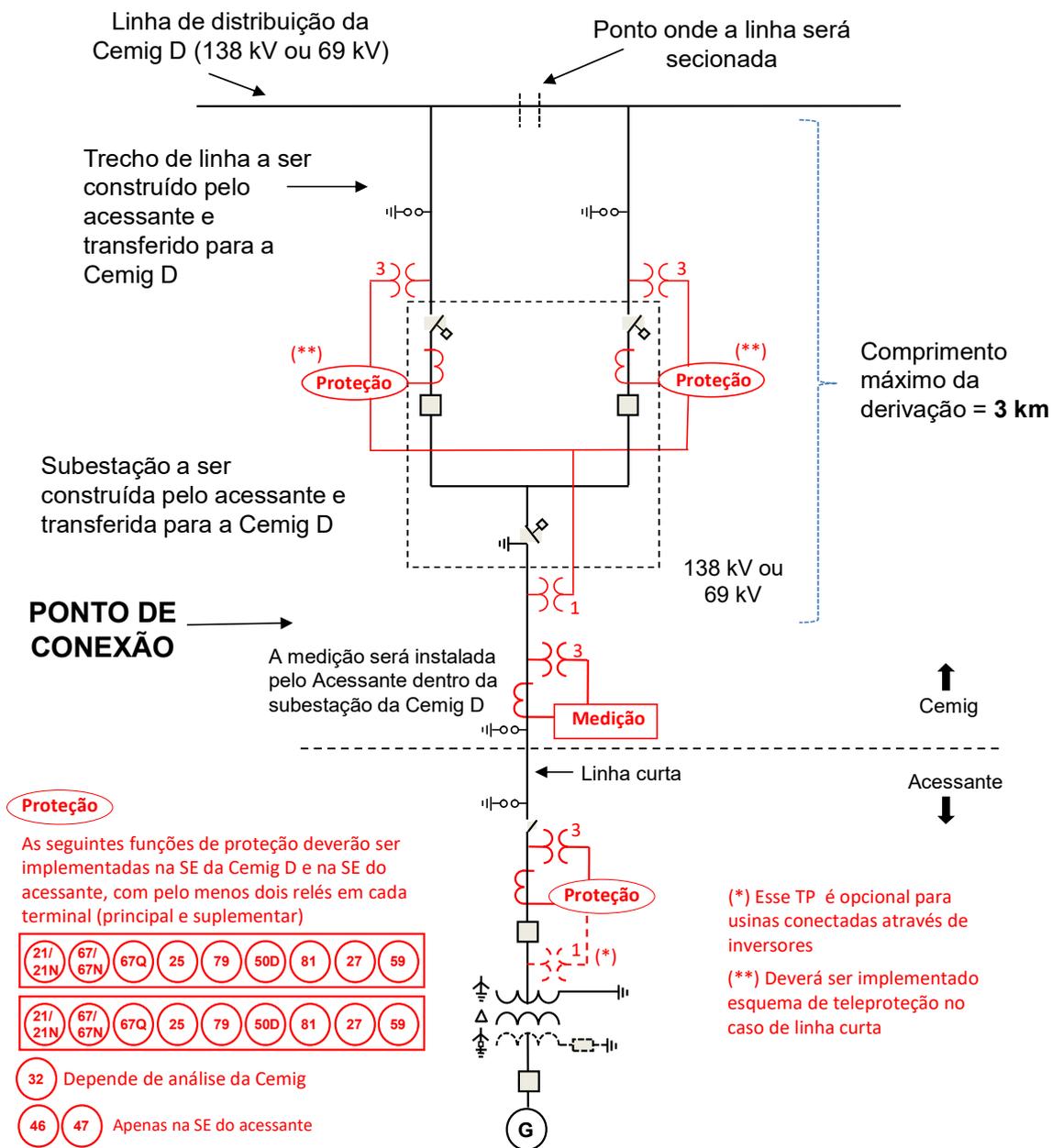


Figura 7 – Conexão por subestação de integração próxima ao acessante

Neste tipo de conexão o arranjo da subestação de integração, em 138 ou 69 kV, tem como principais características:

- Um módulo híbrido duplo (dois disjuntores) incluindo proteção (2 relés 21/21N para cada seção).
- Sistema de medição de faturamento, na saída para o acessante de geração.

*Observação: Para pedidos de conexão ou ampliação de unidades geradoras com potência injetada total igual ou superior a 40 MW, a conexão através desse tipo de subestação só será válida até 29/10/2022. A partir de 30/10/2022, para essa faixa de potência injetada ( $\geq 40$  MW), deverá ser implementada uma subestação de integração com disjuntor na saída para o acessante gerador, conforme as opções detalhadas no item 7.2.2.1, mesmo que esta subestação seja construída próxima às instalações do acessante.*

Ressalta-se que, no caso de linha radial, a proteção da saída voltada para a subestação fonte deverá atuar também no disjuntor da saída para a subestação carga. Esta atuação tem o objetivo de impedir o ilhamento intempestivo, o que poderia causar variações de tensão e frequência indesejáveis e causar prejuízos para outros consumidores.

Poderá ser necessária a instalação de equipamentos de comunicação do tipo carrier na subestação de integração, caso seja esse o meio de comunicação existente na linha a ser seccionada por essa subestação. Além disso, no caso de linha radial, o acessante deverá instalar dois relés de distância no terminal da subestação fonte onde se dará a conexão.

### **7.2.3 Consumidor existente que se torna autoprodutor**

Neste caso, o consumidor existente instala geradores em sua unidade, podendo ou não manter o transformador de acoplamento existente. As adequações a serem realizadas dependem da forma como o consumidor está integrado ao sistema da Cemig D:

- Consumidor conectado a uma extremidade de uma linha da Cemig D;
- Consumidor conectado em derivação em uma linha da Cemig D.

#### **7.2.3.1 Consumidor conectado a uma extremidade de uma linha da Cemig D**

A Figura 8 apresenta um exemplo de consumidor que pretende se tornar autoprodutor e está ligado em uma extremidade de uma linha da Cemig D.

O consumidor deverá instalar proteções de distância na subestação da Cemig D onde o mesmo está interligado e deverá instalar um esquema de transfer-trip entre a subestação da Cemig D e a sua instalação. Este esquema tem por objetivo garantir a abertura do disjuntor do acessante no caso de falta na linha de interligação com a subestação da Cemig D, uma vez que essa linha é de propriedade da Cemig D. Ressalta-se que o responsável pela manutenção do esquema de transfer-trip é o próprio acessante.

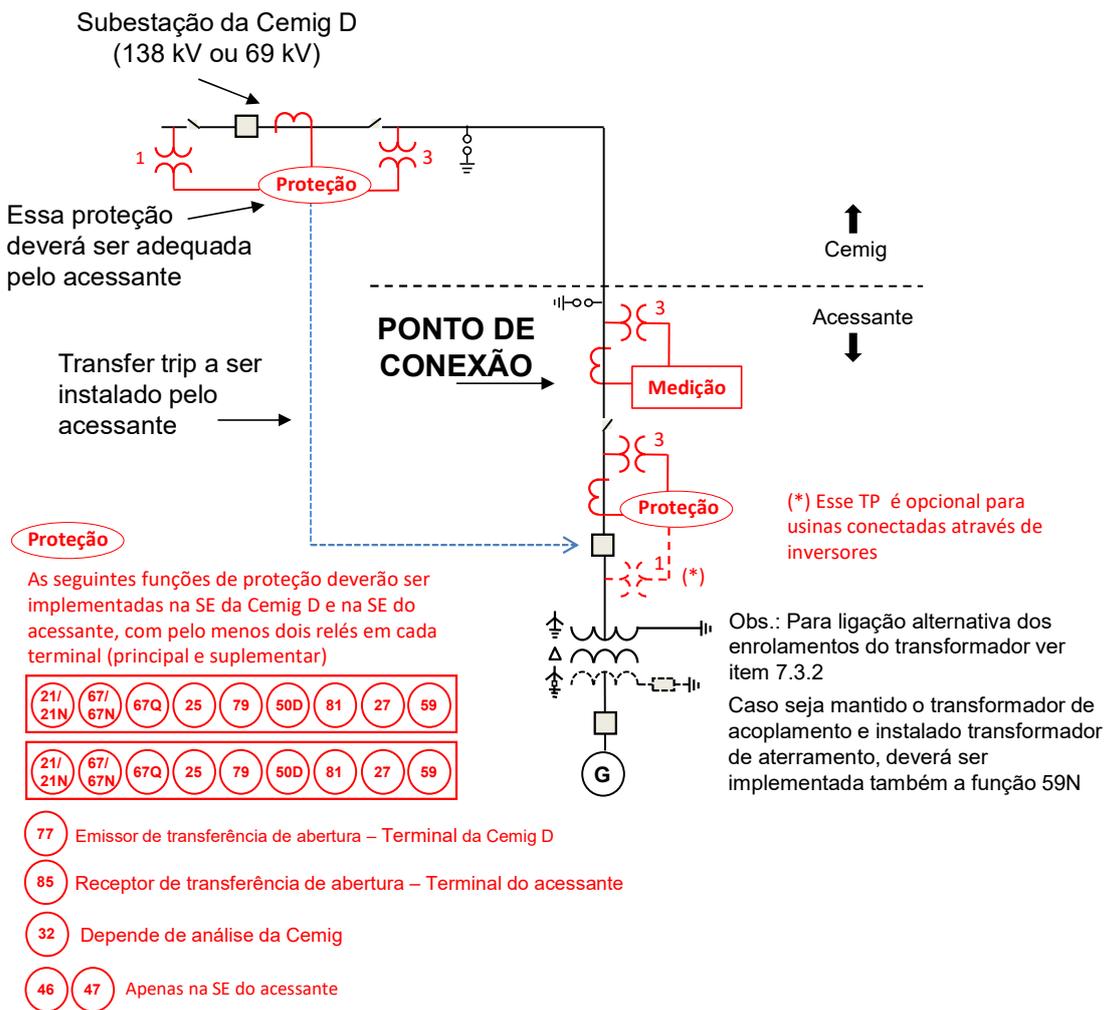


Figura 8 - Consumidor que pretende se tornar autoprodutor (Ligado na extremidade de linha)

### 7.2.3.2 Consumidor conectado em derivação a uma linha da Cemig D

Quando um consumidor conectado em derivação a uma linha da Cemig D deseja instalar geração em suas instalações e injetar potência ativa no sistema de 69 ou 138 kV da Cemig

D, é necessária a construção de uma subestação de integração, conforme mostrado na Figura 9.

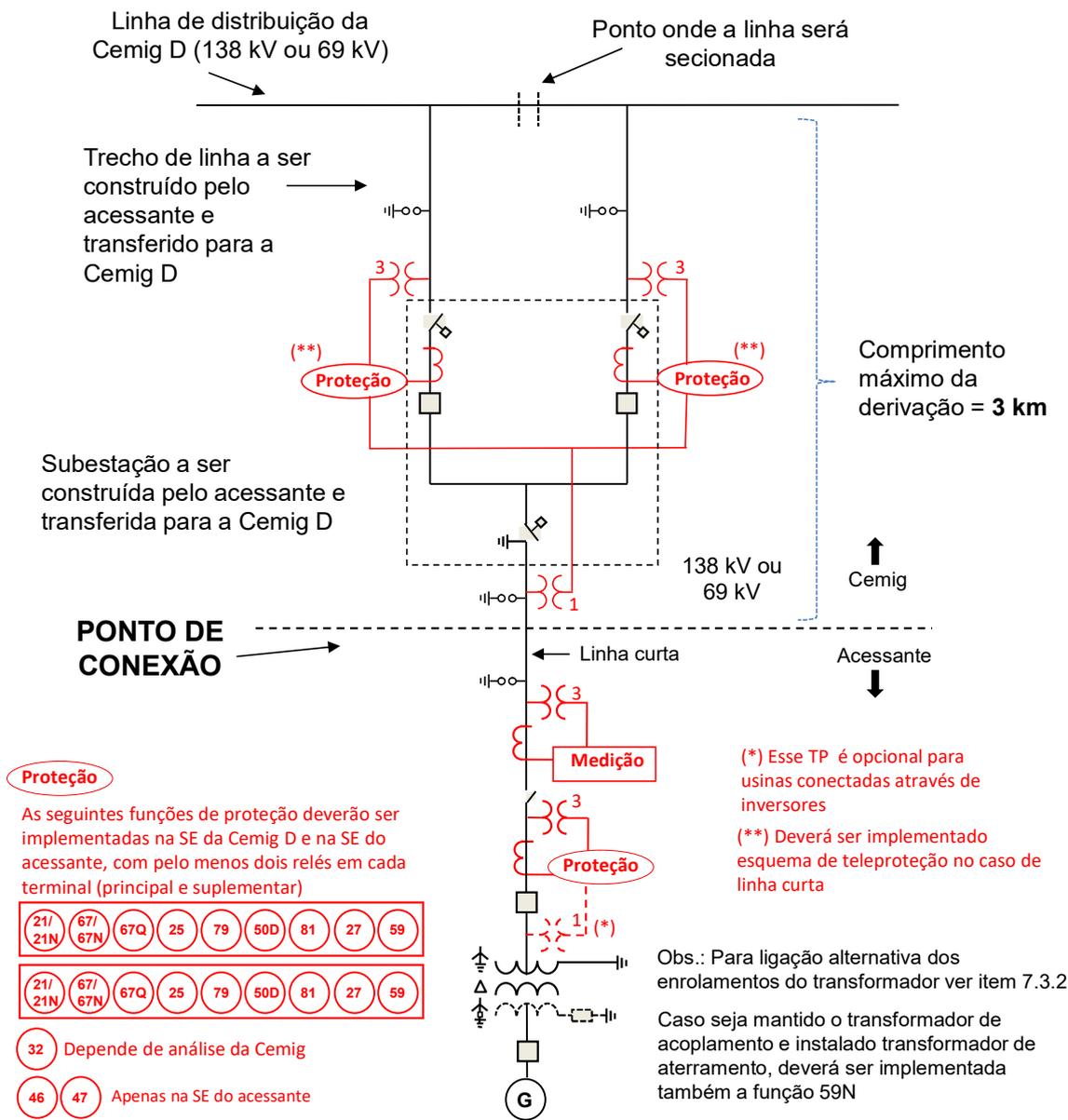


Figura 9 - Consumidor que pretende se tornar autoprodutor (Ligado em derivação de linha)

As instalações relativas às entradas de linha e a este barramento deverão ser transferidas à Cemig D e incorporadas aos seus ativos, sendo desta a responsabilidade por sua operação e manutenção. Assim, é recomendado que a área destinada à implantação da subestação fique adjacente ao limite da propriedade do acessante e não na área da subestação, facilitando as atividades de operação e manutenção da subestação de integração.

Poderá ser necessária a instalação de equipamentos de comunicação do tipo carrier na subestação de integração, caso seja esse o meio de comunicação existente na linha a ser seccionada por essa subestação. Além disso, no caso de linha radial, o acessante deverá instalar dois relés de distância no terminal de 138 kV da subestação fonte onde o mesmo será interligado.

*Observação: Para pedidos de conexão ou ampliação de unidades geradoras com potência injetada total igual ou superior a 40 MW, a conexão através desse tipo de subestação só será válida até 29/10/2022. A partir de 30/10/2022, para essa faixa de potência injetada ( $\geq 40$  MW), deverá ser implementada uma subestação de integração com disjuntor na saída para o acessante gerador, conforme as opções detalhadas no item 7.2.2.1, mesmo que esta subestação seja construída próxima às instalações do acessante.*

Ressalta-se que quase todos os consumidores ligados em derivação na Cemig D encontram-se a uma distância menor ou igual a 3 km da linha. Casos excepcionais deverão ser analisados individualmente pela Cemig D.

#### **7.2.4 Padrões técnicos para o trecho de linha de distribuição de interligação**

O trecho de linha construída com a finalidade de interligar o sistema da Cemig D às instalações do acessante deverá ser construído segundo as normas de distribuição da Cemig D, correspondentes aos níveis de tensão definidos para a conexão na Informação de Acesso.

#### **7.2.5 Determinação da forma de conexão**

A escolha da alternativa de interligação de centrais geradoras ao sistema elétrico deverá se basear primeiramente no critério de mínimo custo global, conforme preconizado pela ANEEL. Nenhuma alternativa proposta para a conexão poderá acarretar redução da flexibilidade operativa da rede da acessada.

Além disso, visando evitar a degradação dos níveis de qualidade, além das análises técnicas para determinação das alternativas para a interligação da geração, deverão ser avaliados os valores máximos esperados para as variações de tensão que poderiam ser provocadas pela geração do acessante. Para tanto, serão necessárias as análises descritas a seguir.

### **7.2.5.1 Variação máxima de Tensão no ponto de conexão para perda da geração nominal**

A amplitude da variação da tensão em regime permanente no sistema de distribuição provocada pela perda súbita da geração total da central geradora do acessante não deverá exceder 5% da tensão nominal da conexão. Nesse caso será considerada nas simulações apenas a geração do acessante em análise. As demais usinas porventura conectadas ao mesmo subsistema de distribuição deverão ser representadas nessa análise como injetando potências ativas e reativas constantes, conseqüentemente, para efeito dessa análise, sem controlar tensão. A amplitude da variação é avaliada não só no ponto de conexão, mas em todo o sistema elétrico afetado. Deverão ser realizadas simulações em todos os patamares de carga.

O teste realizado consiste em simular em um caso de fluxo de carga a perda da usina, considerando bloqueados os tapes de reguladores de tensão instalados no sistema elétrico afetado na posição anterior ao desligamento e considerando que as demais centrais geradoras permanecerão conectadas.

Obs: Nas simulações deverá ser considerado o nível de tensão no ponto de conexão que permita transmitir toda a potência ativa nominal da máquina. Normalmente a menor variação de tensão ocorre no caso da central geradora absorvendo o limite máximo de potência reativa previsto (fator de potência 0,95 indutivo).

## **7.3 Transformadores de acoplamento**

Os geradores da central geradora de energia devem ser interligados ao sistema de alta tensão da Cemig D através de um ou mais transformadores de acoplamento, com as potências nominais definidas em função dos requisitos do acessante para a interligação.

### **7.3.1 Proteção do transformador de acoplamento**

O transformador ou os transformadores de acoplamento não podem ser protegidos por meio de fusíveis. A proteção do transformador deverá ser realizada por disjuntor.

## **7.3.2 Ligação dos enrolamentos**

O acessante deverá prover uma referência de terra no lado da Cemig D, para evitar sobretensões nas fases não faltosas, após a ocorrência de curto-circuito fase-terra e abertura do terminal da Cemig D. Para atender a este requisito, os tipos de ligação dos enrolamentos do transformador ou dos transformadores de acoplamento dos produtores independentes ou dos autoprodutores deverão ser conforme descrito a seguir.

### **7.3.2.1 Produtor independente ou autoprodutor**

Os enrolamentos deverão ser conectados em estrela solidamente aterrada no lado da Cemig D e delta no lado do acessante. Nesse caso, o transformador deverá possuir o neutro acessível (4 buchas) no lado da Cemig, ligado em estrela e solidamente aterrado. Opcionalmente o transformador de acoplamento poderá possuir um terceiro enrolamento aterrado através de impedância, no lado do acessante.

### **7.3.2.2 Ligação alternativa para consumidor existente que se torna autoprodutor**

Os transformadores de consumidores existentes possuem ligação com enrolamento delta no lado da Cemig D e normalmente estrela aterrada através de impedância no lado do consumidor. Um consumidor existente pode se tornar autoprodutor, através da instalação de geração própria em paralelo com o sistema da Cemig D. Caso este consumidor queira manter o transformador existente será necessária a instalação de um transformador de aterramento, de forma a criar uma referência de terra no lado da Cemig D.

O transformador de aterramento deverá ser conectado aos terminais de alta tensão do transformador de acoplamento (lado da Cemig D), sem equipamento de isolamento, e deverá ficar na mesma zona de proteção deste. O transformador de aterramento deverá possuir o neutro acessível.

## **7.3.3 Transformador de aterramento**

O transformador de aterramento deverá garantir um sistema solidamente aterrado, e para isso a relação entre a reatância de sequência zero sobre a reatância de sequência positiva ( $X_0/X_+$ ) deverá ser menor que 3. A reatância de sequência positiva ( $X_+$ ), a ser considerada no cálculo, é a reatância vista da barra de alta tensão do acessante, considerando-se a interligação com a Cemig D aberta. Como exemplo, no caso de acessante com um gerador e um transformador de acoplamento,  $X_+$  será dada pela soma da reatância de sequência

positiva do transformador de acoplamento e da reatância subtransitória de eixo direto do gerador ( $X''_d$ ). A reatância de sequência zero neste caso corresponde à reatância do transformador de aterramento e deverá ser menor que 3 vezes a reatância de sequência positiva. A Potência transitória (10 segundos) do transformador de aterramento é igual ao produto da corrente no neutro ( $3 I_0$ ) pela tensão fase-neutro. A figura a seguir resume os tipos de ligação do transformador de acoplamento definidos.

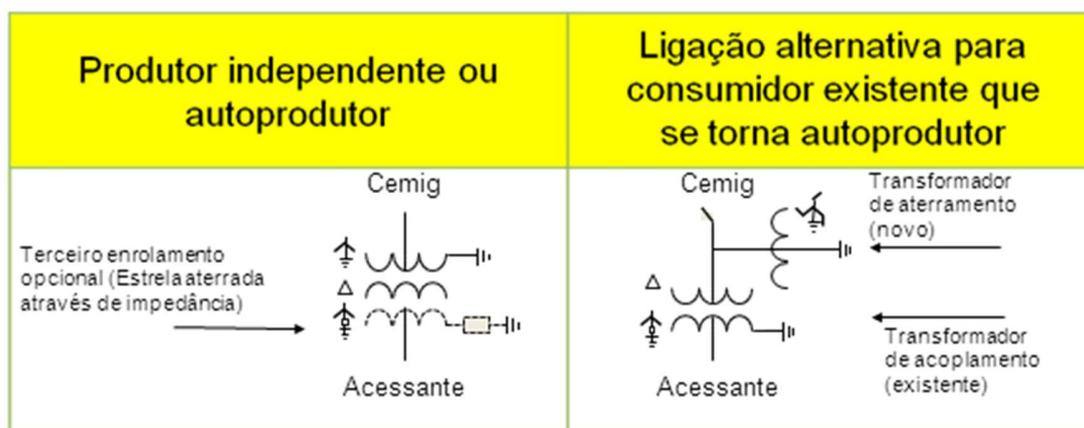


Figura 10 - ligação de Transformador de Acoplamento

#### 7.3.4 Tapes dos transformadores de acoplamento

O transformador de acoplamento ou os transformadores de acoplamento deverão sempre possuir tapes fixos do lado da Cemig D, com faixa mínima de  $2 \times 2,5\%$  acima e abaixo da tensão nominal. Os recursos de tape fixo são necessários para a obtenção de um melhor acoplamento entre os níveis de tensão nos terminais dos geradores e os limites admitidos no sistema de distribuição.

#### 7.4 Requisitos de proteção para a conexão

A seguir são apresentados os princípios gerais, requisitos mínimos, funções de proteção e recomendações técnicas para o esquema de proteção.

- É de total responsabilidade do acessante prover a proteção para os equipamentos de sua propriedade. É responsabilidade do acessante definir e implementar um esquema de proteção adequado entre o seu disjuntor de interligação com o sistema da Cemig D e suas unidades geradoras e cargas.

- O esquema de proteção instalado pelo acessante deverá garantir a eliminação da contribuição de sua planta para todos os tipos de faltas na rede de interligação com o Sistema da Cemig D, assim como a eliminação da contribuição do Sistema Cemig para faltas em sua planta.
- Todas as funções de proteção instaladas para viabilizar a ligação do acessante deverão ser aprovadas pela Cemig D.
- O acessante deverá prever um esquema de proteção que desconecte o seu sistema de geração no caso de perda do sistema Cemig D, de modo a permitir o religamento automático deste último. O tempo de religamento é definido no acordo operativo.
- O religamento do acessante deverá ser realizado no disjuntor de entrada com supervisão de sincronismo ou com verificação de existência de tensão nas três fases no lado Cemig e ausência de tensão no lado do acessante, ou seja, após a recomposição da rede elétrica da Cemig D. Se houver mais de um disjuntor nas instalações do acessante, que possa realizar o paralelismo, cada um desses disjuntores deverá ter a mesma supervisão de religamento exigida para o disjuntor de entrada.
- Os ajustes dos relés que atuam sobre o disjuntor responsável pelo paralelismo, bem como as relações dos transformadores de corrente que os suprem, devem ser definidos pelo acessante e aprovados pela acessada, observando-se estudos de coordenação de proteção.
- Não devem ser utilizados fusíveis ou seccionadores monoplares entre o disjuntor de entrada e os geradores.
- Deverá ser instalada proteção de retaguarda, composta de relés para detecção de faltas entre fases e entre fases e terra, atuando na abertura do paralelismo.
- Não podem ser instalados fusíveis entre a saída do circuito da subestação da acessada e o ponto de conexão com a central geradora de energia.
- O religamento do disjuntor instalado no ponto de conexão deverá ser sempre realizado com esquema de supervisão de linha morta.

As funções de proteção a serem implementadas nas instalações do acessante estão listadas no item 7.4.1 deste capítulo.

O acessante pode instalar, no Ponto de Conexão, funções de proteção adicionais, além das exigidas pela Cemig D, desde que sua aplicação seja justificada tecnicamente, e que a

habilitação das funções adicionais não interfira na operação normal do sistema da Cemig D.

Todas as funções de proteção instaladas para viabilizar a ligação do acessante deverão ser aprovadas pela Cemig D e deverão atuar sempre no disjuntor de entrada da subestação principal do acessante.

#### **7.4.1 Funções mínimas de proteções do acessante**

A proteção das instalações ou equipamentos de propriedade do acessante só será objeto dessa norma quando houver a possibilidade de afetar direta ou indiretamente a rede elétrica da Cemig D. Segue-se a relação de funções mínimas de proteções a serem instaladas nas instalações do acessante. Essas funções deverão ser implementadas em um ou mais relé(s) principal(is) e outro(s) suplementar(es).

- **21/21N - Relé de distância de fase**

Proteção contra faltas fase-fase e fase-terra na linha de interligação e como retaguarda para a falhas no sistema de alta tensão da Cemig D.

- **25 - Verificação de sincronismo**

Permite o paralelismo de dois circuitos quando ambos estiverem dentro de limites prefixados de módulo de tensão, frequência e ângulo de fase. Além dessa verificação das tensões, o relé de sincronismo deverá permitir o fechamento do disjuntor caso verifique tensão no lado da Cemig e não tenha tensão no lado do acessante (Lógica linha viva – Barra morta).

Observações:

- Poderá ser instalada em disjuntor na baixa tensão do acessante.
- Os disjuntores sem supervisão do relé de check de sincronismo deverão possuir intertravamentos ou check de tensão que evitem que o acessante energize o sistema da Cemig em função do fechamento por esses disjuntores.

- **27 - Relé de subtensão**

Proteção contra subtensões na planta do acessante e no sistema da Cemig.

- **32 - Relé direcional de potência**

Limita o fluxo de potência ativa, injetado ou consumido pelo acessante. Sua instalação dependerá da análise da Cemig D.

- **46 - Relé de reversão ou desbalanceamento de corrente de fase**

Proteção do gerador e ou motores do acessante contra correntes desequilibradas.

- **47 - Relé de reversão ou desbalanceamento de tensão**

Proteção do gerador e ou motores do acessante contra reversão de sequência de fases ou tensões desbalanceadas.

- **50D – Proteção contra falha de disjuntor**

Esta proteção atuará em outros disjuntores da subestação do acessante e/ou no sistema de excitação dos geradores, eliminando as contribuições de curto-circuito do acessante em caso de falha do disjuntor de interligação.

- **59 - Relé de sobretensão**

Proteção contra sobretensões na planta do acessante e no sistema da Cemig.

- **59N - Relé de desequilíbrio de tensão**

Proteção de tensão de sequência zero para faltas à terra na rede de alta tensão da Cemig D ou na barra de alta tensão do acessante, em caso de manutenção do transformador de aterramento. Observação: Essa função é aplicável apenas para o caso de autoprodutor com transformador em delta do lado Cemig e transformador de aterramento.

- **67 - Relé de sobrecorrente direcional de fase**

Proteção de sobrecorrente direcional de fase. Uma unidade protege contra faltas fase-fase na linha de interligação e outra na barra de alta tensão do acessante. Esta unidade, opera também como retaguarda para faltas no transformador de acoplamento.

- **67Q - Relé de sobrecorrente direcional de fase de sequência negativa**

Proteção de sobrecorrente direcional de fase de sequência negativa. Uma unidade protege contra faltas fase-fase ou abertura de uma fase na linha de interligação ou na barra de alta tensão do acessante. Esta unidade, opera também como retaguarda para faltas no transformador de acoplamento.

- **67N - Relé de sobrecorrente direcional de neutro**

Proteção de sobrecorrente direcional de neutro. Uma unidade protege contra faltas fase-terra na linha de interligação e outra na barra de alta tensão do acessante. Esta unidade, opera também como retaguarda para faltas no transformador de acoplamento.

- **81 (O/U) - Relé de frequência**

Proteção da planta do acessante e da rede da Cemig D contra variações elevadas de frequência.

- **85 – Receptor de transferência de abertura**

Recebe sinal para a abertura do disjuntor de interligação na subestação do acessante, no caso de faltas na linha de interligação acessante – Cemig D. Esta função de proteção deverá ser implantada no caso de consumidor existente que pretende se tornar autoprodutor e está ligado em uma extremidade de uma linha da Cemig D.

- **Oscilografia**

Registro das formas de onda de corrente e tensão antes, durante e logo depois da ocorrência de uma falta, por um período total de no mínimo 5 (cinco) segundos.

#### **7.4.2 Funções mínimas de proteções no ponto de conexão**

Segue-se a relação de funções mínimas de proteções a serem instaladas no ponto de conexão. Essas funções deverão ser implementadas em um ou mais relé(s) principal(is) e outro(s) suplementar(es).

- **21/21N - Proteção de distância de fase e neutro**

Proteção contra faltas fase-fase e fase-neutro na linha de interligação do acessante. Caso necessário, poderão ser ajustadas zonas reversas para servir como retaguarda no caso de falhas no sistema de alta tensão da Cemig D.

- **27 - Proteção de subtensão**

Proteção da planta do acessante e da rede da Cemig D contra subtensões.

- **50D – Proteção contra falha de disjuntor**

Esta proteção atuará em outros disjuntores da subestação da Cemig D, eliminando as contribuições de curto-circuito do sistema da Cemig D em caso de falha do disjuntor da saída para o acessante.

- **59 - Proteção de sobretensão**

Proteção da planta do acessante e da rede da Cemig D contra sobretensões.

- **67 - Proteção de sobrecorrente direcional de fase**

Proteção de sobrecorrente direcional de fase. Proteção contra faltas fase-fase na linha de interligação do acessante. Caso necessário, poderá ser ajustada unidade reversa para servir como retaguarda no caso de falhas no sistema de alta tensão da Cemig D.

- **67Q - Relé de sobrecorrente direcional de fase de sequência negativa**

Proteção de sobrecorrente direcional de fase de sequência negativa. Uma unidade protege contra faltas fase-fase ou abertura de uma fase na linha de interligação do acessante.

- **67N - Proteção de sobrecorrente direcional de neutro**

Proteção de sobrecorrente direcional de neutro. Proteção contra faltas fase-neutro na linha de interligação do acessante. Caso necessário, poderá ser ajustada unidade reversa para servir como retaguarda no caso de falhas no sistema de alta tensão da Cemig D.

- **77 – Emissor de sinal de transferência de abertura (Transfer-trip)**

Envia sinal para a abertura do disjuntor de interligação na subestação do acessante, no caso de faltas na linha de interligação acessante – Cemig D. Esta função de proteção deverá ser implantada no caso de consumidor existente, conectado em uma extremidade de uma linha da Cemig D e que pretende se tornar autoprodutor.

- **81 (O/U) - Proteção de frequência**

Proteção contra variações elevadas de frequência na planta do acessante e na rede da Cemig D.

### **Oscilografia**

Registro das formas de onda de corrente e tensão antes, durante e logo depois da ocorrência de uma falta.

### **Religamento**

O religamento do disjuntor instalado no ponto de conexão deverá sempre ser realizado com esquema de supervisão de linha morta.

### **Teleproteção**

Nos casos em que a conexão do acessante se dá pela construção de subestação de integração e consequente seccionamento de linha existente, esse seccionamento pode resultar em uma ou duas linhas curtas. Nestes casos será necessária a implementação de esquema(s) de teleproteção na(s) linha(s) curta(s), podendo ser do tipo Transferência de Disparo por Sobrealcance (Permissive Overreach Distance Protection - POTT) ou proteção diferencial de linha. O acessante deverá estudar a solução de teleproteção e apresentá-la para avaliação e aprovação da Cemig.

Para que uma linha seja classificada como curta ou longa, deve-se utilizar a relação  $Z_{1\text{fonte}}/Z_{1\text{linha}}$ , conforme descrito a seguir:

- $Z_{1\text{fonte}}/Z_{1\text{linha}}$  = Relação entre a impedância equivalente de seqüência positiva do sistema elétrico e a impedância de seqüência positiva da linha. A impedância equivalente do sistema é obtida através de simulações de curtos-circuitos trifásicos nos dois terminais da linha, considerando a linha aberta. Deve-se utilizar o menor valor entre os níveis de curto-circuito dos dois terminais da linha, o qual corresponde ao maior valor de impedância equivalente.

São consideradas linhas curtas, aquelas que se enquadram nos seguintes critérios:

- Linhas com relação  $Z_{1\text{fonte}}/Z_{1\text{linha}} > 4$ ;
- Linhas com relação  $Z_{1\text{fonte}}/Z_{1\text{linha}}$  entre 0,5 e 4,0 (inclusive) e comprimento abaixo de 10 km.

Ressalta-se que estes critérios são utilizados para os trechos de linhas resultantes do seccionamento da linha existente. Não será exigida teleproteção na linha que interliga a central geradora à subestação de integração. Apenas no caso de consumidor existente que pretende se tornar autoprodutor será implantado transfer-trip entre a subestação da Cemig e autoprodutor.

Os critérios e requisitos para execução dos testes de teleproteção (POTT ou 87L) estão definidos na especificação técnica 22.000-AD/AD-ET-001.

### **Ajustes das proteções de frequência**

Os ajustes recomendados para as proteções de subfrequência e sobrefrequência instaladas no acessante são mostrados na tabela a seguir:

<b>Subfrequência (81U)</b>	<b>Sobrefrequência (81O)</b>
58,3 hertz – 25 segundos	62,6 hertz – 11 segundos
57,3 hertz – 6 segundos	63,5 hertz – 8 segundos
56,5 hertz - instantânea	66 hertz - instantânea

Tabela 1 - Ajustes recomendados para as proteções de frequência instaladas no acessante

A Cemig D poderá definir ajustes diferentes dos apresentados, se tecnicamente justificável.

### **Ajustes das proteções de tensão**

Os ajustes recomendados para as proteções de subtensão e sobretensão instaladas na planta do acessante são mostrados na tabela a seguir:

<b>Subtensão (27)</b>	<b>Sobretensão (59)</b>
80% de Vn (3F) – 10 segundos	110% de Vn (3F) – 10 segundos
65% de Vn (3F) – 1,5 segundos	120% de Vn (3F) – 0,5 segundos

Tabela 2 - Ajustes recomendados para as proteções de subtensão e sobretensão instaladas pelo acessante

As lógicas de trip das funções 27 e 59 devem ser preferencialmente trifásicas, ou seja, o trip deverá ocorrer somente para eventos dinâmicos e sistêmicos de subtensão ou sobretensão que envolvam as três fases simultaneamente.

A Cemig D poderá definir ajustes diferentes dos apresentados, caso tecnicamente justificado.

### **7.5 Requisitos de Medição**

O projeto e instalação do conjunto de medição deverá se dar em conformidade com as exigências técnicas estabelecidas no item 6.6 do documento N° 22.000-ER/SE/6060a, "Orientação Para Projeto de Implantação e Expansão de subestações de Consumidores em Alta Tensão (69 kV até 230 kV), (ref. 5).

A seguir são apresentados os principais requisitos da medição para produtores independentes e autoprodutores de energia, interligados ao sistema de distribuição em alta tensão da Cemig D.

### **7.5.1 Sistema de medição de Faturamento (SMF)**

No tocante à medição de faturamento, consideram-se duas situações básicas. A primeira se refere ao produtor independente, detentor de concessão ou autorização para atuar como agente gerador e a segunda como autoprodutor, quando o agente pode consumir e fornecer energia ao sistema elétrico.

Caso o acessante opte por utilizar os medidores de faturamento para a medição dos indicadores de qualidade do produto, conforme descrito no capítulo 8 deste documento, estes deverão ser especificados para permitir adicionalmente a avaliação dos parâmetros tensão eficaz, fator de potência e variações de tensão de curta duração, em conformidade com os procedimentos de medição detalhados no Módulo 8 do PRODIST. Os dados relativos à qualidade de energia devem ser disponibilizados sem ônus de qualquer natureza, em formato cuja análise seja possível com os softwares em uso pela Cemig D.

As duas situações básicas para os produtores independentes e para os autoprodutores são detalhadas a seguir.

#### **7.5.1.1 Produtor independente**

A medição de faturamento é responsabilidade técnica e econômica do acessante, e deve ser especificada, projetada, instalada, comissionada e interligada conforme estabelecido nos Submódulos 2.14 e 7.11 dos Procedimentos de Rede do ONS. Adicionalmente aos requisitos estabelecidos como obrigatórios nesse documento, os medidores de faturamento devem ainda, atender os seguintes requisitos:

- a) possuir Portaria de Aprovação de Modelo no Inmetro para a classe D (0,2%), conforme Regulamento Técnico Metrológico (RTM) a que se refere a Portaria Inmetro 431/2007, ou sua sucessora;
- b) efetuar a medição de energia em 4 quadrantes, armazenando os registros de energia ativa de fluxo direto, energia reativa indutiva de fluxo direto, energia reativa capacitiva de fluxo direto, energia ativa de fluxo reverso, energia reativa indutiva de fluxo reverso e energia reativa capacitiva de fluxo reverso em 6 registradores distintos;

c) efetuar o registro de fenômenos de qualidade de energia conforme estabelecido no Capítulo 8 desta Norma;

d) A Cemig deverá ter garantido o acesso remoto aos dados de medição de faturamento.

Nos casos em que puder haver consumo de energia fornecida por meio da rede da Cemig D, os TC de medição deverão ser dimensionados e especificados para as condições de fluxo direto e inverso. Nesses casos, a Cemig D deverá ter garantido o acesso aos dados de medição para faturamento.

O acessante solicitará à CCEE a emissão do Parecer de Localização da Medição. A Cemig D deverá fornecer informações específicas sobre suas instalações para o desenvolvimento e a pré-operação do projeto do SMF.

As atividades a cargo da Cemig D deverão atender aos seguintes prazos, conforme estabelecido nos Procedimentos de Rede do ONS.

Instalação da Medição para Faturamento		
Atividades a cargo da Cemig D e Prazos correspondentes		
Fase	Ação	Prazo
Projeto da instalação de medição para faturamento	Fornecer informações adicionais para elaboração do projeto de SMF	10 dias úteis após a solicitação
	Analisar, aprovar e, se necessário, solicitar alterações no projeto	10 dias úteis após a entrega do projeto
	Reanalisar e aprovar o projeto	5 dias úteis após o recebimento das alterações

Tabela 3 - Medição de Faturamento - Atividades da Cemig D

#### 7.5.1.2 Autoprodutor

No caso de novos acessantes, aplicam-se os mesmos termos da norma relativos a produtores independentes, conforme item anterior.

No caso de consumidores já ligados que solicitem paralelismo de geradores com injeção de potência na rede, deverão ser aplicados critérios detalhados no documento Cemig “Manual Técnico e Comercial para instalação de SMF em Consumidores Livres” no seguinte endereço: [Normas técnicas – Cemig](#)

Adicionalmente, os medidores também poderão atender aos requisitos para medição de parâmetros de qualidade do produto, conforme Capítulo 8 dessa norma.

## 7.5.2 Localização da Medição de Faturamento

A instalação dos materiais e equipamentos que compõem o Sistema de Medição e Faturamento (SMF), bem como as obras civis necessárias à sua construção, deve ser executadas pelo acessante.

Os equipamentos de medição e o módulo de comunicação e automação do SMF deverão ser instalados no interior da casa de controle da subestação onde se der a conexão, excetuados os transformadores de instrumentos, equipamentos de manobra e demais equipamentos de comunicação. Considerando-se as diferentes situações consideradas para a subestação de integração, poderão ocorrer as seguintes situações:

- Na SE da Cemig D na saída com disjuntores para o acessante, conforme a figura 3;
- Na SE de integração construída no seccionamento da LD 69 ou 138 kV, conforme as figuras 4, 5, 6 e 7;
- Na instalação do consumidor que pretende se tornar autoprodutor, conforme as figuras 8 e 9.

No tocante ao Sistema de Medição de Faturamento (SMF), devem ser observadas as seguintes recomendações:

- Não poderão passar pela subestação tubulações de água, esgoto, gás, vapor, etc.
- A medição deve ser feita a 3 elementos, utilizando 3 TPs e 3 TCs;
- Os transformadores para instrumentos (TCs e TPs) para medição de faturamento devem ser projetados e construídos especificamente para esse fim, não se admitindo o compartilhamento desses transformadores para outras aplicações (proteção, por exemplo). Os TCs e TPs devem ter classe de exatidão 0,3%. Caso venha a ser requerido pela legislação metrológica, os Transformadores de Corrente (TCs) e os Transformadores de Potencial (TPs) a serem utilizados na Subestação de Medição de Faturamento deverão ter modelo previamente aprovado pelo Inmetro.
- Deverá ser instalado um dispositivo de seccionamento com acionamento tripolar (seccionador convencional, módulo híbrido ou GIS), com objetivo de isolar o circuito da medição do circuito da geração.

No caso de compartilhamento de uma linha por dois ou mais acessantes geradores, conforme estabelecido no Módulo 3 do PRODIST, deverá ser mantido o ponto de conexão anteriormente existente com a Concessionária, que deverá ser compartilhado pelos

usuários do mesmo trecho de linha da conexão. No ponto de acoplamento comum do trecho de linha compartilhado pelos acessantes deverão ser instalados módulos de medição para os acessantes, que fornecerão informações para a CCEE e permitirão o partilhamento das perdas elétricas no trecho comum entre os acessantes.

### **7.5.3 Conservação do Sistema de Medição de Faturamento**

- a) Os acessantes são responsáveis pelos equipamentos de medição instalados na subestação e responderão pelos eventuais danos a eles causados por sua ação ou omissão.
- b) No caso da subestação de integração for implantada da propriedade do acessante, caberá a este manter limpos e desimpedidos a subestação bem como o acesso a ela, de modo a facilitar para a Cemig D o acesso a esses locais.

### **7.5.4 Acesso ao conjunto de Medição de Faturamento**

- a) Os acessantes devem permitir, a qualquer tempo, o acesso livre e imediato dos funcionários da Cemig D, devidamente identificados e credenciados, ao SMF e fornecer-lhes os dados e informações relativos ao funcionamento dos equipamentos, transformadores para instrumentos, medidores, dispositivos de comunicação, dispositivos auxiliares e quaisquer outros que estejam no âmbito das instalações de conexão.
- b) Aos acessantes somente é permitido o acesso aos compartimentos da subestação e equipamentos que não são selados pela Cemig D.

### **7.5.5 Medição de Faturamento para serviço auxiliar e infraestrutura local**

Quando o acessante tiver o seu serviço auxiliar e infraestrutura local atendido pelo mesmo ponto de conexão da central geradora, os TC da medição deverão ter classe de exatidão compatível com a medição do montante de geração a ser entregue à rede e com a dimensão da carga e a demanda pelo serviço auxiliar e pela infraestrutura local. A usina deverá ser modelada na CCEE no perfil Geração menos Carga (G-C) para que volume de energia consumida seja abatido da própria geração.

Quando o consumidor optar por atendimento independente para o serviço auxiliar em média tensão, deverá ser instalado um novo ponto de conexão, com o Sistema de Medição de Faturamento correspondente, conforme determinado na Norma Técnica Cemig D ND 5.3,

“Fornecimento de Energia Elétrica em Média Tensão – Rede de Distribuição Aérea ou Subterrânea”. Nesse caso, por requisito de segurança, deverá ser instalada chave comutadora de três posições, com intertravamento mecânico, evitando o fechamento do anel entre as redes de alta tensão e média tensão da Cemig D.

Em ambos os casos a Cemig D deverá ter garantido o acesso aos dados de medição para faturamento.

## **7.6 Requisitos de Automação e Telecomunicação**

A seguir são apresentados os aspectos que devem ser observados para viabilizar a supervisão e controle das instalações do Ponto de Conexão, para acessantes de Alta Tensão.

### **7.6.1 Canais de comunicação de dados**

No caso de conexão à subestação existente da Cemig D, e havendo disponibilidade de recursos de telecomunicação na subestação, a Cemig utilizará o sistema de telecomunicações existente para operar a nova seção, ficando a cargo do acessante as ações pertinentes à integração, tais como: infraestrutura, equipamentos, materiais e serviços de instalação.

Se a conexão for realizada através da construção de uma subestação de integração ou se a conexão for feita em uma subestação existente onde não haja disponibilidade de recursos de telecomunicação, deverá ser disponibilizado um canal de comunicação de natureza pública ou não, dedicado ou compartilhado, interligando o Ponto de Conexão ao Centro de Operação de Distribuição - COD, com as seguintes características básicas:

- Disponibilidade: patamar mínimo de 90%;
- Taxa de transmissão mínima: 64 kbps.

A implementação dos equipamentos de comunicação de dados nos dois extremos (Ponto de Conexão e COD) é de responsabilidade do acessante, devendo possuir, no lado do COD, as interfaces e conectores pertinentes ao sistema de supervisão e controle do COD.

Como a subestação de integração, ou a nova seção em subestação existente, deverá ser transferida sem ônus para a Cemig D, o mesmo ocorrerá com os meios de comunicação entre essas instalações e o COD. Neste caso, a Cemig D será responsável pela manutenção destes equipamentos de telecomunicação.

A solução de comunicação proposta pelo acessante deverá ser avaliada e aprovada pela Cemig D. Os recursos necessários para a comunicação, incluindo infraestrutura, equipamentos, materiais e serviços de instalação são de responsabilidade do acessante.

### **7.6.2 Canais de comunicação de voz**

No caso de conexão através de uma subestação de integração, deverá ser disponibilizado um canal de comunicação de voz entre a subestação de integração e o COD, exceto quando a solução indicada pela Cemig for VSAT.

### **7.6.3 Solução de automação**

#### **7.6.3.1 Acessante conectado em alta tensão a uma subestação existente da Cemig D**

Cabe ao acessante garantir a integração do disjuntor a ser instalado no ponto de conexão ao sistema de automação existente na subestação. A solução dependerá do sistema de automação existente, podendo consistir, dentre outras, de uma das seguintes soluções:

- Integração do novo bay de entrada de linha à unidade terminal existente, com o fornecimento de cartões (entradas analógicas e digitais, saídas digitais, comunicação, CPU, etc.), preservando os pontos reserva existentes;
- Integração do novo bay de entrada de linha ao sistema digital existente, preservando os pontos reserva existentes no sistema digital;
- Substituição da remota existente (caso seja constatada pela Cemig D obsolescência e/ou impossibilidade de ampliação).

Não será aceita solução de automação com fornecimento de sistema ou equipamento funcionando paralelamente ao sistema existente, tal como uma unidade terminal remota para o novo vão integrada ao sistema existente.

A solução de automação deverá ser avaliada e aprovada pela Cemig D.

Independente da solução adotada, todos os materiais, equipamentos e serviços necessários à integração são de responsabilidade do acessante.

A solução de automação proposta pelo acessante deverá ser avaliada e aprovada pela Cemig D, seguindo os padrões existentes e praticados pela Cemig D.

### **7.6.3.2 Acessante conectado através de subestação de integração**

A solução de automação da subestação de integração deve atender aos padrões adotados pela Cemig D, devendo ser fornecido um Sistema de Automação de Subestações (SAS) completo, conforme especificações técnicas.

A integração entre os equipamentos de proteção e controle deve ser feita através de protocolo de comunicação, utilizando a norma IEC61850. A comunicação com o centro de controle deve utilizar o padrão IEC60870-5-101. Todos os requisitos técnicos da especificação técnica 02.111-OP/AP-199 devem ser atendidos.

A solução proposta pelo acessante para automação da subestação deve ser avaliada e aprovada pela Cemig D.

Deve ser previsto treinamento nos equipamentos e sistemas instalados pelo acessante, seguindo as diretrizes estabelecidas nas especificações técnicas da Cemig D.

### **7.6.4 Base de dados**

O acessante deverá arcar com as despesas de configuração das bases de dados do sistema supervisor do COD.

As informações do ponto de conexão a serem disponibilizadas devem seguir a base de dados (relação de pontos) padrão para subestações.

## **7.7 Requisitos técnicos da geração**

Na operação interligada, a geração não pode degradar os níveis da qualidade do produto e do serviço oferecido aos demais consumidores. Em função das características da rede de alta tensão e das máquinas geradoras, poderão ocorrer impactos no perfil e controle da tensão, bem como na qualidade da tensão e na estabilidade dos sistemas de controle de tensão e potência.

Para evitar que seja afetada a qualidade do atendimento aos demais consumidores atendidos pelo sistema de distribuição, foram estabelecidos requisitos para geradores conectados ao sistema elétrico na frequência de 60 Hz do sistema Cemig D, incluindo, portanto, a conexão de centrais utilizando máquinas síncronas, assíncronas, centrais fotovoltaicas ou eólicas.

Além de atender aos requisitos técnicos da Distribuição, as centrais geradoras despachadas de forma centralizada pelo ONS deverão atender aos requisitos técnicos estabelecidos no Submódulo 2.10 dos Procedimentos de Rede do ONS.

### **7.7.1 Geradores síncronos**

Devido às características construtivas, a interligação de máquinas síncronas requer cuidados especiais, relativos às condições de sincronização, impactos no controle e perfil de tensão, proteção e estabilidade. Além disso, a especificação das máquinas deve levar em consideração os níveis de qualidade de energia do sistema de distribuição.

- **Sincronização**

A sincronização das máquinas é responsabilidade do acessante. O sincronismo poderá se dar automaticamente, nos casos em que a planta não for operada localmente. Deverá ser instalado relé de cheque de sincronismo (função ANSI 25). Com objetivo de se reduzir os impactos eletromecânicos nas máquinas e as oscilações de tensão e potência na rede, recomendam-se como condições mínimas para a sincronização:

- Diferença de frequência: 0,3 Hz
- Diferença de Tensão: 10%
- Diferença do ângulo de fase: 10°

- **Controles de tensão e fatores de potência no ponto de conexão**

Conforme estabelecido no PRODIST, toda central geradora conectada em alta tensão deverá possuir controle de tensão. As tensões terminais das máquinas deverão ser ajustadas de acordo com as definições dos órgãos de planejamento da operação da distribuição na Cemig D, segundo as faixas de operação estabelecidas no acordo operativo.

O sistema de controle de tensão das máquinas deverá permitir o controle da tensão ajustada constante ou fator de potência constante. Em condição normal o fator de potência na conexão poderá variar na faixa de 0,95 (máquina sobreexcitada) e 0,95 (máquina subexcitada). Os sistemas de excitação e controle de tensão das máquinas deverão ser especificados considerando-se uma faixa de operação em condição normal de 95% a 105% para a tensão nominal. O regulador de tensão deverá ser especificado de forma a admitir até 110% da tensão nominal.

Recomenda-se que o dimensionamento de geradores, cabos e transformadores, considere uma potência aparente no mínimo 5% superior à potência ativa da geração. Com isto, evita-se que a absorção de potência reativa necessária para a implementação do controle de tensão resulte em restrição da injeção de potência ativa.

A fim de permitir a coordenação entre o controle de tensão da rede e das máquinas, deverá ser admitido um tempo morto ajustável na faixa de 0 a 180 segundos. O tempo morto (time delay) deverá ser especificado pelos órgãos de engenharia da operação da Cemig D.

O sistema de excitação, que inclui o transformador de excitação, a excitatriz/ponte de tiristores, regulador automático de tensão e limitadores de excitação e de potência reativa, deverá possuir limitadores de sobreexcitação e subexcitação. As usinas conectadas ao sistema de distribuição em alta tensão deverão possuir estabilizador de tensão (PSS) dotado de lógica liga-desliga. O regulador de tensão deverá admitir modo de controle pela tensão terminal da máquina e pela corrente de campo, este atuando como back-up. O sistema de excitação deverá ser dotado de uma malha de compensação da corrente reativa.

Os ajustes do sistema de excitação serão realizados pelo acessante, que deverá enviá-los para a Cemig D para avaliação, considerando a rapidez de resposta e amortecimento adequado para pequenas oscilações. O "overshoot" da tensão terminal deverá ser limitado a 10%. O tempo de resposta da tensão de campo deverá ser no máximo de 0,1 s e o tempo de estabilização deverá ser no máximo 2 s. Deverá ser avaliada a existência de amortecimento adequado na faixa de 0,2 a 3 Hz. Se a interligação de uma central geradora em um alimentador ocorrer onde já exista máquina interligada, recomenda-se que os ajustes dos parâmetros da malha de controle de tensão e PSS dos geradores existentes sejam reavaliados pelo novo acessante, de forma a manter um amortecimento adequado para as oscilações da rede.

Os limitadores deverão estar ajustados de forma a permitir uma excursão da tensão da geração na faixa de 90% a 105% da nominal. O objetivo é evitar desligamentos indevidos causados por variações momentâneas de tensão na rede, distantes do ponto de conexão.

Alguns eventos, comuns em sistemas de potência, tais como faltas e saídas forçadas de equipamentos, podem submeter as máquinas a variações de tensão e frequência. Para oscilações estáveis e amortecidas, é desejável que os geradores conectados permaneçam em operação. Para isso, deverão ser efetuados ajustes tais nas proteções de subtensão e subfrequência, que se evitem desligamentos desnecessários.

Antes da conexão das máquinas, quando do comissionamento das instalações de conexão, deverão ser realizados ensaios de desempenho dos sistemas que compõem o controle de tensão e potência reativa das máquinas, sendo os resultados fornecidos à Cemig D para avaliação. Os ensaios de rejeição de carga deverão ser previamente agendados com a Cemig D.

- **Controle de velocidade**

Conforme estabelecido no PRODIST, toda central geradora conectada ao sistema de distribuição em alta tensão deverá possuir controle de frequência.

Considerando-se a usina operando interligada ao sistema elétrico, a função do regulador de velocidade é manter a potência gerada em conformidade com os valores ajustados de potência, uma vez que a frequência é imposta pelo sistema interligado.

Oscilações de potência ativa e reativa das centrais geradoras poderão se refletir em variações da potência injetada ativa e reativa e da tensão na rede de distribuição. Por isso, a malha de controle de velocidade das máquinas deverá ser dotada de amortecimento de forma a evitar variações de tensão prejudiciais ao funcionamento de outros consumidores conectados à rede.

- **Estabilidade Eletromecânica**

As máquinas deverão apresentar estabilidade transitória para a ocorrência de faltas monofásicas no sistema de distribuição de alta tensão, a não ser que essa falta provoque o ilhamento do gerador.

As centrais geradoras despachadas de forma centralizada pelo ONS deverão atender aos critérios de estudo de estabilidade estabelecidos nos Procedimentos de Rede do ONS, Submódulo 2.3, “Premissas, critérios e metodologia para estudos elétricos”.

- **Condições para operação ilhada**

A operação ilhada só é desejável em situações de emergência, nos casos de contingências ou desligamentos programados, evitando interrupções de longa duração no fornecimento de energia, constituindo o ilhamento intencional. Nos demais casos a operação das centras geradoras deverá se dar sempre de forma interligada, e ocorrendo ilhamento acidental da rede, as máquinas deverão ser desligadas como pré-condição para o religamento da rede de distribuição ilhada.

Quando utilizado de forma deliberada o ilhamento é chamado ilhamento intencional. Se ocorrer devido a interrupções programadas é denominado intencional programado. Quando

se dá devido a contingências na rede, é denominado ilhamento intencional não-programado.

Nos casos de operação isolada, quando desejáveis e factíveis, a função do regulador de velocidade será manter a frequência dentro de valores aceitáveis para a operação das máquinas e adequados para o funcionamento dos equipamentos dos consumidores atendidos de forma isolada. Nesse caso, as oscilações podem ocorrer na frequência e na potência fornecida pelas máquinas.

Na condição ilhada, a função do controle de tensão e potência reativa das máquinas será o de assumir o controle de tensão e potência reativa da rede, de forma coordenada com os recursos de compensação reativa e regulação de tensão da rede de distribuição constituinte da ilha.

As centrais conectadas ao sistema de distribuição em alta tensão deverão ser tecnicamente capazes de operar de forma isolada, e para isso deverão possuir dispositivos para partida direta, independentemente da rede elétrica de distribuição (Black Start).

O controle de velocidade e tensão das máquinas deverão funcionar adequadamente tanto em condição em condição interligada quanto em condição isolada. Os reguladores de velocidade deverão permitir os modos de controle por potência e por frequência. Deverão ser ajustados conjuntos de parâmetros para operação interligada e ilhada das máquinas, com a possibilidade de reversão automática entre o conjunto de parâmetros de controle para as duas condições. Nos casos de sistemas ilhados com duas ou mais máquinas interligadas, os controles de frequência e tensão deverão permitir a distribuição dos montantes de potência ativa e reativa entre as máquinas, de forma a garantir operação estável e dentro dos limites nominais de cada unidade geradora.

Durante o comissionamento das instalações de conexão deverão ser realizados ensaios de desempenho dos sistemas que compõem o controle de velocidade das máquinas para a condição interligada e ilhada, quando for o caso, sendo os resultados enviados à Cemig.

### **7.7.2 Geradores fotovoltaicos ou eólicos**

Em função das dimensões da geração fotovoltaica ou eólica, das variações de potência ativa e das características da rede elétrica no ponto de conexão, poderão ocorrer variações indesejadas de tensão, em regime permanente ou dinâmico. Por esse motivo as centrais

geradoras fotovoltaicas ou eólicas deverão contribuir para controle da tensão, por meio do controle da potência reativa gerada/absorvida no ponto de conexão.

Para se conectar em alta tensão a central geradora fotovoltaica ou eólica deverá permitir fatores de potência entre 0,95 capacitivo (fornecendo potência reativa) a 0,95 indutivo (absorvendo potência reativa). A potência reativa gerada ou consumida deverá variar conforme a função característica a seguir:

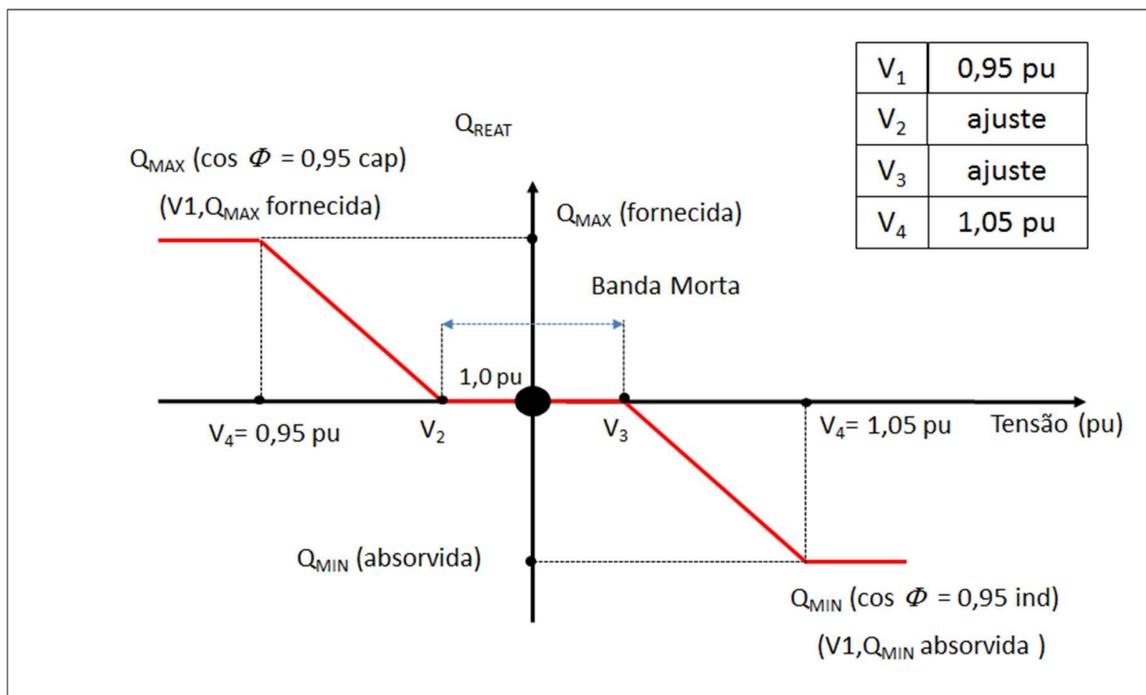


Figura 11 – Curva característica para controle de tensão

Para potência ativa igual 100% da nominal, a potência reativa absorvida será limitada a  $0,3287 P_{MAX}$ , absorvida ou fornecida pela central fotovoltaica ou eólica. Os valores de  $V_2$  e  $V_3$  deverão ser ajustáveis em função das características e exigências do sistema elétrico.

Para permitir o controle adequado da tensão recomenda-se que o dimensionamento de geradores/inversores, cabos e transformadores, das plantas fotovoltaicas e eólicas, considere uma potência aparente no mínimo 5% superior à potência ativa da geração. Com isto, evita-se que a absorção de potência reativa necessária para a implementação do controle de tensão resulte em restrição da injeção de potência ativa. Ressalta-se que este critério tem o objetivo de evitar sobretensões em função da injeção de potência ativa por parte dos acessantes geradores.

Centrais Geradoras Fotovoltaicas e Eólicas cuja característica de operação seja classificada como do tipo I ou II-A, segundo os critérios do ONS, deverão atender aos requisitos do Submódulo 2.10 dos Procedimentos de Rede do ONS.

Antes da conexão da central geradora, quando do comissionamento das instalações de conexão, deverão ser realizados ensaios de desempenho dos sistemas que compõem o controle de tensão e potência reativa, sendo os resultados fornecidos à Cemig D para avaliação.

## **8 PROCEDIMENTOS E REQUISITOS DE QUALIDADE**

Os critérios seguintes têm como objetivo orientar os acessantes na especificação adequada dos equipamentos, bem como na atenuação dos níveis de perturbações eventualmente provocadas, de forma a preservar os níveis de compatibilidade da rede elétrica como um todo.

O acessante deverá informar à Cemig D as cargas e equipamentos existentes ou previstos para suas instalações potencialmente causadores de impactos à rede elétrica. Caso contrário será responsabilizado pelos eventuais danos causados pelos impactos de cargas e equipamentos de sua propriedade não identificados previamente.

A avaliação do potencial de perturbação dessas cargas e equipamentos deverá ser efetuada com base no Estudo de Distribuição Cemig D, ED 5.57, “Caracterização de cargas potencialmente perturbadoras” (ref. 3).

Caracterizada a carga ou geração como potencialmente perturbadora, serão realizados estudos específicos, para definir ações, obras e equipamentos para a atenuação dos possíveis impactos sobre a rede elétrica da Cemig D.

A Cemig D realizará os estudos para definir a solução técnica para atenuação das perturbações, conforme previsto na REN1000/2021, e de acordo com os critérios estabelecidos no Estudo de Distribuição da Cemig D, ED-5.58.

Na hipótese do consumidor não concordar com a solução recomendada, poderá realizar estudos específicos, em conformidade com os critérios e recomendações do PRODIST e com Estudo de Distribuição da Cemig D N° – 5.58.

As conclusões e recomendações de ações, obras e equipamentos de atenuação das perturbações serão incluídas no Orçamento de conexão.

Conforme determinação da ANEEL, por meio do Módulo 8 do PRODIST, é do cliente a responsabilidade pelas ações, obras e equipamentos necessários para a atenuação das perturbações que possam ser provocadas por equipamentos de sua planta.

Deverão ser realizadas medições das perturbações correspondentes às identificadas conforme o Estudo de Distribuição ED 5.57.

A medição dos indicadores de tensão em regime permanente, variações de tensão de curta duração (VTCD) e fator de potência poderá ser efetuada pelos medidores de faturamento de energia. Para tanto, esses medidores deverão ser especificados em conformidade com os procedimentos detalhados no Módulo 8 do PRODIST e com o Submódulo 2.9 do Procedimento de Rede do ONS, respeitados os critérios, padrões e procedimentos da Cemig D.

Para avaliação das distorções harmônicas, desequilíbrios de tensão e flutuações de tensão deverão ser efetuadas campanhas de medição, em conformidade com os procedimentos recomendados no PRODIST e nos Procedimentos de Rede. Opcionalmente, poderão ser utilizados os registros do próprio medidor de energia, caso este permita a medição e o armazenamento apropriado dessas informações.

Conforme o Módulo 8 PRODIST, os itens de qualidade do produto são:

- Tensão em regime permanente
- Fator de potência
- Harmônicos
- Desequilíbrio de tensão
- Flutuação de tensão
- Variações de Tensão de Curta Duração - VTCD
- Variações de frequência

No Módulo 8 do PRODIST foram estabelecidos limites para os itens de qualidade do produto, com exceção das VTCD, para as quais se estabeleceu um valor de referência para o Fator de Impacto. Cabe à concessionária manter os níveis dos itens de qualidade em valores inferiores a esses limites.

Cabe ao acessante observar limites individuais, estabelecidos pela Cemig D, de forma a preservar os limites de qualidade estabelecidos para a rede de distribuição.

A seguir são discutidos os itens de qualidade determinados pelo PRODIST, com os limites individuais por acessante.

### **8.1 Tensão em regime permanente**

A tensão na conexão deverá situar-se entre 95% e 105% da tensão nominal de operação do sistema no ponto de conexão. As condições de conexão deverão ser definidas de forma a não degradar os níveis de tensão no ponto de conexão.

A operação das centrais geradoras pode acarretar elevações excessivas dos níveis de tensão da rede. Para atenuar esses impactos, o acessante deverá operar na faixa adequada de tensão ( $0,95TR \leq TL \leq 1,05TR$ ).

As centrais geradoras deverão ser dimensionadas para absorver ou gerar os montantes de reativos que se fizerem necessários, dentro da faixa de fator de potência 0,95 subexcitado, a 0,95 sobreexcitado.

Após o religamento de linhas de distribuição, ou após a perda da geração de uma Central Geradora, a tensão na rede não poderá atingir os limites críticos estabelecidos no Módulo 8 do PRODIST.

Caso os impactos da geração sobre os níveis de tensão superem os limites considerados no ED 5.57, deverão ser realizados estudos específicos para a avaliação e correção desses impactos. Nas análises deverá ser considerada a influência da carga de emergência mantida na planta dos autoprodutores, nos casos de perda de geração.

### **8.2 Fator de Potência**

Com base nos limites estabelecidos nos Procedimentos de Rede do ONS, o fator de potência no ponto de conexão os limites mínimos de 0,95 para centrais geradoras fornecendo energia reativa e 0,95 para centrais geradoras absorvendo energia reativa. Os equipamentos e instalações da central geradora deverão ser dimensionados para essa condição de operação.

### **8.3 Harmônicos**

As distorções harmônicas podem ser causadas pelos inversores de interligação de centrais elétricas, por equipamentos auxiliares ou por cargas industriais das plantas industriais com centrais geradoras instaladas.

Os níveis de distorções harmônicas no sistema elétrico de distribuição devem ser mantidos pela concessionária em valores inferiores aos limites estabelecidos no Módulo 8 do PRODIST. Esses limites se aplicam ao sistema de distribuição como um todo, e podem ser entendidos como níveis de compatibilidade da rede.

Para a preservação dos limites de distorção estabelecidos no PRODIST, a Cemig D estabeleceu limites de distorção harmônica, aplicáveis a cada acessante individualmente, baseados na Norma internacional 519 da IEEE.

Os limites para as correntes harmônicas são calculados tomando por base a relação  $k$  entre a corrente de curto circuito do sistema de distribuição e as correntes máximas das cargas não lineares. Nesse caso a corrente de curto circuito deverá ser calculada sem a contribuição dos geradores do acessante. Para cada faixa de ordem harmônica, os limites são definidos em valores percentuais da fundamental. Os limites por acessante devem ser aplicados na fase dos estudos de planejamento.

A tabela seguinte mostra os limites de corrente harmônica por acessante para os acessantes interligados ao sistema de distribuição em média tensão da Cemig D. Nesta norma, a grandeza TDD (Total Demand Distortion) é definida como a distorção harmônica total da corrente, em % da demanda máxima da carga.

Limites percentuais por consumidor para distorção harmônica de Corrente V < 34,5 kV (Baseados na Norma IEEE - 519)						
k = I <sub>sc</sub> /I <sub>carga</sub>	Valores percentuais das correntes harmônicas					TDD (%)
	h ≤ 11	11 ≤ h < 17	17 ≤ h < 23	23 ≤ h < 35	h ≥ 35	
k ≤ 20	4	2	1,5	0,6	0,3	5
20 < k ≤ 50	7	3,5	2,5	1	0,5	8
50 < k ≤ 100	10	4,5	4	1,5	0,7	12
100 < k ≤ 1000	12	5,5	5	2	1	15
k > 1000	15	7	6	2,5	1,4	20

Tabela 4 - Limites de corrente Harmônica por Consumidor (conforme norma IEEE 519)

Na maior parte das situações o atendimento, por cada acessante de média tensão, aos limites individuais de distorção da corrente conduz ao atendimento aos limites estabelecidos no Módulo 8 do PRODIST para as concessionárias de distribuição.

No caso de acessantes possuidores de cargas potencialmente causadoras de distorções harmônicas, conforme os critérios do ED 5.57, deverão ser realizadas campanhas de medição antes e após a entrada em operação das centrais geradoras, sendo as campanhas realizadas em conformidade com o PRODIST. Os equipamentos de atenuação instalados

devem ser deligados para a medição antes da ligação da carga, e ligados após a conexão do acessante.

Caso o medidor de faturamento tenha condições técnicas apropriadas de medição e armazenamento de informações relativas à distorção harmônica, poderão ser utilizadas as informações obtidas através desse medidor.

#### 8.4 Desequilíbrios de tensão

O percentual de desequilíbrio na rede de distribuição pode ser calculado pela expressão, contida no Módulo 8 do PRODIST, onde FD é o fator de desequilíbrio:

$$FD = \frac{V_-}{V_+} \times 100(\%)$$

O valor de referência nos barramentos de média tensão deve ser igual ou inferior a **2%**, conforme recomendado no Módulo 8 do PRODIST. Esse valor representa o nível de compatibilidade da rede elétrica, e deve ser considerado na especificação dos equipamentos, e nos ajustes da proteção contra desequilíbrios de tensão.

O valor máximo de desequilíbrio que poderá ser provocado pelo acessante na rede elétrica é fixado pela Cemig D em **1,5%**. Esse valor é menor que o valor global, para se preservar os níveis de compatibilidade da rede de distribuição.

#### 8.5 Flutuações de tensão e cintilações luminosas

São variações aleatórias, repetitivas ou esporádicas do valor eficaz da tensão. Quando ocorrem eventualmente, como no caso de partidas de motores ou de manobras de carga, as flutuações são consideradas esporádicas. Flutuações que ocorrem segundo um padrão repetitivo, tal como na operação de laminadores, são consideradas repetitivas. Quando apresentam um padrão aleatório e continuado no tempo, são consideradas aleatórias.

As flutuações de tensão podem provocar oscilações de potência e torque das máquinas elétricas, queda de rendimento dos equipamentos elétricos, interferência nos sistemas de proteção, e cintilação luminosa ("efeito flicker"). Tornaram-se relevantes principalmente devido ao incômodo visual que podem causar.

No caso de acessantes com cargas ou equipamentos potencialmente causadores de flutuações de tensão, conforme os critérios do ED 5.57, deverão ser efetuadas campanhas de medição antes e após a entrada em operação, em conformidade com os procedimentos de medição definidos no PRODIST. Caso sejam instalados equipamentos de atenuação,

estes deverão ser desligados para a medição antes da ligação do acessante, e ligados após a conexão do acessante.

Caso o medidor de faturamento tenha condições técnicas apropriadas de medição e armazenamento, poderão ser utilizadas os registros de cintilações luminosas e flutuações de tensão armazenados nesse medidor.

### **8.6 Variações de Tensão de Curta Duração (VTCD)**

Conforme definido no PRODIST, as Variações de Tensão de Curta Duração são desvios no valor eficaz da tensão, com duração de 1 ciclo a 3 minutos, incluindo quedas de tensão de 10 % a 100 % da tensão, ou elevações superiores a 10% da tensão nominal de atendimento.

Dentre os fenômenos relativos à qualidade do produto, as VTCD estão entre os mais significativos, devido à sensibilidade de grande número de equipamentos e instalações às variações rápidas do valor eficaz da tensão. Envolvem um grande número de perturbações, classificadas em função da amplitude e duração dos fenômenos.

Recomenda-se que as tensões de pick-up e os tempos de atuação das proteções de subtensão e sobretensão sejam ajustados de forma a evitar desligamentos desnecessários de equipamentos e instalações devido à ocorrência de VTCD na rede de distribuição.

Da mesma forma, os ajustes estabelecidos para a proteção deverão ser considerados nos estudos dinâmicos para definição dos parâmetros da malha de controle de tensão e velocidade das máquinas.

Os ajustes dos parâmetros da malha de controle de tensão e velocidade dos geradores deverão ser definidos de forma a possibilitar resposta rápida e amortecimento adequado das oscilações decorrentes de afundamentos de tensão ocorridos em componentes remotos da rede.

O acessante não poderá, com a operação de seus processos industriais ou de produção de energia, causar a degradação dos níveis de qualidade do sistema de distribuição ao qual estiver conectado, provocando VTCD de qualquer tipo na rede elétrica de distribuição.

As variações esporádicas de tensão deverão ser limitadas a 5% da tensão nominal na barra de ligação do consumidor ou acessante. Esse limite é adotado devido ao fato de que perturbações devidas a variações de carga são muito mais frequentes que variações de tensão na rede.

No caso de clientes potencialmente causadoras de VTCD, conforme os critérios do ED 5.57, deverão ser realizados estudos dinâmicos e estáticos do comportamento das máquinas, para se avaliar o impacto sobre o nível de tensão no ponto de conexão da rejeição da carga e saída de geradores.

### **8.7 Variações de frequência**

Conforme estabelecido no Módulo 8 do PRODIST, o sistema de distribuição e as instalações de geração a ele conectadas devem, em condições normais de operação e em regime permanente, operar dentro dos limites de frequência situados entre 59,9 Hz e 60,1 Hz.

Quando da ocorrência de distúrbios no sistema de distribuição, as instalações de geração devem garantir que a frequência retorne, no intervalo de tempo de 30 segundos após a transgressão, para a faixa de 59,5 Hz a 60,5 Hz, para permitir a recuperação do equilíbrio carga-geração.

Havendo necessidade de corte de geração ou de carga para permitir a recuperação do equilíbrio carga-geração, durante os distúrbios no sistema de distribuição, a frequência:

- não pode exceder 66 Hz ou ser inferior a 56,5 Hz em condições extremas;
- pode permanecer acima de 62 Hz por no máximo 30 segundos
- pode permanecer acima de 63,5 Hz por no máximo 10 segundos;
- pode permanecer abaixo de 58,5 Hz por no máximo 10 segundos e abaixo de 57,5 Hz por no máximo 5 segundos.

### **8.8 Requisitos de qualidade de serviço**

A concessionária deverá garantir ao acessante os padrões de qualidade de fornecimento estabelecidos pela ANEEL para o conjunto de consumidores atendidos pela SE à qual o acessante deverá se conectar. A qualidade de serviço fornecido aos acessantes será avaliada pelos indicadores de continuidade individuais, definidos no Módulo 8 do PRODIST.

## 9 BIBLIOGRAFIA

1. Cemig D, "Requisitos para a conexão de acessantes Produtores de Energia Elétrica ao Sistema de Distribuição Cemig – Conexão em Média Tensão", Norma Técnica ND 5.31.
2. Cemig D, "Procedimentos para Acesso ao Sistema Elétrico da Cemig D- Nº 02.111-PE-001a" - Grupo de Trabalho - Belo Horizonte, outubro de 2010.
3. Cemig D, "Cartilha do acessante aos Sistemas de Subtransmissão e de Média Tensão da Distribuição – Cemig" – Estudo No 02.111-EM/OM/062 – Belo Horizonte – junho de 2002.
4. Cemig D, "Fornecimento de Energia Elétrica em Média Tensão – Rede de Distribuição Aérea ou Subterrânea", Norma Técnica ND 5.3, dezembro de 2009.
5. Coelba, "Acesso, Conexão e Uso de Sistema de distribuição por acessantes geradores de energia elétrica" – Norma Coelba – PCI.00.03 - 1ª edição – dezembro de 2001.
6. CPFL energia, "Ligação de Autoprodutores em Paralelo com o Sistema de Distribuição da CPFL" – Norma Técnica - Campinas 2007.
7. CPFL energia, "Conexão aos Sistemas Elétricos de Subtransmissão daCPFL" – Norma Técnica - Campinas 2011.
8. COELCE – "Conexão de Produtor Independente e Autoprodutor de energia Elétrica com o Sistema Elétrico da COELCE" - Norma Técnica NT-008/2004 – Fortaleza – 2004.
9. COPEL, "Manual de Acesso ao Sistema de Transmissão da Copel", Relatório Técnico PLSE 003/2005– Florianópolis- janeiro de 2005.
10. IEEE - Power Engineering Society - Working group D3 – "Impact of Distributed Resources on Distribution Relay Protection - Line Protection Subcommittee of the Power System Relay Committee" – EUA – 2004.
11. IEEE, "Application Guide for Distributed Generation Interconnection: 2006 Update The NRECA Guide to IEEE 1547 Resource Dynamics Corporation", EUA - March 2006.
12. IEEE Std 519-1992 (Revision of IEEE Sttd 519-1981) - "IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonicc Control in electrical Power Systems" – IEEE Industry Applications Society/ Power Engineering Society.
13. Menezes, Tiago Vilela, "Estratégia para Análise de Afundamento de Tensão no Planejamento do Sistema Elétrico", Dissertação de Mestrado – UFMG – Belo horizonte – outubro de 2007.

14. Nunes Tavares, Temóstenes – “Avaliação do Impacto Causado na Proteção pela Interligação de Produtores Independentes no Sistema de Distribuição de Energia” – Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis , 2003.
15. Viawan, Ferry August – “Steady State Operation and Control of Power Distribution Systems in the Presence of Distributed Generation” – Thesis for the degree of Licenciante Engineering – Chalmers university of Technology - Göteborg, Sweden - 2006
16. Azmy, Ahmed M. and Erlich, István, Member, IEEE – “Impact of Distributed Generation on the Stability of Electrical Power Systems” – Power Engineering Society General Meeting, 2005. VI 2 - IEEE – August 2005
17. Khan, Umar Naseem – “Distributed Generation and Power Quality” – Faculty of Electrical Engineering, Wroclaw University of Technology, Wroclaw 50-370, Poland (e-mail: umar.naseem@gmail.com).
18. Walling, R. A. Senior Member, IEEE, and Miller, N. W. Fellow, IEEE, “Distributed Generation Islanding – Implications on Power System Dynamic Performance” - Power Engineering Society Summer Meeting, 2002 IEEE, vol.1, July 2002, Chicago, IL, USA.
19. Kuiava, R., Ramos, R. A., Oliveira, R. V., † Bretas, N. G. “Uma Análise dos Possíveis Impactos das Oscilações Eletromecânicas na Estabilidade e Qualidade de Tensão em Sistemas de Geração Distribuída”, SEPOPE - XI Simpósio de especialistas em Planejamento e Operação e expansão Elétrica - Belém, 2009.
20. Kim, Yun-Su, Kim, Gyeong-Hun, Lee, Jae-Duck and Cho, Changhee. “New Requirements of the Voltage/Var function for smart inverter in Distributed Generation Control”. Energies 2016, 9, 929: doi:10.3390/en9110929. www.mdpi.com/journal/energies.
21. Ghiani, Emílio, Pilo, Fabricio. “Smart inverter operation in distribution networks with high penetration of photovoltaic system”. MPCE – State Grid Electric Power research Institute – Springer.com, 2015.
22. Saravanan, K. K., Stalim, Dr. N., Raja, Dr. T. SreeRenga. “Design and Investigation of grid connected current source inverter for photovoltaic system”. International journal of Advanced engineering Technology – 2016.
23. Eltawil, Mohamed A., Zhao, Zhengming. “Grid-connected photovoltaic power systems: Technical and potential problems- A review ”. Renewable and Sustainable energy Reviews– Elsevier. [www.elsevier.com/locate/rser](http://www.elsevier.com/locate/rser). 2009.

24. *Smith, J.W., Member, IEEE, Sunderman, W., Member, IEEE, Dugan, R., Fellow, IEEE, Seal, Brian, Member, IEEE. "Smart inverter Volt/Var control functions for high penetration of PV on Distribution Systems". 978-1-61284-788-7/11 – IEEE, 2011.*

## **10 REFERÊNCIAS**

1. Norma da Cemig D ND 5.33, “Requisitos Para a Conexão de Consumidores ao Sistema de Distribuição Cemig – Conexão em Alta Tensão”.
2. Norma da Cemig D ND 5.31, “Requisitos para a conexão de Acessantes ao Sistema de Distribuição Cemig –Média Tensão”.
3. Estudo de Distribuição Cemig D ED-5.57, “Estudo de Distribuição Cemig D ED 5.57 “Caracterização de cargas potencialmente perturbadoras”.
4. Estudo de Distribuição Cemig D ED-5.58, “Critérios e procedimentos para análise e correção dos impactos devidos à conexão de cargas e equipamentos potencialmente perturbadores”.
5. Estudo Cemig Nº 22.000-ER/SE/6060a, "Orientação para Projeto de Implantação e expansão de subestações de Consumidores em Alta tensão (69 kV até 230 kV)" - Estudo No 22.000-ER/SE/6060.

## **11 ANEXO**

### **1. Controle de Revisões**

## ANEXO 1

## Controle de Revisões

Controle de Revisões		
Revisão	Item	Descrição das alterações
Emissão inicial	-	-
a	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteração nos procedimentos de acesso com inclusão de acessantes participantes de leilão.</li> <li>• Atualização dos critérios para análise de cargas perturbadoras (ED-5.57 e ED-5.58).</li> <li>• Inclusão de texto sobre a responsabilidade do acessante pela parametrização e implementação desses ajustes básicos nos relés, além dos demais parâmetros de ajuste e configuração de entradas e saídas digitais, LEDs e lógicas, conforme projeto elétrico aprovado.</li> <li>• Inclusão de critério para definição da necessidade ou não de teleproteção (linha curta x linha longa)</li> <li>• Inclusão de exigência da apresentação pelo acessante, de um Memorial Descritivo detalhando o sistema de controle de tensão da central geradora.</li> <li>• Atualização dos diagramas unifilares das subestações de integração considerando a utilização de módulos híbridos.</li> <li>• Alteração dos ajustes recomendados das proteções de tensão e frequência dos acessantes geradores, para compatibilizar com os novos requisitos do ONS (ONS-DPL-RE-0317/2020 - Evolução dos requisitos necessários para potencializar a inserção de geração distribuída sem impactos adversos à estabilidade do sistema interligado nacional).</li> <li>• Redução de Anexos.</li> </ul>
b	Vários itens	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inserido texto sobre a outorga de autorização de usinas fotovoltaicas pela Aneel destinadas ao ACL ou à autoprodução de energia elétrica.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"><li>• Alteração das etapas do processo de conexão, conforme REN 1000/2021.</li><li>• Realização dos estudos especiais – cargas potencialmente perturbadoras e estudos de estabilidade.</li></ul> <p>A responsabilidade pela elaboração desses estudos passa a ser da distribuidora. Para a realização desses estudos pela Cemig, o acessante deve fornecer os dados dos seus equipamentos nos formatos dos programas do HARMZs e ANATEM.</p> <p>Os estudos de estabilidade serão realizados para acessantes geradores com máquinas síncronas com capacidade total de geração superior a 10 MW no 69 kV e superior a 30 MW no 138 kV.</p> <p>Para pedidos de conexão ou ampliação de unidades geradoras com potência injetada total igual ou superior a 40 MW, a partir de 30/10/2022, deverá ser implementada uma subestação de integração com disjuntor na saída para o acessante gerador, conforme as opções detalhadas no item 7.2.2.1.</p>
--	--	--