



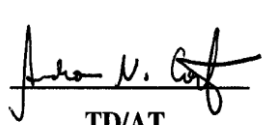
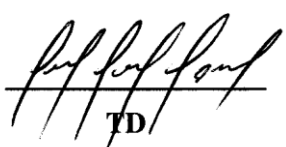
Manual de Distribuição

Fornecimento de Energia Elétrica em Média Tensão Rede de Distribuição Aérea ou Subterrânea



Diretoria de Distribuição

**Manual de Distribuição
Fornecimento de Energia Elétrica em Média Tensão
Rede de Distribuição Aérea ou Subterrânea**

PREPARADO	RECOMENDADO	APROVADO	ND-5.3
 TD/AT	 TD	 DDC	Dezembro/2009

ÍNDICE		
CAPÍTULO	TÍTULO	PÁGINA
1.	GERAL	
	1 - Introdução	1 - 3
	2 - Campo de Aplicação	1 - 3
	3 - Definições	1 - 3
2.	CONDIÇÕES GERAIS DE FORNECIMENTO	
	1 - Aspectos Gerais	2 - 1
	2 - Características do Fornecimento	2 - 1
	3 - Ponto de Entrega	2 - 1
	4 - Critérios de Atendimento das Edificações	2 - 2
	5 - Consulta Prévia	2 - 3
	6 - Pedido de Ligação e Projeto Elétrico	2 - 3
	7 - Aumento de Carga e Redução de Demanda	2 - 6
	8 - Geração Própria	2 - 7
	9 - Proteção na derivação da Rede da Cemig	2 - 8
	10 - Observações	2 - 9
3.	INSTALAÇÕES DE RESPONSABILIDADE DA CEMIG	
	1 - Ramal de Ligação	3 - 1
	2 - Medição	3 - 2
	3 - Aterramento	3 - 3
	3 - Recebimento da Subestação	3 - 3
4.	INSTALAÇÕES DE RESPONSABILIDADE DO CONSUMIDOR	
	1 - Aspectos Gerais	4 - 1
	2 - Ramal de Entrada	4 - 2
	3 - Transformador	4 - 5
	4 - Equipamentos de Proteção	4 - 6
	5 - Caixas para Medição e Proteção	4 - 8
	6 - Caixas de Inspeção	4 - 8
	7 - Aterramento	4 - 8
	8 - Tipos de Subestações	4 - 9
	9 - Barramentos de Média Tensão	4 - 11
	10 - Barramentos de Baixa Tensão	4 - 11
	11 - Notas Diversas	4 - 12
5.	TABELAS	5 - 1
6.	SUBESTAÇÃO Nº 1 (ENTRADA AÉREA OU SUBTERRÂNEA COM TRANSFORMADOR ATÉ 300kVA INSTALADO EM POSTE)	
	1 - Desenhos	6 - 1
	2 - Legenda	6 - 10

2 - Notas

6 - 10

7. **SUBESTAÇÃO Nº 2 (CONSTRUÇÃO EM ALVENARIA PARA FORNECIMENTO DE QUALQUER VALOR DE DEMANDA)**
- 1 - Desenhos 7 - 1
2 - Legenda 7 - 5
2 - Notas 7 - 5
8. **SUBESTAÇÃO Nº 3 (CUBÍCULO DE MEDIÇÃO A 3 ELEMENTOS)**
- 1 - Desenhos 8 - 1
2 - Legenda 8 - 3
2 - Notas 8 - 3
9. **SUBESTAÇÃO Nº 4 (CUBÍCULO BLINDADO)**
- 1 - Desenhos 9 - 1
2 - Legenda 9 - 4
2 - Notas 9 - 4
10. **SUBESTAÇÃO Nº 5 (CONSTRUÇÃO EM ALVENARIA PARA FORNECIMENTO ATÉ 300kVA)**
- 1 - Desenhos 10 - 1
2 - Legenda 10 - 3
2 - Notas 10 - 3
11. **DESENHOS**
- 1 - Notas 11 - 1
12. **MATERIAIS APROVADOS E/OU PADRONIZADOS**
- 1 - Geral 12 - 1
2 - Relação de Documentos 12 - 1
2 - Desenhos 12 - 2

ANEXOS

- A - Metodologia para Ajuste de Proteção Secundária
B - Atendimento Híbrido
C - Folha de Rosto (identificação) para Projetos
D - Referências Bibliográficas

GERAL

1. INTRODUÇÃO

Esta Norma tem por objetivo estabelecer as diretrizes técnicas para o fornecimento trifásico de energia elétrica em média tensão a edificações individuais ou compartilhadas, urbanas ou rurais, residenciais, comerciais ou industriais, com carga instalada individual superior a 75 kW, a partir de redes de distribuição aéreas ou subterrâneas com tensões nominais de 13,8kV, 23,1kV e 34,5kV, bem como fixar os requisitos mínimos para as entradas de serviço das instalações consumidoras.

A mesma está estruturada em função:

- dos critérios de projeto e dimensionamento dos componentes das entradas de serviço;
- das instalações básicas referentes a cada tipo de padrão de entrada;
- dos materiais padronizados e aprovados para utilização nos padrões de entrada.

Esta Norma está em consonância com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, com as portarias e resoluções da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL e com os Atos e Resoluções do CREA-MG.

As especificações técnicas dos materiais, equipamentos e dispositivos utilizados pela CEMIG constam da ND-2.6 (Padrões e Especificações de Materiais e Equipamentos) e Manual do Consumidor nº 11.

Esta edição é uma revisão, e cancela e substitui as normas Cemig ND-5.3/Outubro 2005.

Esta Norma poderá, em qualquer tempo e sem prévio aviso, sofrer alterações, no todo ou em parte, motivo pelo qual os interessados deverão, periodicamente, consultar a Cemig quanto à sua aplicabilidade.

Esta norma, bem como as alterações, poderão ser acessadas através do endereço eletrônico WWW.CEMIG.COM.BR (dentro da página acesse serviços on line depois informações técnicas depois normas técnicas depois ND-5.3) para consultar /baixar o arquivo atualizado.

2. CAMPO DE APLICAÇÃO

Esta Norma aplica-se ao fornecimento trifásico de energia elétrica em média tensão (instalações novas ou reformas e ampliações das instalações já existentes), com tensões nominais de 13,8kV, 23,1kV e 34,5kV, para unidades consumidoras com carga instalada superior a 75 kW, através de subestações individuais ou compartilhadas, exceto para:

- unidade consumidora pertencente a agrupamento com ou sem proteção geral, a edificação de uso coletivo ou unidade consumidora individual a ser atendida na baixa tensão por opção do consumidor.

3. DEFINIÇÕES

Os termos técnicos utilizados nesta Norma estão definidos nas NBR 5460, 5463 e 5473, e são complementados pelos seguintes:

3.1 Consumidor

É a pessoa física ou jurídica, ou comunhão de fato ou de direito legalmente representada, que solicitar à Cemig o fornecimento de energia elétrica e assumir expressamente a responsabilidade pelo pagamento das contas e pelas demais obrigações regulamentares e contratuais.

3.2 Unidade consumidora

São as instalações de um único consumidor, caracterizadas pela entrega de energia elétrica em um só ponto, com medição individualizada.

3.3 Edificação Individual

É toda e qualquer construção, reconhecida pelos poderes públicos, contendo uma única unidade consumidora.

3.4 Limite de propriedade

São as demarcações que separam a propriedade do consumidor da via pública e dos terrenos adjacentes de propriedade de terceiros, no alinhamento designado pelos poderes públicos.

3.5 Ponto de entrega

É o ponto até o qual a concessionária se obriga a fornecer energia elétrica de acordo com os parâmetros estabelecidos pela ANEEL, com participação nos investimentos necessários, bem como responsabilizando-se pela execução dos serviços de operação e de manutenção do sistema, não sendo necessariamente o ponto de medição.

3.6 Entrada de serviço

É o conjunto constituído pelos condutores, equipamentos e acessórios instalados entre o ponto de derivação da rede da Cemig e a medição, inclusive.

A entrada de serviço abrange, portanto, o ramal de ligação e o padrão de entrada das unidades consumidoras.

3.7 Ramal de ligação

É o conjunto de condutores e acessórios instalados pela Cemig entre o ponto de derivação da rede e o ponto de entrega.

3.8 Ramal de entrada

É o conjunto de condutores e acessórios instalados pelos consumidores entre o ponto de entrega e a proteção geral de média tensão ou medição de baixa tensão.

3.9 Padrão de entrada

É a instalação compreendendo o ramal de entrada e os diversos tipos de subestações e equipamentos constantes nesta norma de forma a permitir a ligação das unidades consumidoras à rede da Cemig.

3.10 Subestação

É a estação com uma ou mais das funções de gerar, medir, controlar a energia elétrica ou transformar suas características, quando fazendo parte das instalações de utilização (instalações de propriedade do consumidor).

3.11 Ramal interno

É o conjunto de condutores e acessórios instalados internamente nas unidades consumidoras, a partir da medição.

3.12 Medição indireta

É a medição de energia efetuada com transformadores para instrumentos (TC e/ou TP).

3.13 Caixa de inspeção ou caixa de passagem

É o compartimento enterrado, intercalado em uma ou mais linhas de dutos convergentes; esse compartimento deverá ser conforme os desenhos das páginas 12-11, 12-12 e 12-13. Quando instalado no circuito de energia não medida internamente à unidade consumidora, a tampa deverá ser provida de dispositivo para instalação de selo Cemig.

3.14 Chave de aferição

É o dispositivo que possibilita a retirada do medidor do circuito, abrindo o seu circuito de potencial, sem interromper o fornecimento, ao mesmo tempo que coloca em curto circuito o secundário dos transformadores de corrente.

3.15 Carga instalada

É a somatória das potências nominais dos equipamentos elétricos de uma unidade consumidora que, após a conclusão dos trabalhos de instalação, estão em condições de entrar em funcionamento.

3.16 Demanda

É a média das potências elétricas instantâneas solicitadas ao sistema elétrico pela carga instalada em operação na unidade consumidora durante um intervalo de tempo especificado.

3.17 Demanda contratada

É a demanda de potência ativa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela concessionária, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência fixados no contrato de fornecimento, e que deverá ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW).

3.18 Demanda medida

É a maior demanda de potência ativa verificada por medição, integralizada no intervalo de 15 (quinze) minutos durante o período de faturamento, expressa em quilowatts(kW).

3.19 Cabos Isolados, Multiplexados e Auto-sustentados para Média Tensão

São cabos em Alumínio, de seção circular, recobertos por camada isolante EPR ou XLPE com dupla camada de blindagem, sendo uma semicondutora, aplicada sobre o condutor, e outra sobre a isolação do condutor, sendo esta metálica.

Os condutores fase, em número de três, devem ser torcidos helicoidalmente ao redor do mensageiro (condutor de sustentação e neutro), que deve permanecer sempre em posição axial em relação aos demais.

3.20 Medidor Eletrônico

Medidor estático no qual a corrente e tensão agem sobre elementos de estado sólido (componente eletrônico), para produzir uma informação de saída proporcional à quantidade de energia elétrica medida (transdutor), indicando-a em um mostrador. Pode possuir saídas que permitam a cessão de informações aos consumidores.

3.21 Caixa para Medidor Eletrônico (CM-4)

É a caixa destinada à instalação do medidor eletrônico e chave de aferição.

3.22 Caixa CM-9 ou CM-18

É a caixa destinada à instalação do disjuntor de baixa tensão (Subestação nº 1) e transformadores de corrente.

3.23 Relé com as funções 50 e 51 fase e neutro

É o relé secundário microprocessado, de proteção de sobrecorrente, utilizado para desligar o disjuntor da proteção geral.

Esse relé deverá contemplar, no mínimo, a indicação do evento ocorrido por fase, se sobrecarga ou curto-circuito, com os valores da magnitude da corrente interrompida.

As funções 50 e 51(fase e neutro) devem ser garantidas, na falta de energia, por uma fonte de alimentação reserva, com autonomia mínima de 2 h, que garanta a sinalização dos eventos ocorridos e o acesso à memória de registro dos relés.

O relé deve ser provido de meios que impeçam a alteração de sua parametrização, local ou remota, executada de acordo com o projeto aprovado na concessionária. São exemplos destes meios: o lacre, chave interna ou senha de bloqueio de alteração remota. Os lacres utilizados pela concessionária não poderão ser rompidos conforme previsto no artigo 36 da Resolução nº 456/2000 da ANEEL.

Os transformadores de corrente conectados aos relés secundários podem ser instalados, a critério do projetista, do lado da alimentação da concessionária ou do lado da instalação da unidade consumidora e/ou produtor independente ou autoprodutor. São exemplos de parâmetros a serem considerados na decisão: o tempo de operação como consumidor ou autoprodutor/produtor independente e demanda de injeção ou requerida no sistema da concessionária. Os transformadores de potencial deverão ser instalados do lado da alimentação da distribuidora, antes do disjuntor de proteção geral e após a chave seccionadora.

Para qualquer tipo de relé, deve ser instalado um dispositivo exclusivo que garanta a energia necessária ao acionamento da bobina de abertura do disjuntor, que permita teste individual, recomendando-se o uso de fonte capacitiva, associada a outra fonte de alimentação auxiliar. O relé deve, ainda, ser provido de fonte interna.

A resolução máxima de ajuste da corrente de fase deve ser de 0,1%.

3.24 Relé com a função 32

É o relé secundário microprocessado de proteção direcional de potência utilizado para desligar o disjuntor da proteção geral da subestação, exceto a subestação nº 3, quando da utilização de geração própria.

CONDIÇÕES GERAIS DE FORNECIMENTO

1. ASPECTOS GERAIS

1.1 As unidades consumidoras, sejam residenciais, comerciais ou industriais, devem ser atendidas através de uma única entrada de serviço, com apenas uma única medição de energia. No caso de subestação compartilhada cada unidade consumidora terá a sua medição e proteção separadamente.

1.2 As edificações constituídas predominantemente por estabelecimentos comerciais somente podem ser consideradas uma única unidade consumidora, caso atendam ao disposto no artigo 14 da Resolução 456/2000, da ANEEL, ou outra resolução em vigor. Caso isto ocorra, o atendimento deve ser como previsto nesta Norma. Caso contrário, o atendimento deve ser como previsto na ND-5.2 (área de atendimento por RDA - Rede de Distribuição Aérea) ou ND-5.5 (área de atendimento por RDS - Rede de Distribuição Subterrânea - ou com previsão de vir a sê-lo).

1.3 O padrão de entrada das unidades consumidoras já ligadas que estiverem em desacordo com as exigências desta Norma, e que ofereçam riscos à segurança, devem ser reformados ou substituídos dentro do prazo estabelecido pela Cemig, sob pena de suspensão do fornecimento de energia, conforme previsto na Resolução 456/2000, da ANEEL, ou outra resolução em vigor.

1.4 As legislações que regulamentam as condições gerais de fornecimento de energia elétrica estão contidas na ND-5.11(Condições Gerais de Fornecimento).

1.5 O dimensionamento, a especificação e construção do padrão de entrada e das instalações internas da unidade consumidora devem atender às prescrições da NBR-14039 e da NBR-5410, em sua última revisão/edição.

1.6 Esta Norma, em princípio, aplica-se ao fornecimento de energia elétrica em média tensão com tensões nominais de 13,8kV, 23,1kV e 34,5kV, sistema trifásico, até o limite de 2500 kW de demanda contratada ou estimada conforme Artigo 6º, parágrafo 2º da Resolução 456/2000 da ANEEL, podendo, entretanto, serem atendidas instalações consumidoras com demandas superiores a este limite quando as condições técnico-econômicas do sistema permitirem.

1.7 O atendimento deverá ser híbrido, onde aplicável, conforme o Anexo B.

2. CARACTERÍSTICAS DO FORNECIMENTO

O fornecimento de energia é efetuado em média tensão com os seguintes parâmetros:

- tensão fase-fase 13,8 kV, sistema trifásico, em delta, frequência 60 Hz;
- tensão fase-fase 23,1 kV, sistema trifásico, em delta, frequência 60 Hz;
- tensão fase-fase 34,5 kV, sistema trifásico, em delta (ou estrela), frequência 60 Hz;

O neutro do sistema secundário (sistema multiterrado) é acessível e deve ser diretamente interligado à malha de aterramento da unidade consumidora e ao neutro do(s) transformador(es).

3. PONTO DE ENTREGA

O ponto de entrega de energia em média tensão será no limite da propriedade do consumidor com a via pública, e o atendimento da unidade consumidora, sempre que possível, em áreas atendidas por RDA, será através de ramal de ligação aéreo isolado.

Quando o atendimento não puder ser efetuado através de ramal de ligação aéreo, por solicitação do consumidor ou por razões a ele imputáveis, o ramal subterrâneo terá os seus ônus creditados ao mesmo. Assim, o ponto de entrega situar-se-á na derivação da rede da Cemig, e o ramal de entrada se estenderá até este ponto. Portanto, eventuais manutenções neste ramal serão de responsabilidade total do consumidor.

Caso as circunstâncias pelas quais o ramal de ligação não possa ser aéreo e não sejam imputáveis ao consumidor, caberá à Cemig executar o ramal de ligação subterrâneo, permanecendo o ponto de entrega no

limite da propriedade do consumidor com a via pública. Em áreas atendidas por RDS o ponto de entrega será sempre no limite da propriedade do consumidor com a via pública.

4. CRITÉRIOS DE ATENDIMENTO DAS EDIFICAÇÕES

Os critérios de atendimento às unidades consumidoras são definidos em função da demanda máxima prevista no projeto em kVA, ou seja, a demanda calculada, e que deve fundamentar o dimensionamento de todos os componentes da entrada de serviço. Se houver previsão para o aumento do fator de carga ou para a instalação de carga futura, os dimensionamentos deverão ser negociados com a distribuidora antes da apresentação do projeto elétrico.

4.1 Classificação das Unidades Consumidoras

4.1.1 Unidades consumidoras com demanda de até 300kW , com um transformador instalado no poste e tensão secundária até 440/254V.

Essas unidades terão a medição a três elementos e a proteção instaladas na baixa tensão. Opcionalmente, estas unidades consumidoras poderão ter a medição a três elementos e a proteção instaladas na média tensão, respeitando as características das subestações nº 2, 4 ou 5 previstas no item 7, página 4-8.

4.1.2 Unidades consumidoras com demanda de até 300kW e tensão secundária superior a 440/254V.

Estas unidades terão a medição a três elementos e a proteção por disjuntor instalados na média tensão, qualquer que seja o tipo de subestação escolhida pelo consumidor. Somente no caso da Subestação nº 3 a proteção será na média tensão através de chave fusível.

4.1.3 Unidades consumidoras com demanda acima de 300kW

Estas unidades terão a medição a três elementos e a proteção por disjuntor instalados na média tensão, qualquer que seja o tipo de subestação escolhida pelo consumidor. Somente no caso da Subestação nº 3 a proteção será na média tensão através de chave fusível.

4.2 Dimensionamento das Unidades Consumidoras

A proteção (exceto para a Subestação nº 1), a seção dos condutores e barramentos devem ser dimensionadas em função da potência do(s) transformador(es), definido(s) com base na demanda provável, de acordo com as tabelas do Capítulo 5, exceto a medição que deverá ser dimensionada a critério da Cemig.

O disjuntor da Subestação nº 1 deverá ser especificado conforme a Tabela 1, página 5-1. Excepcionalmente, o disjuntor poderá ser especificado conforme a fórmula do item 7.1, página 4-8. O transformador de menor potência deverá ser o de 75kVA.

Para todos os cálculos deve ser considerada como corrente nominal aquela relativa à demanda provável (em kW, ou em kVA, considerando fator de potência 0,92) acrescida de 10% (ou de 5% para consumidor livre).

A demanda mínima e máxima a ser contratada quando da utilização da Subestação nº 1 deverá ser conforme a tabela abaixo:

Transformador (kVA)	Demanda mínima a ser contratada (kW)	Demanda máxima a ser contratada (kW)
75	30	75
112,5	56	112
150	75	150
225	112	225
300	150	300

5. CONSULTA PRÉVIA

Antes de construir ou mesmo adquirir os materiais para a execução da entrada de serviço e da subestação, os projetistas devem procurar uma Agência de Atendimento da Cemig, visando obter, inicialmente, informações orientativas a respeito das condições de fornecimento de energia à edificação em sua fase definitiva e na etapa de ligação de obra.

Estas orientações abrangem as primeiras providências a serem tomadas pelos projetistas quanto a:

- verificação da posição e do tipo de rede de distribuição existente no local próximo à edificação;
- definição do tipo de atendimento e da necessidade ou não de contrato (de acordo com os critérios constantes da ND-5.13);
- apresentação de projeto elétrico, necessário a todos os tipos de fornecimento incluídos nessa Norma, com assinatura do Responsável Técnico (RT) pelo projeto, do Responsável Técnico (RT) pela execução e do proprietário.

6. PEDIDO DE LIGAÇÃO E PROJETO ELÉTRICO

6.1 Requisitos Gerais

As Agências de Atendimento da Cemig devem solicitar aos consumidores a formalização do pedido de ligação, segundo as orientações da ND-5.18 e da ND-5.13, quando aplicáveis.

A Cemig somente efetuará a ligação de obras, definitiva ou provisória, após a análise de conformidade do projeto elétrico com as normas Cemig e ABNT, vistoria e aprovação dos respectivos padrões de entrada, que devem atender às prescrições técnicas contidas nesta norma e no projeto elétrico. Adicionalmente, a Cemig somente efetuará a ligação de obras, definitiva ou provisória se a carga declarada no projeto elétrico estiver disponível para conferência no ato da ligação.

As instalações elétricas internas de baixa tensão da unidade consumidora devem ser especificadas, projetadas e construídas de acordo com as prescrições das NBR-5410 e 5419, quanto aos seus aspectos técnicos e de segurança, e aquelas em média tensão de acordo com as prescrições da NBR-14039, quanto aos seus aspectos técnicos e de segurança. Os detalhes destas instalações internas não deverão constar no projeto apresentado à Cemig.

O consumidor deve, ainda, obedecer às legislações específicas aplicáveis, relativas ao tipo de atividade a que se destina a unidade consumidora.

No caso de clínicas e hospitais, deve ser observado o cumprimento da Resolução RDC-50, de 21-02-2002 (ou sua versão mais atual) do Ministério da Saúde.

6.2 Ligação de Obras

Caracteriza-se como ligação de obras, aquela efetuada com ou sem medição, sem prazo definido, para atendimento das obras de construção ou reforma da edificação.

O consumidor deve apresentar a relação de cargas a serem utilizadas durante a obra, para a definição do tipo de fornecimento aplicável.

O padrão de entrada pode corresponder a qualquer um dos tipos apresentados pela ND-5.1 para carga instalada até 75 kW; para carga instalada superior a 75 kW deve ser utilizado um dos tipos de subestações definido nesta norma.

O atendimento pela Cemig ao pedido de ligação de obras ficará condicionado ainda, à apresentação dos seguintes dados:

- projeto elétrico e ART(s) de projeto e execução das instalações elétricas, de acordo com as exigências do item 6.5 deste capítulo;
- esquema vertical indicando distâncias em relação à rede Cemig de baixa e média tensão.

O atendimento a obras em média tensão pode ser executado através de subestação instalada em carreta, sendo necessário, no local, apenas a instalação do aterramento de acordo com o item 6, página 4-7; poderá ainda ser executado através de Cubículo de Medição a três elementos de acordo com o item 7.3, página 4-9.

O atendimento fica condicionado à apresentação de projeto elétrico conforme os critérios estabelecidos no item 6.5, página 2-4.

6.3 Ligação Provisória

As ligações provisórias destinam-se à ligação com ou sem medição de parques de diversão, circos, feiras e exposições agro-pecuárias, comerciais ou industriais, solenidades festivas, shows e obras públicas com demanda superior a 75 kVA e por um prazo máximo de 3 (três) meses.

Estas cargas, quando apresentarem demanda igual ou inferior a 75 kVA, serão atendidas de acordo com a ND-5.1, em tensão secundária de distribuição.

O padrão de entrada para ligação provisória em média tensão pode corresponder a qualquer tipo de subestação constante desta norma, não havendo a necessidade de medição e equipamentos a ela associados.

Caberá ao consumidor fornecer os cabos necessários para a ligação à rede (ramal de ligação), que lhe serão devolvidos quando do desligamento.

A Cemig, caso não seja instalada medição, deverá calcular a demanda máxima da instalação e, em função do tempo total da ligação, cobrar, antecipadamente, o consumo/demanda e as taxas devidas.

A subestação pode ser instalada em carretas ou caminhões, sendo necessário, no local, apenas a instalação do aterramento, de acordo com o item 6, página 4-7.

Em quaisquer circunstâncias os cabos e eletrodutos para o ramo de ligação deverão ser fornecidos e instalados pelo consumidor. A Cemig somente conectará o ramo de ligação à rede de derivação.

O atendimento fica condicionado à apresentação de projeto elétrico conforme os critérios estabelecidos no item 6.5, página 2-4.

6.4 Ligação Definitiva

As ligações definitivas correspondem às ligações das unidades consumidoras, com medição e em caráter definitivo, de acordo com um dos padrões indicados nesta norma.

Por ocasião da ligação definitiva, a Cemig efetuará o desligamento da ligação de obras.

A ligação da unidade consumidora será efetuada pela Cemig somente após o pedido feito pelo seu proprietário e/ou seu representante legal.

Mediante contrato específico firmado entre a Cemig e o consumidor, poderá ser acordada a alimentação em pontos distintos e pré estabelecidos de subestação móvel (instalada em carreta ou caminhão). Nestes casos o ponto de entrega será a rede da Cemig, e caberá ao consumidor fornecer o ramo de entrada, cabendo à Cemig efetuar os desligamentos e religações nos pontos acordados. A subestação móvel deve atender ao disposto no item 7.6, página 4-10.

O atendimento fica condicionado à apresentação de projeto elétrico conforme os critérios estabelecidos no item 6.5, página 2-4.

6.5 Requisitos Mínimos para Análise do Projeto Elétrico

Para serem analisados pela Cemig, os projetos elétricos das entradas de serviço das unidades consumidoras (entregues à Cemig, junto com o pedido de ligação de obras) devem ser apresentados em qualquer formato ABNT (NBR 5984), em três vias (cópias heliográficas ou xerox), das quais uma será devolvida, devidamente analisada, ao interessado. Para serem analisados pela Cemig os projetos elétricos deverão ser apresentados juntamente com o recolhimento da(s) Anotação(ões) de Responsabilidade Técnica (ART) ao CREA-MG, que cubra(m) a Responsabilidade Técnica sobre o projeto e a execução das instalações elétricas de acordo com o Ato nº 04/85 do CREA-MG.

Os documentos do projeto deverão possuir folha de rosto (para formato A4) ou um espaço (para os demais formatos) de acordo com o ANEXO B, devidamente preenchidos com os dados solicitados. O proprietário ou seu procurador legalmente constituído através de procuração registrada em cartório e RT(s) devem assinar nas cópias, não sendo aceitas cópias de originais previamente assinados. O procedimento deverá ser o mesmo caso a parametrização do relé seja feita em folhas separadas do projeto elétrico, ou seja, deverão ser numeradas e assinadas pelos responsáveis técnicos de projeto e execução e pelo proprietário e os mesmos deverão vistar todas as folhas.

Os projetos deverão conter, no mínimo, as seguintes informações relativas ao imóvel e às suas instalações elétricas:

6.5.1 Dados do Imóvel no Projeto Elétrico

- a) Nome, telefone e CPF/CNPJ do proprietário ou do seu procurador legalmente constituído através de procuração registrada em cartório. Neste caso deverá ser enviado à Cemig juntamente como o projeto elétrico uma cópia da citada procuração.
- b) Finalidade (residencial, comercial, industrial, agrícola, atividade rural predominante, mineração, irrigação predominante, atividade econômica predominante, etc.).
- c) Localização (endereço, planta de situação da edificação e do lote em relação ao quarteirão e às ruas adjacentes) e endereço do vizinho mais próximo, no caso de unidades consumidoras urbanas, ou planta de situação com indicação da subestação, amarrada topograficamente a pontos notáveis como rodovias, ferrovias, etc., no caso de unidades consumidoras situadas fora de áreas urbanas.

6.5.2 Características Técnicas Constantes do Projeto Elétrico

- a) Listagem da carga instalada indicando quantidade e potência em kW e kVA, rendimento nos casos de motores, fator de potência e tensão de operação de cada tipo de carga.
- b) Memória de cálculo da demanda provável em kVA e kW (considerando, no mínimo, fator de potência 0,92); esse cálculo, de responsabilidade exclusiva do engenheiro RT (responsável técnico) pelo projeto bem como o fator de demanda deve contemplar todas as cargas e seu regime mais severo de funcionamento contínuo.
- c) Lista detalhada dos materiais, equipamentos e dispositivos a serem utilizados na subestação, contendo, no mínimo, as seguintes informações:
 - tipo;
 - fabricante;
 - principais características elétricas;
- d) Desenho completo (planta e cortes necessários) da subestação, com indicação precisa da instalação dos equipamentos de proteção e transformação e acessórios, cabos, aterramento, ventilação (natural ou forçada), espaço de manobra, iluminação natural, artificial e iluminação de emergência.
- e) Diagrama unifilar completo das instalações da subestação desde o ponto de entrega incluindo, necessariamente, o ponto de medição.
- f) Cronograma de demanda em kVA e kW quando a carga listada de acordo com o item 6.5.2.a, página 2-5 corresponder a mais de uma etapa de implantação da unidade consumidora. Se for muito grande a diferença entre as demandas poderá ser necessário programar a troca dos TC's de medição e/ou de proteção. Lembremos que poderá ser usado TC com relação múltipla.
- g) Memória de cálculo do ajuste das proteções (inclusive ajuste de disjuntor de baixa tensão onde aplicável) utilizadas, com catálogos anexos (ou cópia legível) contendo as características (curvas) de atuação e coordenograma de atuação da proteção com os ajustes indicados (ver Anexo A); a programação dos relés de proteção é responsabilidade exclusiva do engenheiro RT (responsável técnico) pela execução do projeto, que deverá estar no local quando a Cemig for receber a subestação; caberá a Cemig acompanhar a parametrização e selar o dispositivo do relé destinado ao selo da concessionária.
- h) Detalhamento das cargas especiais como a partida de motores (de grande potência - maior que 50 cv - ou de pequena potência com partidas simultâneas), fornos a arco, etc., com estudo detalhado da queda de tensão e solicitação ao sistema.
- i) Diagrama unifilar detalhado da geração própria e/ou do sistema de emergência e o detalhamento das suas características de funcionamento, se for o caso.
- j) Planta de aterramento com todas as características: caixas, condutor, hastes, etc.

6.5.3 Responsabilidade Técnica do Projeto e Execução das Instalações

- a) Nome, número de registro do CREA-MG (ou de outro CREA com visto no CREA-MG, em sua carteira profissional, para o Responsável Técnico pela execução conforme Decisão Normalizadora 64/1999 do CONFEA) e assinatura (indelével e de próprio punho - aposta nas cópias do projeto) do(s) engenheiro(s) responsável(veis) pelo projeto e execução das instalações elétricas.
- b) Recolhimento da(s) Anotação(ções) de Responsabilidade Técnica (ART) ao CREA-MG, que cubra(m) a Responsabilidade Técnica sobre o projeto e a execução das instalações elétricas de acordo com o Ato nº 04/85 do CREA-MG.

- c) A análise do projeto elétrico ficará condicionada à apresentação das ART's de projeto e de execução; se houver geração própria, a análise do projeto elétrico ficará condicionada também à apresentação do registro ou autorização conforme o disposto na Resolução 112/1999, da ANEEL.
- d) Em casos especiais, quando a aprovação do projeto elétrico é condição necessária para licitação da execução da obra, e mediante apresentação de correspondência registrada em cartório ou de edital de licitação atestando essa condição, a Cemig pode analisar o projeto elétrico acompanhado apenas da ART relativa a projeto; neste caso, deverá ser colocada nota no projeto estabelecendo que a ligação de obra ou definitiva e a vistoria ficam condicionados à apresentação da ART de execução das instalações elétricas no pedido de vistoria;
- e) Apresentar juntamente com o projeto correspondência atestando a preservação dos direitos autorais ou incluir nota no projeto elétrico com os seguintes dizeres: “Eu, responsável técnico por este projeto, declaro conhecer o disposto na Lei Federal 5194/66 de 24-12-1966, na Lei 9610/98 de 19-02-1998 e nas Resoluções, Instruções Normativas e Atos do CONFEA e do CREA-MG, responsabilizando-me, única e exclusivamente, administrativa ou judicialmente, em caso de arguição de violação dos direitos autorais”.

6.5.4 Outras Informações para análise do Projeto Elétrico

- a) Distância da subestação em relação à parte civil e divisas; as distâncias esquina-edificação, esquina-caixa de passagem e esquina-subestação devem ser informadas por escrito, além de estarem em escala.
- b) Não poderá ser apresentado o projeto elétrico de detalhes das instalações internas das unidades consumidoras (a partir da saída da subestação de entrada geral).
- c) O responsável técnico ou cliente receberá da Cemig uma via do projeto elétrico analisado.
- d) No caso de não execução do projeto já analisado pela Cemig, no prazo de 12 meses, o cliente deverá revisá-lo conforme a norma Cemig ND-5.3 vigente e deverá encaminhá-lo para nova apreciação da Cemig.
- e) No caso de necessidade de alterações do projeto elétrico já analisado pela Cemig é obrigatório encaminhar o novo projeto para análise pela Cemig.
- f) A Cemig terá um prazo de 15 (quinze) dias, a contar da data do protocolo de entrada do projeto, para análise do mesmo.
- g) No projeto elétrico deverão constar, no mínimo, as seguintes notas:

- 1 - a Cemig fica autorizada a reproduzir cópias desse projeto para uso interno, se necessário, bem como fazer arquivamento pelo processo que lhe for conveniente;
- 2 - as informações/detalhes não contidos neste projeto estão de acordo com a norma Cemig ND-5.3;
- 3 - a carga declarada no projeto estará disponível para conferência no ato da ligação.

- h) A subestação compartilhada deverá constar de apenas um projeto elétrico e ter somente um responsável técnico pelo projeto e pela sua execução.
- i) A Cemig poderá exigir que sejam fornecidos para cada motor os seguintes dados: tipo de motor, potência, tensão, corrente de partida, corrente nominal, relação I_p/I_n , fator de potência na partida, fator de potência em regime, tempo de rotor bloqueado, nº de pólos, tipo de carga acionada, tempo de aceleração, nº de terminais disponíveis na caixa de ligação, número de partidas (por hora, por dia, etc.), ordem de partida dos motores (em caso de partida seqüencial de dois ou mais motores), simultaneidade de partida (relacionar motores que partem simultaneamente), potência e impedância percentual do transformador que irá alimentar esse motor, dispositivo de partida a ser empregado e ajustes do dispositivo de partida, etc. A falta de fornecimento de algum desses dados poderá prejudicar a análise da Cemig. Se necessário, outras informações sobre os motores poderão ser solicitadas. Deverão ser relacionadas ainda eventuais cargas sensíveis a flutuações de tensão.

7. AUMENTO E REDUÇÃO DE DEMANDA

- a) O aumento de demanda deve ser solicitado à Cemig, para análise das modificações que se fizerem necessárias na rede e/ou subestação, mediante a apresentação de projeto elétrico de acordo com o item 6.5 deste Capítulo.
- b) No caso de haver previsão futura de aumento de carga, é permitida a instalação de condutores e barramentos em função da carga futura. Por ocasião do pedido de aumento de carga ou demanda escalonada, apenas o ajuste da proteção e/ou troca do transformador (ou acréscimo de transformador) serão efetivados.

- c) Unidades consumidoras cuja proteção seja através de relé microprocessado deverão apresentar nova memória de cálculo dos ajustes e coordenograma para todo aumento ou redução da demanda contratada.
- d) Qualquer aumento de demanda está condicionado à substituição de relé primário (fluido dinâmico) por relé microprocessado, substituição do ramal de ligação ou de entrada convencional(nu) ou protegido por ramal de ligação ou de entrada isolados e demais adequações da proteção e subestação.
- e) Para redução de demanda nos atendimentos através da Subestação nº 1, se houver troca de transformador para atender o item 18 da página 6-9, a subestação deverá se adequar a esta norma, inclusive o ramal de ligação e com apresentação de projeto elétrico. Se não for necessária a substituição do transformador e se a subestação estiver em bom estado de conservação e não oferecer condição insegura, será necessário apenas um projeto elétrico para a definição da nova proteção geral.
- f) Para as demais subestações, as mesmas deverão se adequar a esta norma.

8. GERAÇÃO PRÓPRIA

A unidade consumidora poderá possuir sistema de geração própria, sendo os custos dessa instalação às expensas do consumidor.

8.1 Com injeção de potência no sistema da Cemig

A construção de um sistema de geração própria, caracterizando um produtor independente, autoprodutor, PCE (Pequena Central Elétrica), centrais de cogeração ou assemelhado, deverá ser objeto de consulta à Cemig, que fornecerá as informações necessárias, inclusive as informações para o acordo operacional definido para cada caso da área de operação. Esse acordo operacional, a ser firmado entre o cliente e a Cemig, é indispensável para que o sistema de geração própria entre em funcionamento.

8.2 Sem injeção de potência no sistema da Cemig

O sistema de geração própria, composto de grupo motor-gerador, será utilizado para atendimento às situações emergenciais ou a critério do consumidor. Este sistema não poderá causar qualquer problema técnico ou de segurança ao sistema da Cemig e/ou outras unidades consumidoras.

Os equipamentos do sistema de geração própria não poderão ser instalados dentro da subestação de entrada geral, exceto o relé de proteção direcional (função 32), os TP's e os TC's de proteção.

A proteção dos equipamentos e sistema de geração própria da unidade consumidora é de responsabilidade do consumidor. A Cemig não se responsabilizará por qualquer eventual dano no sistema de geração própria e nem por eventuais problemas de fator de potência na instalação consumidora detectados pela medição de faturamento.

O sistema de geração própria poderá ser utilizado para alimentar todas as cargas da unidade consumidora ou para alimentar parte das cargas.

O sistema de geração própria poderá operar em regime de paralelismo ou sem regime de paralelismo com relação ao fornecimento da Cemig.

8.2.1 Operação em regime de paralelismo

O paralelismo do sistema de geração própria da unidade consumidora com o sistema da Cemig será permitido conforme as condições abaixo:

- a) A conexão do sistema de geração própria da unidade consumidora ao sistema Cemig será efetuada pelo disjuntor de interligação, ou seja, esta conexão não poderá ser feita através do disjuntor de proteção geral da subestação de entrada de energia.
- b) A subestação de entrada deverá ser provida de relés que desempenhem as seguintes funções de proteção no disjuntor de proteção geral da subestação de entrada:
 - função de sobrecorrente (50/51, 50/51N), com ajustes conforme os critérios constantes do Anexo A, que deverá atuar quando ocorrerem faltas internas na unidade consumidora;
 - função de potência inversa (32), para atuar nos casos em que ocorrer fluxo reverso para a rede da Cemig, sendo a instalação do relé conforme a seguir:

- a instalação deverá ser nas mesmas condições que o relé de proteção de sobrecorrente (50/51, 50/51N);
 - o ajuste máximo deverá ser de 5% da potência de geração por até 1 segundo;
 - o relé deverá ser trifásico, eletrônico e microprocessado;
 - o relé deverá ser instalado na subestação de entrada;
 - deverão ser usados 3(três) TPs para proteção 13,8/1,73 ou 23,1/1,73 ou 34,5/1,73 conforme o sistema de distribuição da Cemig;
- c) No disjuntor de proteção geral da subestação de entrada somente poderão existir as funções de proteção de sobrecorrente (50/51, 50/51N) e de potência inversa (32); outras funções de proteção, tais como função de check de sincronismo (25) não poderão existir no disjuntor de proteção geral da subestação de entrada; Esse disjuntor não pode ser manobrado como parte do estabelecimento do paralelismo.
- d) Todo o sistema de geração própria, e a operação de geradores, deverão ser testados pelo fabricante e/ou pela empresa responsável pela montagem na presença de inspetores da Cemig.
- e) O consumidor é responsável legalmente sobre os eventuais danos materiais e pessoais decorrentes da energização dos circuitos da Cemig quando estes estiverem fora de operação.
- f) No projeto elétrico deverão constar o diagrama unifilar elétrico funcional do sistema de geração própria, contendo os detalhes de intertravamento e da proteção, o cálculo de curto-circuito, ajustes e estudo de coordenação das proteções, e as características do grupo motor-gerador.

8.2.2 Operação sem regime de paralelismo

- a) Os circuitos de emergência (suprimento de iluminação de balizamento, alimentação de bombas de sistema anti-incêndio, etc) devem ser instalados independentemente dos demais circuitos, em eletrodutos exclusivos, passíveis de serem vistoriados pela Cemig; as cargas a serem alimentadas pelo sistema de geração deverão ser informadas no projeto elétrico.
- b) O sistema de geração própria deverá ser provido de chave comutadora que impeça a alimentação simultânea das cargas pelo sistema de fornecimento da Cemig e pelo sistema de geração própria, sendo que o consumidor somente terá acesso à manopla de operação, devendo o acesso às conexões desta chave estar em ambiente selado pela Cemig. Opcionalmente em substituição à chave comutadora, o intertravamento elétrico e mecânico e a transferência entre o sistema da Cemig e o gerador poderá ser feito automaticamente através de um painel de transferência com a utilização de contatores. Neste caso o acesso às conexões dos contatores também deve estar em ambiente selado pela Cemig.
- c) No projeto elétrico deverão constar o diagrama unifilar elétrico e funcional, com detalhes de intertravamento e da proteção, os desenhos indicando a independência entre o sistema de geração própria e o sistema da Cemig, a localização e características da chave de comutação ou do painel de transferência, e as características do grupo motor-gerador.

9. PROTEÇÃO NA DERIVAÇÃO DA REDE DA CEMIG

A proteção na derivação da rede da Cemig deverá ser conforme a seguir:

- a) Para demanda acima de 300 kW a área de análise de projeto elétrico deverá consultar a área responsável pela definição da curva de proteção a ser utilizada.
- b) Para atendimento a clientes enquadrados nos casos descritos abaixo deverá ser prevista, por condição técnica, a instalação de religador trifásico microprocessado :
- b.1) Clientes com demanda contratada acima de 2500 kW;
 - b.2) Clientes atendidos a partir de derivações da rede de distribuição, cuja proteção da derivação não permita coordenação através de elo fusível;
 - b.3) Nos atendimentos a subestações compartilhadas da média tensão;
 - b.4) Nos casos em que a demanda contratada seja inferior a 2500 kW, mas não seja possível coordenação da proteção com elo fusível, para o ponto da rede onde há previsão de atendimento ao cliente.

- c) Para demanda até 300 kW, excetuando os casos previstos no item 9.b.4, a derivação da rede deve, necessariamente, ser executada através de chave utilizando os elos fusíveis previstos na Tabela 18, página 5-11.

10. OBSERVAÇÕES

- a) O projeto, as especificações dos materiais, equipamentos e dispositivos e a execução das instalações elétricas internas da unidade consumidora deverão atender às normas da ABNT, podendo a Cemig vistoriá-las no intuito de verificar se os requisitos mínimos das mesmas estão atendidos.
- b) A partir da ligação da unidade consumidora à rede Cemig, os condutores, equipamentos e acessórios do posto até a medição são de acesso exclusivo da Cemig, sendo vetada qualquer intervenção de pessoas não credenciadas aos mesmos, assim como aos selos; o consumidor só poderá atuar nas alavancas de acionamento dos dispositivos de proteção e/ou manobra situados na subestação ou após a mesma.
- c) Não é permitido aos consumidores aumentar a carga instalada ou a demanda (em kW) além do limite correspondente ao seu tipo de fornecimento. A demanda contratada será a mesma demanda calculada no projeto; após o período experimental, caso o cliente deseje alterar este valor, deverá ser apresentado novo projeto elétrico para proteção de baixa tensão ou nova metodologia para ajuste de proteção secundária considerando a nova demanda contratada; assim quando for necessário reajustar a proteção secundária em função de aumento ou diminuição de carga, será necessário apresentar somente a nova metodologia para ajuste de proteção secundária, caso esta seja feita em formato separado do projeto elétrico e, após a devida aprovação, a Cemig irá acompanhar a mudança do ajuste da proteção em “in loco”.
- d) É vetado aos consumidores a extensão de suas instalações elétricas além dos limites de sua propriedade ou a sua interligação com outras unidades consumidoras para fornecimento de energia elétrica, mesmo que gratuitamente.
- e) O fornecimento a qualquer unidade consumidora, provisório, de obra ou definitivo, será através de um só ponto de entrega, com medição também única, exceto para os casos onde se aplicam as tarifas relativas às energias especiais.
- f) Caberá ao consumidor construir a subestação e as demais instalações necessárias, cabendo à Cemig a instalação do ramal de ligação, a conexão da unidade consumidora à rede e a instalação dos equipamentos de medição (TP, TC, chave de aferição, medidores de energia e registradores eletrônicos ou medidores eletrônicos para Tarifação Horó-sazonal).
- g) No ponto de derivação da rede da Cemig a cruzeta, a chave fusível, pára-raios, condutores do ramal de ligação e demais acessórios serão fornecidos pela Cemig.
- h) De acordo com o item 3, página 2-1, quando o ponto de entrega se situar na rede da Cemig os condutores, muflas e demais acessórios serão fornecidos pelo consumidor; as obras civis necessárias para a montagem do ramal de entrada subterrâneo deverão ser realizadas pelo consumidor de acordo com o estabelecido no item 2.3, página 4-3 e Capítulo 10.
- i) O consumidor será, para todos os fins, responsável pelos equipamentos de medição da Cemig instalados na unidade consumidora e responderá pelos eventuais danos a ele causados, por sua ação ou omissão.
- j) As redes aéreas e subterrâneas em média tensão ou secundária de distribuição, antes ou após a medição, construídas pelo consumidor, na sua propriedade, deverão atender às Normas da ABNT e da Cemig aplicáveis.
- k) Motores trifásicos com potência até 50 cv e monofásicos com potência até 10 cv podem ter partida direta, resguardada a situação de partidas simultâneas, que demandará na apresentação de um estudo das quedas de tensão, respeitando os limites de elevação de corrente de acordo com os ajustes da proteção digital microprocessada para esta situação, de acordo com o item 6.5.2, página 2-5; para as demais potências, consultar a Tabela 12 do ED-1.3, Capítulo 5.
- l) A ligação de unidade consumidora urbana será efetuada após a perfeita demarcação da propriedade, apresentação da licença devida ao desenvolvimento das atividades a que se destina e da numeração; quando em área rural deve ser apresentada a devida licença.
- m) Condutores conduzindo energia já medida não poderão passar dentro de eletrodutos ou caixas contendo condutores conduzindo energia não medida.
- n) A ligação da unidade consumidora à rede da Cemig não significa qualquer pronunciamento da mesma quanto as condições técnicas das instalações internas do consumidor após a medição e/ou proteção de baixa e média tensão.

- o) Ocorrendo a ligação de cargas que não constam do projeto analisado pela Cemig, ou com regime de partida e/ou funcionamento diferente daquele apresentado no projeto e que venham a introduzir perturbações indesejáveis na rede, tais como flutuações de tensão, rádio-interferência, harmônicos, etc., a Cemig notificará o consumidor para que providencie a necessária regularização; caso seja necessária a adequação da rede, as alterações devidas serão efetuadas às expensas do consumidor.
- p) Para todos os fornecimentos previstos nessa Norma aplicam-se os critérios constantes da Resolução 456 de 29/11/2000 da ANEEL quanto ao fator de potência de referência (0,92) e quanto à tarificação da energia reativa excedente em relação ao limite estabelecido pelo fator de potência de referência; para maiores esclarecimentos quanto à aplicação desses critérios pela Cemig o consumidor deve solicitar informações nas Agências de Atendimento da Cemig.
- q) Os eletrodutos com energia medida ou não medida não poderão conter outros condutores como, por exemplo, cabos telefônicos ou de TV a cabo.
- r) Quando uma unidade consumidora for desligada por qualquer motivo ou consumo final e a religação for efetivada em até 6 (seis) meses, não é necessária a adequação da subestação a esta norma, desde que não haja nenhuma alteração da subestação ou dos dados cadastrais do consumidor. Se a unidade consumidora ficar desligada por um período superior a 6 (seis) meses, ou se os dados cadastrais do consumidor forem alterados, independentemente do tempo de desligamento da unidade consumidora, a subestação deverá se adequar a esta norma, inclusive com a instalação do relé secundário conforme previsto no Anexo A.
- s) Os critérios a serem adotados quando da ligação de APART HOTEL são:

1 – Regra geral

Como regra geral o APART HOTEL deverá ser atendido em conformidade com a ND-5.2 (baixa tensão), por ser uma unidade consumidora de uso coletivo formada por várias unidades individuais que poderão ser vendidas

ou serem usadas como moradia pelo seu proprietário. Assim sendo, cada unidade autônoma terá a sua medição em baixa tensão conforme a ND-5.2.

2 – Caso especial

Se o APART HOTEL for do tipo no qual os condôminos concordam expressamente que o EDIFÍCIO é destinado específica e exclusivamente para o desenvolvimento da atividade HOTEL, implicando em necessária vinculação de sua unidade autônoma a uma SOCIEDADE para que a explore durante “xx” anos, concordando expressamente que, durante os xx anos não terão o direito de gerenciamento do uso das unidades autônomas de que forem proprietários, o atendimento poderá ser através da ND-5.1 (baixa tensão, para carga instalada até 75kW) ou em conformidade com a ND-5.3 (média tensão, para carga instalada acima de 75kW) desde que sejam atendidas simultaneamente as seguintes condições:

- deverá ser apresentado à Cemig o alvará da prefeitura municipal autorizando o funcionamento como unidade hoteleira única;
- no projeto elétrico deverá constar nota na qual o empreendedor assuma todo o ônus para a reversibilidade da unidade consumidora, ou seja, transformá-la de unidade consumidora individual (ND-5.1 ou ND-5.3) em unidade consumidora de uso coletivo (ND-5.2);
- deverão ser previstos eletrodutos e instalação ou espaço para instalação de agrupamentos de caixas de medição conforme a ND-5.2;
- tanto na convenção do condomínio quanto no contrato de fornecimento de energia elétrica deverá constar uma cláusula na qual a empresa exploradora da atividade HOTEL e os condôminos assumam todo o ônus para a reversibilidade da unidade consumidora, ou seja, transformá-la de unidade consumidora individual (ND-5.1 ou ND-5.3) em unidade consumidora de uso coletivo (ND-5.2) após os xx anos, ou a qualquer momento desde que essa convenção decida pelo término da atividade HOTEL;
- não poderá existir nenhuma unidade que não seja administrada e explorada pela empresa responsável pela atividade HOTEL, ou seja, nenhuma unidade poderá ser terceirizada por esta empresa.

- t) Quando a subestação possuir transformador reserva e esse ficar desligado por um período superior a 6 meses, quando da ligação/religação do mesmo deverá ser apresentado laudo técnico de ensaio.
- u) O projeto elétrico é apenas uma das etapas necessárias para ligação da unidade consumidora. Após sua análise, e sendo o mesmo julgado conforme, outras etapas terão que ser implementadas, exigindo novas interações entre o interessado e a Cemig, através de seus Agentes.

Essas etapas têm uma sequência sucessiva à análise do projeto elétrico e são, principalmente, as relativas a:

- 1ª - eventual necessidade de extensão/modificação de rede (com análise de viabilidade técnica e comercial, podendo haver custos ao interessado);
- 2ª - pedido de vistoria e ligação da unidade consumidora.

Todas estas etapas são sucessivas e têm prazos legais para serem cumpridos, motivo pelo qual o interessado deve apresentar o projeto elétrico da unidade consumidora à Cemig com a devida antecedência em relação ao mês/ano desejado para ligação.

INSTALAÇÕES DE RESPONSABILIDADE DA CEMIG

1. RAMAL DE LIGAÇÃO

1.1 Geral

A instalação do ramal de ligação é feita exclusivamente pela Cemig, a partir do ponto da rede por ela determinado e atendendo às seguintes prescrições:

- a) a sua entrada na propriedade do consumidor deve ser, preferencialmente, pela parte frontal da edificação; quando esta se situar em esquina, a entrada pode ser por quaisquer dos lados, desde que seja possível a instalação do ramal;
- b) não é permitido que os condutores do ramal:
 - sejam enterrados diretamente no solo;
 - passem sobre ou sob terreno de terceiros;
 - apresentem emendas dentro de dutos e caixas intermediárias de inspeção ou de passagem;
- c) o comprimento máximo é 30 metros, medidos a partir da base do poste ou ponto de derivação da RDS da Cemig até o ponto de entrega;
- d) o condutor neutro deve ser interligado com o condutor neutro da rede da Cemig e com a malha de aterramento da subestação;
- e) toda edificação ou unidade consumidora deverá ser atendida através de um único ramal de ligação, de acordo com os critérios definidos no Capítulo 2, item 4, página 2-2, e ter apenas um ponto de medição, exceto para os casos onde se aplicam as tarifas relativas às energias especiais;
- f) observar eventuais condições específicas existentes nos casos de travessia de rodovias, ferrovias e vias públicas em geral;
- g) em áreas rurais deve-se adotar o critério de expansão da rede da Cemig até junto às instalações consumidoras;
- h) as cercas e telas que dividem as propriedades entre si ou com a via pública, bem como aquelas internas, devem ser seccionadas e aterradas, conforme critério previsto na ND-2.2, quando o ramal de ligação ou interno (aéreo) passar sobre as mesmas; este seccionamento deve ser de 7,50 m para cada lado a partir do eixo do ramal.

1.2 Ramal de Ligação Aéreo

Na instalação do ramal de ligação aéreo, além das prescrições gerais, devem ser observadas as seguintes condições:

- a) altura mínima, medida entre o ponto de maior flecha dos condutores de fase do ramal e o solo;
 - passagem sobre ferrovias eletrificadas ou eletrificáveis: 12 m
 - passagem sobre ferrovias não eletrificadas: 9,00 m
 - local com trânsito de veículos: 7,00 m
 - áreas rurais: 6,00 m
 - local com trânsito exclusivo de pedestres: 5,50 m
- b) antes da ligação a estabilidade mecânica do poste da rede (escolhido para instalação do ramal de ligação) e a capacidade da rede de alimentar as cargas apresentadas no projeto (principalmente motores com potência superior a 50 c.v. ou motores com partidas simultâneas) devem ser verificadas junto ao setor competente;
- c) para a instalação do ramal deverão ser utilizados cabos de Alumínio isolados, multiplexados e auto-sustentados, com isolamento EPR ou XLPE. Esse ramal deverá ser aterrado nas duas extremidades. Alternativamente, para a Subestação nº1 em áreas rurais, o ramal de ligação poderá ter a mesma forma construtiva da rede da qual é derivado; os cabos a serem utilizados para cada tipo de ramal constam das Tabelas 11, 12 e 13, páginas 5-6 a 5-8;

- d) na instalação do ramal deverão ser observadas as prescrições técnicas das ND 2.1, 2.2, 2.4, 2.5, 2.7, 2.9, 2.10, 3.1 e 3.2, relatórios complementares ou outra norma editada;
- e) na estrutura escolhida para derivação não deve ser instalado transformador ou banco de capacitores;

1.3 Ramal de Ligação Subterrâneo

Em locais atendidos por RDA, caso seja contra-indicada a instalação do ramal de ligação aéreo por razões não imputáveis ao consumidor, ou em locais atendidos por RDS, a Cemig efetuará a ligação da unidade consumidora através de ramal de ligação subterrâneo observando, além dos requisitos gerais, as seguintes condições:

- a) os condutores fases devem ser cabos unipolares de Alumínio, isolados com XLPE-90°C ou EPR-90°C de 8,7/15kV para sistema de distribuição de 15kV, de 15/25 kV para sistema de distribuição de 23,1kV e de 20/35kV para sistema de distribuição de 34,5kV, dotados de blindagens semicondutora e metálica e com capa externa de PVC ou Polietileno (Tabelas 11, 12 e 13, páginas 5-6 a 5-8).
A blindagem metálica dos condutores deve ser conectada ao neutro em apenas um ponto;
- b) o condutor neutro deve ser de cobre nu, seção 70mm², e deve interligar o neutro da rede da Cemig à malha de aterramento da subestação;
- c) nas extremidades desses condutores devem ser utilizadas terminações e acessórios adequados para conexão à rede e ao ramal de entrada;
- d) respeitar as posturas municipais, especialmente nas travessias de vias públicas;
- e) seguir as orientações do Desenho, página 11-10 e Desenho 2, página 10-2;
- f) Os condutores do ramal de ligação subterrâneo deverão ser fisicamente protegidos desde a derivação da rede da Cemig até a medição da Cemig por eletrodutos de aço por imersão a quente popularmente conhecido como “eletroduto pesado” e de diâmetro nominal de 100mm conforme as características constantes da NBR 5598 e da página 12-10. Opcionalmente, entre as caixas de passagem localizadas no passeio público e a medição da Cemig poderá ser utilizado eletroduto de PVC rígido conforme as características constantes da página 12-9 ou espiralado corrugado flexível em polietileno de alta densidade conforme a NBR 13898 (somente poderão ser utilizados os dutos aprovados pela área de rede de distribuição elétrica). A tabela da página 12-9 poderá ser utilizada como referência para os diâmetros do eletroduto espiralado corrugado flexível em polietileno de alta densidade. O(s) eletroduto(s) de aço instalado(s) na descida junto ao poste da Cemig deverá(ão) ser identificado(s) com o(s) número(s) da(s) respectiva(s) edificação(ões).
Na identificação do(s) eletroduto(s) de descida, o(s) mesmo(s) deve(m) ser pintado(s) de forma legível e indelével com o(s) número(s) da(s) respectiva(s) edificação(ões).
Dentro de cada eletroduto ou duto flexível deve passar um circuito completo (3 fases e neutro). A instalação dos eletrodutos ou dutos flexíveis deverá ser conforme o Desenho 10, página 11-10;
- g) antes da ligação, a capacidade da rede de alimentar as cargas apresentadas no projeto (principalmente motores com potência superior a 50 cv ou motores com partidas simultâneas) deve ser verificada junto ao setor competente;
- h) na divisa da propriedade com a via pública deve, necessariamente, ser instalada pelo consumidor uma caixa do tipo "ZD" (conforme a página 12-15) para conexão do ramal de ligação ao ramal de entrada;
- i) na instalação do ramal deverão ser observadas as prescrições técnicas da ND-2.3 aplicáveis;

2. MEDIÇÃO

- a) Os equipamentos de medição tais como medidores de energia, transformadores de corrente e potencial, registradores eletrônicos e chaves de aferição da Cemig somente serão instalados e ligados após a vistoria e aprovação das instalações da subestação.
- b) Na Tabela 1, página 5-1 e nas Tabelas 5 a 10, páginas 5-3 a 5-5 são apresentadas, para cada faixa de fornecimento, as relações de "corrente nominal/corrente máxima" relativas aos TC e as relações "Média Tensão/tensão secundária" relativas aos TP a serem utilizados.
- c) Os critérios de aplicação e de ligação dos equipamentos de medição devem seguir as orientações das ND-5.6 e ND-5.26; para as medições especiais (ETST, EST ou EGTD, por exemplo), a Cemig deverá ser consultada.

- d) A caixa para instalação de equipamentos de medição (CM-4) deve atender as prescrições do Capítulo 12 e deve constar do Manual do Consumidor nº 11 (Materiais e Equipamentos Aprovados para Padrões de Entrada).
- e) Para os fornecimentos de demanda de até 300 kW através da subestação nº 1, a medição será na baixa tensão; para os fornecimentos através dos demais tipos de subestações, a medição situar-se-á na média tensão. A medição será sempre a três elementos.
- f) Independentemente da demanda, para todos os fornecimentos em média tensão, a medição constituir-se-á, no mínimo, de medidores de energia ativa (com indicação de demanda caso não seja THS) e energia reativa, podendo ser utilizado, a critério da Cemig, medidor eletrônico; para os casos de THS a medição será efetuada por medidor eletrônico.
- g) A medição deve ser instalada conforme os desenhos dos Capítulos 6 a 10 em locais não sujeitos a trepidações e temperaturas elevadas (acima de 55° C); nas Subestações 1 e 3 a mureta contendo a caixa de medição deverá ser construída com cobertura (telhado) conforme o detalhe 1, página 6-4, para que o medidor eletrônico não fique exposto à temperatura elevada (acima de 55° C).
- h) Ocorrendo modificações nas instalações, que tornem o local de medição incompatível com os requisitos já mencionados, o consumidor deve preparar novo local para a instalação dos equipamentos de medição, sujeito a aprovação da Cemig.
- i) Para as unidades consumidoras com demanda igual ou superior a 300kW a medição para tarifação horosazonal (THS) é compulsória, podendo o consumidor optar pela tarifa azul ou verde; caberá à Cemig orientar o consumidor sobre as características específicas de cada modalidade para fundamentar a sua escolha.
- j) Para as unidades consumidoras com demanda inferior a 300kW a medição poderá ser a convencional (kW-kWh e kvarh) ou THS, modalidade azul ou verde; caberá à Cemig orientar o consumidor sobre as características específicas de cada tipo de medição para fundamentar a sua escolha.
- k) Para os fornecimentos a consumidores irrigantes deverão ser seguidas as instruções da ND-5.27 (Fornecimentos Especiais – Comercialização de THS, EST, ETST e Tarifa Noturna). Na Subestação nº1 a amostra de tensão para a medição deverá ser através dos bornes superiores do disjuntor geral de baixa tensão, conforme mostrado no Desenho 5, página 6-5, visando a manutenção da memória de massa do medidor eletrônico.
- l) Para todos os fornecimentos sujeitos a contrato deverão ser utilizadas as prescrições da ND-5.13.
- m) A distância máxima entre a caixa de medição e os transformadores de instrumentos (TP e TC) é 12,5m.
- n) Os eletrodutos contendo a fiação secundária dos TC e TP até a caixa de medição deverão ser instalados externamente nas paredes da subestação, não sendo admitida instalação embutida, e deverão ser de aço com diâmetro mínimo de 32mm (1 1/4”). Não é permitida a utilização de caixas de passagem ou condutores no circuito de medição e/ou proteção localizado no corredor da subestação. Somente é permitido a utilização de eletrodutos rosqueáveis e curvas de 90° para efetuar mudança de direção na instalação dos eletrodutos.

3. ATERRAMENTO

Caberá à Cemig a verificação, durante a vistoria para aceitação da subestação e/ou durante o andamento da obra, do valor da resistência de aterramento apresentada pela malha de terra, que não deve ultrapassar 10 (dez) ohms (medida em qualquer época do ano).

Os requisitos mínimos exigidos para construção de malha de terra constam do item 6, página 4-7.

4. RECEBIMENTO DA SUBESTAÇÃO

A Cemig deverá fazer os testes aplicáveis para verificar a atuação da proteção geral conforme o projeto aprovado. Nestes testes deve ser verificado se:

- o relé de sobrecorrente e/ou de proteção direcional está parametrizado conforme os requisitos desta norma e o projeto elétrico da instalação consumidora analisado pela Cemig e julgado estar em conformidade com as normas da Cemig e ABNT;
- a saída serial (para programação à distância) está ativa, não podendo existir fios conectados aos bornes correspondentes;

-
- não existem fios conectados aos bornes referentes ao bloqueio das funções 50/51 fase e 50/51 neutro;
 - o disjuntor desliga ao se fechar circuito através de *jumper* entre os bornes de comando de abertura da bobina de *trip*;
 - o *no-break* mantém a capacidade de alimentar o relé e a bobina de *trip* do disjuntor na ausência de alimentação auxiliar, de forma a verificar a capacidade de operação do relé durante a ocorrência de um curto-circuito no circuito de força, com conseqüente afundamento de tensão;
 - a carga declarada no projeto elétrico está disponível no local para conferência.

INSTALAÇÕES DE RESPONSABILIDADE DO CONSUMIDOR

1. ASPECTOS GERAIS

1.1 Aquisição de Materiais e Equipamentos

- a) Os materiais e equipamentos constituintes da subestação (condutores, transformador de potência, eletrodutos, caixas, disjuntores, relé de proteção de sobrecorrente e de proteção direcional, chaves, ferragens, etc.) serão adquiridos pelo consumidor. Eventuais danos causados à unidade consumidora por falha destes materiais e equipamentos serão da exclusiva responsabilidade do consumidor; eventuais ultrapassagens da demanda contratada em função de falha do relé de sobrecorrente e/ou seus associados, serão de exclusiva responsabilidade do consumidor.
- b) Os equipamentos de medição tais como transformadores de corrente e potencial, medidores de energia, chaves de aferição e registradores eletrônicos são de fornecimento exclusivo da Cemig e serão por ela instalados, sendo vetado ao consumidor o acesso a quaisquer um deles.
- c) Na aquisição de caixas para medição, proteção e derivação, de disjuntores termomagnéticos de baixa tensão, hastes de aterramento e pára-raios, somente serão aceitos os modelos aprovados pela Cemig e constantes do Manual do Consumidor nº 11 ("Materiais e Equipamentos Aprovados para Padrões de Entrada"), com atualização e edição periódica, disponíveis nas Agências de Atendimento da Cemig e no endereço eletrônico WWW.CEMIG.COM.BR (dentro da página acesse agência virtual depois outros serviços depois informações técnicas e normas técnicas depois PEC 11), sendo ainda passíveis de inspeção e recusa caso não tenham mantido as características do protótipo aprovado pela Cemig.
- d) Os demais materiais, apesar de não serem previamente aprovados, devem atender às especificações mínimas indicadas no Capítulo 11, sendo passíveis de inspeção e recusa pela Cemig.
- e) É recomendável que a aquisição dos materiais e equipamentos e a construção da subestação somente sejam iniciadas após a análise do projeto elétrico pela Cemig (ver item 6.5, página 2-4). Caso a aquisição de materiais e equipamentos e a construção da subestação se antecipem à aprovação do projeto elétrico, serão de inteira responsabilidade do interessado os problemas decorrentes de eventual necessidade de modificações na obra ou substituição de materiais e equipamentos.

1.2 Construção do Padrão de Entrada

- a) A instalação dos materiais e equipamentos que compõem o padrão de entrada, bem como as obras civis necessárias à sua construção, devem ser executadas pelos consumidores de acordo com os requisitos estabelecidos neste Capítulo e constantes do projeto aprovado pela Cemig.
- b) A localização da subestação de entrada deve considerar os critérios constantes do item 1, página 3-1. Essa subestação deverá ser construída dentro da propriedade particular a, no máximo, 5 (cinco) metros da divisa com a via pública, não sendo permitido a sua instalação em área de recuo que representa uma extensão do passeio público, exceto se a prefeitura local permitir que o padrão de entrada seja construído nesta área, ou em pavimento superior ao nível da rua.
- c) Todas as subestações (exceto Subestações nº 1 e 3) devem ser providas de iluminação de segurança, com autonomia mínima de 2 horas.
- d) Não poderão passar pela subestação tubulações de água, esgoto, gás, vapor, etc.
- e) As instalações do padrão de entrada de energia elétrica não devem ser acessíveis por janelas, sacadas, telhados, escadas, lajes, áreas adjacentes ou outros locais de possível acesso de pessoas, devendo a distância mínima dos condutores a qualquer desses pontos ser de 1,70 m (um metro e setenta centímetros) , na horizontal, e de 2,80 m (dois metros e cinquenta centímetros) na vertical.
Esse afastamento também deve ser observado em relação a divisas e terrenos de terceiros.

1.3 Conservação do Padrão de Entrada

- a) Os consumidores ficam obrigados a manter em bom estado de conservação os componentes de seu padrão de entrada.
Caso contrário, a Cemig pode vir a exigir os reparos necessários ou até mesmo a substituição dos materiais inadequados ou danificados.

- b) Os consumidores são responsáveis pelos equipamentos de medição da Cemig instalados no padrão de entrada da edificação e responderão pelos eventuais danos a eles causados por sua ação ou omissão.
- c) O local do padrão de entrada, bem como o acesso ao mesmo, devem ser mantidos limpos e desimpedidos pelos consumidores, de modo a agilizar as leituras dos medidores e inspeção das instalações pela Cemig.

1.4 Acesso ao Padrão de Entrada

- a) os consumidores devem permitir, a qualquer tempo, o livre e imediato acesso dos funcionários da Cemig, devidamente identificados e credenciados, ao padrão de entrada e fornecer-lhes os dados e informações pertinentes ao funcionamento dos equipamentos e aparelhos;
- b) aos consumidores somente é permitido o acesso à alavanca de acionamento dos disjuntores e chaves para seu religamento em caso de desarme ou de interrupção programada pelo próprio consumidor;
- c) a critério da Cemig, poderá ser exigida a cessão da(s) chave(s) de acesso à subestação, que poderá ficar sob a guarda da Cemig, ou em local de fácil e exclusivo acesso da Cemig na propriedade do consumidor.

2. RAMAL DE ENTRADA

2.1 Requisitos Gerais

A instalação do ramal de entrada é feita exclusivamente pelo consumidor, porém a ligação do mesmo no ponto de entrega será feita pela Cemig e deve atender as seguintes prescrições:

- a) os condutores devem ser contínuos, isentos de emendas. No condutor neutro é vetado o uso de qualquer dispositivo de interrupção; dependendo do comprimento do ramal de entrada podem ser necessárias características especiais visando sua integridade mecânica e a manutenção do nível adequado de tensão;
- b) o condutor neutro deve ser interligado com o condutor neutro da rede ou do ramal de ligação e com a malha de aterramento da subestação;
- c) no caso do ponto de entrega se situar na rede, a entrada na propriedade do consumidor deve ser, preferencialmente, pela parte frontal da edificação; quando esta se situar em esquina, a entrada pode ser por quaisquer dos lados desde que seja possível a instalação do ramal. Devem ser observadas eventuais condições específicas nos casos de travessia de rodovias, ferrovias e vias públicas em geral. Deve ser observada, ainda, a distância máxima de 30 m do ponto de entrega (na rede) ao limite da propriedade com a via pública;

2.2 Ramal de Entrada Aéreo

Na instalação do ramal de entrada aéreo devem ser observadas as seguintes condições:

- a) altura mínima, medida entre o ponto de maior flecha dos condutores fase do ramal e o solo:
 - passagem sobre ferrovias eletrificadas ou eletrificáveis : 12,00 m
 - passagem sobre ferrovias não eletrificadas ou não eletrificáveis : 9,00 m
 - local com trânsito de veículos: 7,00 m
 - áreas rurais: 6,00 m
 - local com trânsito exclusivo de pedestres: 5,50 m
- b) os condutores do ramal de entrada aéreo devem apresentar as mesmas características elétricas dos condutores do ramal de ligação aéreo conforme o item 1.2.c, página 3-1. Esse ramal deverá ser aterrado nas duas extremidades. Os cabos a serem utilizados para cada tipo de ramal constam das Tabelas 11, 12 e 13, páginas 5-6 a 5-8;
- c) opcionalmente, os condutores fases e neutro podem ser cabos unipolares de cobre , isolados com XLPE-90°C ou EPR-90°C de 8,7/15kV para sistema de distribuição de 15kV, de 15/25 kV para sistema de distribuição de 23,1kV e de 20/35kV para sistema de distribuição de 34,5kV , dotados de blindagens semicondutora e metálica e com capa externa de PVC ou Polietileno (Tabelas 11, 12 e 13, páginas 5-6 a 5-8).Esse ramal deverá ser aterrado nas duas extremidades. Alternativamente para a Subestação nº1 em áreas

- rurais o ramal de entrada poderá ter a mesma forma construtiva da rede da qual é derivado. Os cabos a serem utilizados para cada tipo de ramal constam das Tabelas 11, 12 e 13, páginas 5-6 a 5-8;
- d) na instalação do ramal deverão ser observadas as prescrições técnicas das ND-2.1, 2.2, 2.4, 2.5, 3.1 e 3.2 e relatórios complementares;
 - e) nas extremidades dos condutores devem ser utilizados terminações e acessórios adequados para conexão ao ramal de ligação e à estrutura de ancoragem da subestação.

2.3 Ramal de Entrada Subterrâneo

Na instalação do ramal de entrada subterrâneo devem ser observadas as seguintes condições:

2.3.1 quando o ponto de entrega situar-se na rede devem ser seguidas as prescrições:

- a) os condutores fases devem ser cabos unipolares de cobre, isolados com XLPE-90°C ou EPR-90°C de 8,7/15kV para sistema de distribuição de 15kV, de 15/25 kV para sistema de distribuição de 23,1kV e de 20/35kV para sistema de distribuição de 34,5kV, dotados de blindagens semicondutora e metálica e com capa externa de PVC ou Polietileno (Tabelas 11, 12 e 13, páginas 5-6 a 5-8). Esse ramal deverá ser aterrado nas duas extremidades.
- b) o condutor neutro deve ser de cobre nu, seção 70mm², e deve interligar o neutro da rede da Cemig à malha de aterramento da subestação;
- c) respeitar as posturas municipais, especialmente nas travessias de vias públicas;
- d) seguir as orientações do desenho do Desenho 10, página 11-10 e Desenho 2, página 10-2;
- e) Os condutores do ramal de entrada subterrâneo deverão ser fisicamente protegidos desde a derivação da rede da Cemig até a medição da Cemig por eletrodutos de aço por imersão a quente popularmente conhecido como “eletroduto pesado” e de diâmetro nominal de 100mm conforme as características constantes da NBR 5598 e da página 12-10. Opcionalmente, entre as caixas de passagem localizadas no passeio público e a medição da Cemig poderá ser utilizado eletroduto de PVC rígido conforme as características constantes da página 12-9 ou espiralado corrugado flexível em polietileno de alta densidade conforme a NBR 13898 (somente poderão ser utilizados os dutos aprovados pela área de rede de distribuição elétrica). A tabela da página 12-9 poderá ser utilizada como referência para os diâmetros do eletroduto espiralado corrugado flexível em polietileno de alta densidade. O(s) eletroduto(s) de aço instalado(s) na descida junto ao poste da Cemig deverá(ão) ser identificado(s) com o(s) número(s) da(s) respectiva(s) edificação(ões).
Na identificação do(s) eletroduto(s) de descida, o(s) mesmo(s) deve(m) ser pintado(s) de forma legível e indelével com o(s) número(s) da(s) respectiva(s) edificação(ões).
Dentro de cada eletroduto ou duto flexível deve passar um circuito completo (3 fases e neutro). A instalação dos eletrodutos ou dutos flexíveis deverá ser conforme o Desenho 10, página 11-10;
- f) antes da ligação, a capacidade da rede de alimentar as cargas apresentadas no projeto (principalmente motores com potência superior a 50 cv ou motores com partidas simultâneas) deve ser verificada junto ao setor competente;
- g) quando a rede da Cemig for rede de distribuição subterrânea, na divisa da propriedade com a via pública deve, necessariamente, ser instalada uma caixa do tipo "ZD" (ver Capítulo 11); para os demais tipos de rede deverá ser instalada uma caixa tipo "ZC";
- h) na instalação do ramal deverão ser observadas as prescrições técnicas da ND-2.3 aplicáveis;
- i) nas extremidades dos condutores devem ser utilizadas terminações e acessórios adequados para conexão à rede e à subestação.

2.3.2 quando o ponto de entrega se situar no limite da propriedade com a via pública devem ser seguidas as seguintes prescrições:

2.3.2.1 Onde o ramal de ligação for subterrâneo

- a) os condutores fases devem ser cabos unipolares de cobre, isolados com XLPE-90°C ou EPR-90°C de 8,7/15kV para sistema de distribuição de 15kV, de 15/25 kV para sistema de distribuição de 23,1kV e de 20/35kV para sistema de distribuição de 34,5kV, dotados de blindagens semicondutora e metálica e com capa externa de PVC ou Polietileno (Tabelas 11, 12 e 13, páginas 5-6 a 5-8). Esse ramal deverá ser aterrado nas duas extremidades.
- b) o condutor neutro deve ser de cobre nu, seção 70mm², e deve interligar o neutro da rede da Cemig à malha de aterramento da subestação;

- c) seguir as orientações do desenho do Capítulo 10;
- d) antes da ligação, a capacidade da rede de alimentar as cargas apresentadas no projeto (principalmente motores com potência superior a 50 cv ou motores com partidas simultâneas) deve ser verificada junto ao setor competente;
- e) na divisa da propriedade com a via pública deve, necessariamente, ser instalada uma caixa do tipo "ZC" (conforme páginas 12-13 e 12-15) para conexão do ramal de ligação ao ramal de entrada;
- f) na instalação do ramal deverão ser observadas as prescrições técnicas da ND-2.3 aplicáveis;
- g) os condutores do ramal de entrada e de ligação subterrâneos deverão ser fisicamente protegidos desde a derivação da rede da Cemig até a medição da Cemig por eletrodutos de aço por imersão a quente popularmente conhecido como "eletroduto pesado" e de diâmetro nominal de 100mm conforme as características constantes da NBR 5598 e da página 12-10. Opcionalmente, entre as caixas de passagem localizadas no passeio público e a medição da Cemig poderá ser utilizado eletroduto de PVC rígido conforme as características constantes da página 12-9 ou espiralado corrugado flexível em polietileno de alta densidade conforme a NBR 13898 (somente poderão ser utilizados os dutos aprovados pela área de rede de distribuição elétrica). A tabela da página 12-9 poderá ser utilizada como referência para os diâmetros do eletroduto espiralado corrugado flexível em polietileno de alta densidade. O(s) eletroduto(s) de aço instalado(s) na descida junto ao poste da Cemig deverá(ão) ser identificado(s) com o(s) número(s) da(s) respectiva(s) edificação(ões) e ser instalado(s) conforme indicado na página 11-2 e especificado conforme a página 12-10.
Na identificação do(s) eletroduto(s) de descida, o(s) mesmo(s) deve(m) ser pintado(s) de forma legível e indelével com o(s) número(s) da(s) respectiva(s) edificação(ões).
Dentro de cada eletroduto ou duto flexível deve passar um circuito completo (3 fases e neutro). A instalação dos eletrodutos ou dutos flexíveis deverá ser conforme o Desenho 10, página 11-15;
- h) na instalação do ramal deverão ser observadas as prescrições técnicas da ND-2.3 aplicáveis;
- i) nas extremidades dos condutores devem ser utilizadas terminações e acessórios adequados para conexão à rede e à subestação.

2.3.2.2 Onde o ramal de ligação for aéreo

- a) os condutores fase devem ser cabos unipolares de cobre, isolados com XLPE-90°C ou EPR-90°C de 8,7/15kV para sistema de distribuição de 15kV, de 15/25 kV para sistema de distribuição de 23,1kV e de 20/35kV para sistema de distribuição de 34,5kV, dotados de blindagens semicondutora e metálica e com capa externa de PVC ou Polietileno (Tabelas 11, 12 e 13, páginas 5-6 a 5-8).
A blindagem metálica dos condutores deve ser conectada ao neutro em apenas um ponto;
- b) o condutor neutro deve ser de cobre nu, seção 70mm², e deve interligar o neutro da rede da Cemig à malha de aterramento da subestação;
- c) seguir as orientações do Desenho 10, página 11-10 e Desenho 2, página 10-2;
- d) o eletroduto de descida até a caixa de passagem (tipo ZC) junto à estrutura constante da letra "i" (afastamento de 400 a 700mm) deverá ser de aço zincado por imersão a quente popularmente conhecido como "eletroduto pesado" e de diâmetro nominal de 100mm conforme as características constantes da NBR 5598 e da página 12-10. Opcionalmente, entre a citada caixa de passagem e a medição da Cemig poderá ser utilizado eletroduto de PVC rígido conforme as características constantes da página 12-9 ou espiralado corrugado flexível em polietileno de alta densidade conforme a NBR 13898 (somente poderão ser utilizados os dutos aprovados pela área de rede de distribuição elétrica). A tabela da página 12-9 poderá ser utilizada como referência para os diâmetros do eletroduto espiralado corrugado flexível em polietileno de alta densidade.
Dentro de cada eletroduto ou duto flexível deve passar um circuito completo (3 fases e neutro). A instalação dos eletrodutos ou dutos flexíveis deverá ser conforme o Desenho 10, página 11-10.
- e) antes da ligação, a capacidade da rede de alimentar as cargas apresentadas no projeto (principalmente motores com potência superior a 50 cv ou motores com partidas simultâneas) deve ser verificada junto ao setor competente;
- f) na instalação do ramal deverão ser observadas as prescrições técnicas da ND-2.3 aplicáveis;
- g) deverá ser efetuado, na presença dos técnicos da Cemig, teste de isolamento nos cabos e terminações;
- h) nas extremidades dos condutores devem ser utilizadas terminações e acessórios adequados para conexão ao ramal de ligação e a subestação;

- i) na divisa da propriedade com a via pública deve, necessariamente, ser instalada uma estrutura para ancoragem dos condutores do ramal de ligação. A instalação desta estrutura é de responsabilidade do consumidor. Neste caso o ponto de entrega situar-se-á nesta estrutura localizada na divisa da propriedade com a via pública.

2.4 Ramal de Entrada Embutido – Subestação nº 1

Na instalação do ramal de entrada embutido utilizado na Subestação nº 1 entre o transformador e a caixa CM-9 ou CM-18 e dentro dessas caixas devem ser observadas as seguintes condições:

- a) os condutores (fases e neutro) devem ser unipolares, de cobre, isolados com PVC – 70°C (tipo BWF) para tensões de 450/750V e atender as demais exigências da NBRNM 247-3;
- b) as seções mínimas, recomendadas para cada faixa de fornecimento, estão indicadas na Tabela 1, página 5-1;
- c) os condutores devem ser contínuos, isentos de emendas. No condutor neutro é vetado o uso de qualquer dispositivo de interrupção;
- d) Opcionalmente os condutores (fases e neutro) poderão ser flexíveis classe 5 ou 6 de acordo com a NBRNM 280. Nas extremidades dos condutores flexíveis devem ser utilizados terminais de encapsulamento ou terminais de compressão maciço de cobre conforme a página 12-4 visando proporcionar melhor conexão, não sendo aceito o estanhamento dos condutores flexíveis.

3. TRANSFORMADOR

- a) Os transformadores devem possuir primário em “delta” e secundário em “estrela” devendo ser Dyn1; para conexão de geração em redes de média tensão (Acessantes ao Sistema Elétrico de Distribuição), o transformador de acoplamento do sistema gerador ao sistema de distribuição deverá ter uma conexão cujo enrolamento de alta (do lado da Cemig) esteja conectado em estrela aterrada.
- b) Os transformadores deverão ser ensaiados e deverá ser entregue à Cemig, quando do pedido de ligação, uma via do laudo dos ensaios; esse requisito aplica-se também aos transformadores do sistema de geração própria.
- c) Os laudos de que trata o item acima devem seguir as prescrições abaixo relacionadas:
 - os laudos a serem apresentados à Cemig serão fornecidos pelos laboratórios onde os ensaios foram realizados; caberá ao inspetor credenciado concluir pela aprovação ou reprovação, assinar e apor carimbo que o identifique, bem como a empresa a que pertence;
 - as ESCOLAS DE ENGENHARIA ELÉTRICA reconhecidas por Decreto Federal, bem como os Laboratórios Oficiais ou reconhecidos pelo Governo poderão realizar os ensaios, fornecer os laudos e assiná-los;
 - os fabricantes cadastrados como fornecedores da Cemig poderão realizar os ensaios, fornecer os laudos e assiná-los, desde que o transformador em questão não seja reformado e possua garantia de 12 meses;
 - para maiores informações sobre as firmas/inspetores credenciados para inspeção de transformadores e sobre fabricantes cadastrados como fornecedores da Cemig, consultar as Agências de Atendimento da Cemig;
 - todos os laudos deverão ser conclusivos, ou seja, deverão afirmar de forma clara se o transformador atende ou não aos ensaios/Normas ABNT a seguir relacionados e deverão conter, no mínimo, as seguintes informações:
 - . valores de perdas em vazio e corrente de excitação;
 - . valores de perdas em carga e tensão de curto-circuito a 75° C;
 - . tensão suportável nominal à frequência industrial;
 - . rigidez dielétrica do líquido isolante (valor mínimo de 35 kV/2,54 mm);
 - . dados de placa: nome do fabricante, número de série, potência nominal, tensão nominal primária e secundária e data de fabricação.
- Normas aplicáveis:
 - . transformadores a óleo de potência até 300 kVA: NBR 5440;

- . transformadores a óleo de potência superior a 300 kVA e até 2000kVA: NBR 5356 e capítulo 4 da NBR 9369;
 - . transformadores a óleo de potência superior a 2000kVA : NBR 5356;
 - . transformadores com encapsulamento em epóxi: NBR 10295 e NBR 5356;
- os laudos possuem prazo de validade de 12 meses;
- d) A relação de empresas credenciadas para inspeção de transformadores particulares consta do Manual do Consumidor nº11 (Materiais e Equipamentos Aprovados para Padrão de Entrada).
 - e) A relação de carga deverá ser apresentada por transformador. Assim o dimensionamento do(s) transformador(es) deverá ser tal que a demanda não seja superior à potência nominal de transformação demandada de cada um. Caso tenha transformador a vazio, deverá ser justificado no projeto elétrico sua instalação, exceto no caso de atendimento através da Subestação nº 1, que deverá atender a nota 18 da página 6-9.
 - f) Se a subestação fizer parte integrante da edificação residencial e/ou comercial e/ou industrial, somente será permitido o emprego de transformadores com isolamento e encapsulamento em epóxi, mesmo que hajam paredes de alvenaria e portas corta-fogo; nestes casos o fabricante deverá apresentar certificado de ensaios de tipo (protótipo) realizados em Laboratório Oficial (para fabricantes não cadastrados como fornecedores da Cemig) ou laboratório do fabricante (para fabricantes cadastrados como fornecedores da Cemig); os ensaios de tipo deverão ser, no mínimo, os seguintes ensaios previstos na NBR 10295: fator de potência do isolamento, elevação de temperatura, tensão suportável nominal de impulso atmosférico, nível de ruído e nível de tensão de radiointerferência; os ensaios de recebimento destes transformadores devem atender ao disposto no item 3.c, página 4-5, exceto com relação ao ensaio de rigidez dielétrica do óleo, que deverá ser substituído pelo ensaio de descargas parciais. Considera-se como parte integrante da edificação a subestação cuja porta de acesso é pela parte interna da edificação.
 - g) Deverá ser utilizada ventilação forçada para a subestação construída em locais com atmosfera poluída ou se dentro da subestação de entrada geral existir transformador. Neste caso deverá ter uma vazão mínima de 2.500 m³/h para cada 500 kVA de potência instalada; nos demais casos poderá ter ventilação através de janelas com, no mínimo, 1,0 m² para cada 300 kVA de potência instalada.
 - h) Os transformadores deverão ser instalados em locais que permitam a sua ventilação, operação, manutenção e remoção.
 - i) Somente poderá ser utilizado transformador com potência mínima de 75kVA.

4. EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO

- a) Os disjuntores de média tensão devem ser do tipo de acionamento automático na abertura. Para o desligamento automático do disjuntor é exigida, no mínimo, a proteção de sobrecorrente, cujo ajuste será função da demanda solicitada pelo consumidor no projeto (que deve ser a mesma constante do contrato). Exceto para a Subestação nº 1, cuja proteção é no lado de baixa tensão e constituída por disjuntor termomagnético em caixa moldada, e para as Subestações nº 3 e 5, cuja proteção será através de chave fusível instalada na média tensão, as demais subestações terão sua proteção geral constituída por disjuntor instalado no lado de média tensão.
Se a subestação fizer parte integrante da edificação residencial e/ou comercial e/ou industrial somente será permitido o emprego de disjuntores a vácuo, SF6 ou com líquidos isolantes não inflamáveis com volume de líquido por pólo igual ou inferior a 1(um) litro mesmo que hajam paredes de alvenaria e portas corta-fogo. Considera-se como parte integrante da edificação a subestação cuja porta de acesso é pela parte interna da edificação.

Os disjuntores de média tensão deverão ter as seguintes características elétricas:

Características elétricas	13,8kV	23,1kV	34,5kV
Uso	interno	interno	interno
Tensão nominal (kV)	15	25	35
Frequência nominal(Hz)	60	60	60
Corrente nominal mínima (A)	350	350	600
Capacidade de interrupção simétrica mínima (kA)	10	10	8,37

- b) A proteção de baixa tensão utilizada na Subestação nº 1 será feita exclusivamente por disjuntor em caixa moldada, com capacidade de interrupção simétrica mínima de 30 kA em 240 VCA, podendo ser exigido pela Cemig valores maiores dependendo da localização da unidade consumidora. O disjuntor deve ser de um modelo aprovado que conste no Manual do Consumidor nº 11.
- c) A proteção contra descargas atmosféricas será efetuada por pára-raios com as características constantes da tabela abaixo, a serem instalados conforme os desenhos dos Capítulos 6 a 11, e deverão ser de um dos modelos/fabricantes aprovados para uso nas redes da Cemig.

Características dos pára-raios	13,8kV	23,1kV	34,5kV
Tensão nominal (kV)	12	21	30
Corrente nominal (kA)	10	10	10
Tensão residual máxima para corrente íngreme (10kA - 1µs de frente) - kV	48	84	120
Tensão residual máxima para corrente de descarga Nominal (10kA - 8/20) - kV	43	76	108

Os pára-raios constantes da tabela anterior deverão ter, ainda, as seguintes características:

- invólucro polimérico
- blocos resistores de ZnO – sem centelhadores
- equipado com desligador automático

Quando a subestação 3, página 8-1 ou o cubículo de medição em epóxi, página 11-1, possuir saída aérea interna de média tensão (ou seja, há utilização e/ou distribuição interna em média tensão) é obrigatória a utilização de pára-raios nesta saída. A conexão desses dispositivos à malha de terra da subestação deve ser idêntica à dos pára-raios da rede. Esses pára-raios serão instalados e ligados pelo consumidor e deverão ser de sua propriedade. O condutor de ligação dos pára-raios para a terra deverá ser conectado às demais ligações de aterramento e deverá ser de cobre nu, seção mínima 50 mm², com jumper individual para cada pára-raios.

- d) Não será permitida a instalação de bobina de mínima tensão com operação instantânea atuando no disjuntor geral da instalação. Caso o projetista indique o uso de bobina de mínima tensão, essa deverá possuir operação temporizada e coordenada com o equipamento de proteção instalado na rede no ponto de derivação do ramal de ligação.

A Cemig, entretanto, sugere que tal dispositivo seja instalado junto às cargas.

Em hipótese alguma será admitido o uso de dispositivo de mínima tensão que permita religamento.

- e) A critério do projetista, poderão ser previstas outras proteções atuando no disjuntor ou mesmo intertravamentos ligados à operação da unidade consumidora. Nesses casos, no entanto, o projeto a ser apresentado à Cemig deverá conter todas as informações relacionadas a essas atuações, que serão sujeitas a aprovação da Cemig.
- f) Quando houver mais de um transformador instalado na subestação, cada transformador deverá possuir proteção primária individual e uma chave fusível de abertura tripolar sob carga conforme as Tabelas 15, 16 e 17, páginas 5-9 e 5-10; para transformadores de potência até 300 KVA pode ser instalada proteção geral de baixa tensão por um único disjuntor em caixa moldada, sendo instalada na média tensão apenas a chave de abertura tripolar sob carga. Caso a transformação esteja após a subestação de entrada geral, recomendamos que as proteções dos transformadores sejam conforme os requisitos da NBR 14039. Estas proteções devem estar plotadas no coordenograma que compõe o projeto (ver item 8, Anexo A-5).
- g) Caberá ao engenheiro RT pela execução das instalações da subestação a responsabilidade pelo ajuste do relé que atua na proteção geral. A Cemig fará apenas o acompanhamento desse ajuste e, caso julgue necessário, poderá exigir a verificação do ajuste em campo através de fonte de corrente provida de contator de tempo.
- h) Em todos os tipos de subestações (exceto para a Subestações nº 1, 3 e 5) o disjuntor deverá ser desligado por bobina de abertura acionada por relé secundário microprocessado (ver item 6.5.2.g, página 2-5 e Anexo A).
- i) Os eletrodutos contendo a fiação para a proteção secundária deverão ser instalados externamente nas paredes e teto da subestação, não sendo admitida instalação embutida, e deverão ser de aço com diâmetro mínimo de 50mm (2").

5. CAIXAS PARA MEDIÇÃO E PROTEÇÃO

- a) As caixas para instalação de equipamentos de proteção de baixa tensão situados antes da medição devem constar do Manual do Consumidor nº 11 (Materiais e Equipamentos Aprovados para Padrões de Entrada).
- b) A caixa para instalação da medição (medidor eletrônico) e chave de aferição é a CM-4 (ver capítulo 12) e deve constar do Manual do Consumidor Nº 11 (Materiais e Equipamentos Aprovados para Padrão de Entrada); dentro dessa caixa CM-4 deverá ser instalada uma tomada de 3(três) pinos para uso da Cemig;
- c) Imediatamente abaixo da caixa de medição deve ser instalada uma plataforma basculante confeccionada em madeira ou metal, de 500x500 mm, para suportar os equipamentos de leitura (peso máximo de 20 daN) utilizados pela Cemig.

6. CAIXAS DE INSPEÇÃO

- a) As caixas de inspeção devem ser construídas somente no passeio público, em locais sem trânsito de veículos (exceto garagem), de acordo com as características técnicas indicadas no Capítulo 12 e no Desenho 10, página 11-10.
- b) Em terrenos inclinados, a caixa deve ser instalada de forma que sua tampa fique alinhada com o nível do passeio.
- c) Devem ser previstas caixas de inspeção, nos seguintes pontos conforme indicado na página 11-10:
 - no passeio público, junto à divisa da edificação;
 - no passeio público, junto ao poste de derivação, quando houver travessia de via pública ou quando a distância entre o poste e a caixa instalada junto à divisa for superior a 20m;
 - em alternativa a curva de 90° (situação nº 2), desde que a distância entre a caixa junto ao poste e o local da curva de 90° seja superior a 15m.
- d) As caixas de inspeção devem ser destinadas exclusivamente para a passagem dos condutores do ramal de ligação ou de entrada, sendo vetada sua utilização para passagem de cabos telefônicos e de sinalização.
- e) No caso de ramal de ligação subterrâneo, a construção e a manutenção da caixa de inspeção no passeio público junto à divisa da propriedade particular é responsabilidade do consumidor. No caso de ramal de entrada subterrâneo, a construção e manutenção de todas as caixas de inspeção é responsabilidade do consumidor.

7. ATERRAMENTO

A malha de aterramento da subestação deve ser executada pelo consumidor considerando os critérios seguintes:

- a) número mínimo de eletrodos (hastes de aterramento):
 - capacidade de transformação da subestação menor ou igual a 150 kVA
4 (quatro) eletrodos
 - capacidade de transformação da subestação maior que 150 kVA e menor que 500 kVA
8 (oito) eletrodos
 - capacidade de transformação da subestação maior ou igual a 500 kVA
12 (doze) eletrodos
- b) a distância entre quaisquer eletrodos deve ser, no mínimo, igual ao comprimento dos eletrodos utilizados (2400 mm para as hastes cantoneiras constantes do Manual do Consumidor nº 11);
- c) os eletrodos devem ser interligados por condutor de cobre nu, seção mínima de 50 mm²; a conexão desse condutor às hastes pode ser feita através dos conectores existentes no corpo das hastes ou, alternativamente, por solda exotérmica.
- d) as partes metálicas da subestação, tais como carcaças de transformadores, pára-raios, equipamentos, portas, janelas, painel de tela zincado e suportes metálicos, deverão ser ligados diretamente à malha de aterramento através de condutores de cobre nu com bitola mínima de 25 mm²;

- e) os eletrodos de aterramento devem ser cravados no solo com sua extremidade superior (incluindo conector ou ponto de solda) acessível para inspeção pela Cemig dentro de uma cava, com o topo de cada haste situada abaixo da linha de acabamento do piso. Cada cava deve ser revestida por argamassa ou tubo de PVC e protegida por tampa de concreto ou ferro fundido, que deve ficar no mesmo nível do acabamento do piso, conforme desenho da página 12-10;
- f) além dos pontos de acesso à malha nos locais onde estão cravados os eletrodos, devem ser previstos "rabichos" de 500 mm em vários pontos para prover o aterramento de carcaças de equipamentos, ferragens, telas e como reserva para eventual necessidade de novos pontos de aterramento;
- g) além do aterramento de todas as partes metálicas, devem ser conectados à malha de aterramento o condutor neutro proveniente da rede da Cemig, o neutro do(s) transformador(es) e o condutor neutro que será levado à instalação consumidora;
- h) a Cemig fará a verificação do valor da resistência de aterramento resultante durante a obra ou durante a vistoria para aceitação da subestação, sendo que o seu valor não deve ultrapassar 10 (dez) ohms (medida em qualquer época do ano); Caso o valor encontrado seja superior a 10 ohms, o consumidor deverá ampliar a malha de forma a se obter o valor especificado; caso necessário, em situações especiais, a Gerência de Medição e Proteção de Receitas deve ser consultada;
- i) a ferragem da parte civil da subestação deve ser interligada à malha de aterramento;
- j) os eletrodos de aterramento (hastes de aterramento) a serem usados devem ser um dos tipos constantes do Manual do Consumidor nº 11 (Materiais e Equipamentos Aprovados para Padrões de Entrada), edição anual e atualizada, disponível no comércio e nas Agências de Atendimento da Cemig.

8. TIPOS DE SUBESTAÇÕES

8.1 – Subestação nº 1 - Transformador instalado em poste de seção circular 10 x 600 ou 11 x 600

Para fornecimento de demanda de até 300 kW, com um único transformador, e cuja tensão secundária do transformador seja 440/254V ou inferior, de acordo com os desenhos do Capítulo 6.

Nesse tipo de subestação a medição a três elementos será na baixa tensão, e a proteção (exclusiva na baixa tensão) será através de 1 (um) disjuntor em caixa moldada, dimensionados de acordo com a Tabela 1, página 5-1.

Excepcionalmente, a critério do responsável técnico pelo projeto elétrico, para os atendimentos nos quais o disjuntor indicado na Tabela 1, página 5-1, esteja subdimensionado em relação à demanda contratada, o disjuntor da subestação poderá ser dimensionado conforme a seguir:

$$I \text{ máximo} = \frac{\text{Demanda Contratada (kW)} \times 1,1}{0,92 \times 1,73 \times \text{kV}}$$

O disjuntor a ser utilizado deverá ser o de corrente nominal padronizada imediatamente superior à corrente calculada. A seguir está a relação da corrente nominal dos disjuntores padronizados:

100 – 120 – 150 – 175 – 200 – 225 – 250 – 275 – 300 – 350 – 400 – 450 – 500 – 600 – 800 – 1000

Alternativamente, poderá ser utilizado disjuntor com térmico e magnético ajustável cujo ajuste mínimo permitido seja superior a 400A.

Esta subestação deverá estar localizada numa área reservada exclusivamente para a sua construção conforme as distâncias de segurança citadas no item 1.2.e, página 4-1.

8.2 – Subestação nº 2 - Medição e proteção com ou sem transformação

Construção em alvenaria para fornecimento de qualquer valor de demanda, com proteção e medição a 3 elementos na média tensão, com ou sem transformador instalado na subestação, de acordo com os desenhos do Capítulo 7.

8.3 – Subestação nº 3 - Cubículo de medição a 3 elementos

O fornecimento através de cubículo de medição a 3 elementos é restrito a:

a - ligação de obras;

b - fornecimento a empresas concessionárias de energia elétrica;
desde que atendidas simultaneamente as seguintes condições:

- 1 - as cargas da unidade consumidora sejam espalhadas por diversos pontos da propriedade, de forma que é imperativo a instalação de transformadores próximos as mesmas;
- 2 - deve ser instalada proteção individual para cada transformador;
- 3 – não pode ter sistema de geração própria;
- 4 - autorização prévia da Cemig.

A utilização do Cubículo de Medição deve ser conforme os desenhos do Capítulo 8.

8.4 – Subestação nº 4 - Cubículo Blindado

Cubículo metálico, compartimentado, com dispositivos de alívio de pressão e ventilação natural ou forçada, para instalação abrigada ou ao tempo, com proteção na média tensão, podendo a medição ser:

- . a 3 (três) elementos na baixa tensão, caso a tensão secundária do único transformador instalado no cubículo seja 460/265V ou inferior (ver item 2, página 3-2), e a demanda máxima da instalação seja 300 kW;
- . a 3 (três) elementos na média tensão para os demais casos.

O compartimento destinado à instalação da medição (TC, TP, Medidores, Chaves de Aferição), bem como aqueles que possuem cabos, equipamentos ou barramentos com energia não medida, devem possuir dispositivos para colocação de lacre da Cemig; portanto, o eventual acesso aos mesmos deverá ser acompanhado por funcionário da Cemig.

Essa subestação, quando abrigada, deve ser conforme desenhos das páginas 9-1 a 9-3.

O cubículo blindado do tipo "Metal Clad" ou "Metal Enclosed" em instalação abrigada ou ao tempo está desobrigado de atender às características do Capítulo 9, devendo, entretanto:

- ser apresentado projeto completo do cubículo e ensaios de tipo de Laboratório Oficial. Os ensaios de tipo são os constantes da NBR 62271-200;
- serem apresentadas as ART referentes a projeto e montagem elétrica da subestação;
- ser provido de dispositivo para selo nos compartimentos com energia não medida e no compartimento de medição, em pelo menos 2 (dois) pontos cada;
- não poderão ser instalados nos cubículos equipamentos que não sejam para a medição da Cemig e proteção geral como, por exemplo, pára-raios.

8.5 – Subestação nº 5 – Medição, proteção e transformação

Construção em alvenaria para fornecimento através de um transformador com potência mínima de 75kVA e potência máxima de 300kVA, com proteção através de chave fusível e medição a 3 elementos na média tensão e com proteção geral na baixa tensão através de disjuntor, com transformador instalado na subestação, de acordo com os desenhos do Capítulo 10.

8.6 – Subestação nº 6 - Cubículo Blindado instalado em carreta (Subestação Móvel)

Subestação constituída por cubículo blindado, de acordo com o item 7.4, página 4-9, porém com o(s) transformador (es) incorporado (s) no(s) compartimento(s) do cubículo, para demandas de até 500 kVA, e cuja utilização deve ser de acordo com contrato específico a ser firmado entre o consumidor e a Cemig.

No local onde a carreta estiver estacionada para fornecimento de energia elétrica deverá ser construído um sistema de aterramento conforme descrito no item 6 da página 4-7.

Na utilização dessa subestação para ligações provisórias o compartimento para instalação de medição não será utilizado.

8.7 – Subestação nº 1 e nº 2 compartilhada

Em relação às subestações individuais nº 1 e nº 2, opcionalmente poderá ser construída a subestação compartilhada conforme os desenhos constantes das páginas 6-7 e 7-4, respectivamente.

Para a construção da subestação compartilhada, as seguintes condições deverão ser atendidas:

- a) todas as unidades consumidoras envolvidas no compartilhamento deverão ter carga instalada acima de 75kW;
- b) as unidades consumidoras deverão ter CNPJ e processos produtivos independentes;
- c) a subestação deverá ser construída num local de comum acesso e esse local não poderá ser interno à nenhuma das edificações envolvidas no compartilhamento. Não poderá ter nenhuma separação física entre as unidades consumidoras envolvidas no compartilhamento e o local da subestação;
- d) quando as unidades consumidoras envolvidas no compartilhamento se localizarem na mesma edificação, deverá ter uma separação física entre essas unidades.

9. BARRAMENTOS DE MÉDIA TENSÃO

- a) Nas subestações em que se usar barramentos, esses devem ser de cobre nu, de seção transversal de qualquer formato, porém de seção mínima condutora de acordo com a Tabela 4, página 5-3.
- b) A Tabela 3, página 5-2, mostra os afastamentos mínimo e recomendado para os barramentos de média tensão.
- c) Nas emendas e derivações dos barramentos devem ser usados conectores apropriados ou solda tipo exotérmica, não sendo admitido o uso de outro tipo de solda.
- d) os barramentos em média tensão deverão ser pintados nas seguintes cores:

- FASE A : Vermelha
- FASE B : Branca
- FASE C : Marrom
- NEUTRO : Azul

10. BARRAMENTOS DE BAIXA TENSÃO

- a) Na subestação nº 1 os barramentos devem ser de cobre nu, de seção transversal de qualquer formato, porém de seção mínima condutora de acordo com a Tabela 2, página 5-2.
- b) Os barramentos deverão ser isolados (isolamento termocontrátil) preferencialmente nas cores padronizadas conforme abaixo ou todas as fases em preto com fitas coloridas identificando as respectivas fases.

- FASE A : Vermelha
- FASE B : Branca
- FASE C : Marrom
- NEUTRO : Azul

- c) Nas emendas e derivações dos barramentos devem ser usados conectores apropriados ou solda tipo exotérmica, não sendo admitido o uso de outro tipo de solda.
- d) Os barramentos devem ser dimensionados de modo a suportar uma elevação máxima de 40° em relação à temperatura ambiente.
- e) Os barramentos deverão ser instalados com um afastamento mínimo de 70mm, entre si e com relação a outras partes metálicas (exceto nos pontos de fixação por isoladores).
- f) Todos os pontos de contato dos barramentos deverão ser “prateados” para garantir uma melhor conexão.

11. NOTAS DIVERSAS

- a) Todos os tipos de subestações (exceto Subestações nº 1 e 3) devem possuir iluminação; para suprir a energia necessária para iluminação e tomadas, deverá ser instalado um transformador auxiliar (monofásico ou não) caso a subestação da instalação consumidora seja apenas de medição e proteção e o(s) transformador(es) esteja(m) situado(s) distante(s) da mesma, ou um transformador de potencial após a medição da Cemig para suprir a energia necessária para iluminação e tomadas.
As subestações devem ser providas de iluminação de segurança, com autonomia mínima de 2(duas) horas (exceto Subestações nº 1 e 3).
- b) Caberá ao consumidor manter a subestação com disponibilidade para inspeção da Cemig sempre que solicitado.
- c) Recomenda-se ao consumidor programar a manutenção dos equipamentos de proteção e transformação de sua propriedade de acordo com as orientações dos fabricantes desses equipamentos. Quando da execução dos serviços de limpeza ou manutenção na subestação ou nos equipamentos, o cliente deverá comunicar, por escrito, à Cemig.
- d) O consumidor deve possuir funcionários capacitados para os trabalhos que se fizerem necessários na subestação ou nos equipamentos elétricos em geral, bem como possuir normas de segurança que prescrevam que os locais dos mesmos apresentam risco de morte, a metodologia a ser adotada como "controle de risco" e os EPI e EPC mínimos a serem utilizados; caso se mostre mais viável, o consumidor pode contratar o serviço de terceiros, através de empresas especializadas, para os serviços de manutenção necessários.
- e) O consumidor deve, ao solicitar a ligação de obra (quando então é apresentado o projeto e ART de Projeto e Execução), obter esclarecimentos na Agência de Atendimento da Cemig sobre necessidade de contrato e tipo de tarifa e medições especiais aplicáveis ao fornecimento de energia às suas instalações, considerando o regime de operação de suas cargas, bem como solicitar também a diretriz para o atendimento definitivo.
- f) Caso seja do interesse do consumidor, nos casos onde se aplica a tarifação horo-sazonal, pode ser fornecida pela Cemig a saída de pulsos para controle de demanda ou para outras funções. As Agências de Atendimento da Cemig, com base nas informações contidas na ND-5.26 e relatórios complementares, estão aptas a prestar as informações necessárias.
- g) Ainda exclusivamente para as instalações consumidoras cuja medição utiliza REP ou Medidor eletrônico com memória de massa, o consumidor pode solicitar à Cemig, através das Agências de Atendimento, o fornecimento de relatório contendo os dados relativos a sua curva de carga, sendo o custo deste cobrado do consumidor.
- h) Em qualquer tipo de subestação é vetada a instalação de dispositivos ou equipamentos que não sejam destinados ou relacionados à proteção geral de média tensão ou baixa tensão , medição da Cemig e transformação, tais como banco de capacitores, quadro de baixa tensão, controladores de demanda, etc.Excepcionalmente para a Subestação nº 1 os disjuntores das cargas de emergência e das demais cargas poderão ser instalados numa caixa CM-9 localizada na mesma mureta onde estarão as caixas CM-4 (medição Cemig) e CM-9 (proteção geral).
- i) É responsabilidade do consumidor manter a iluminação, pára-raios, aterramento, dispositivos de proteção e demais materiais, dispositivos e equipamentos da subestação em condições de plena operação.
- j) Na porta de acesso às subestações nº 2, 3, 4 e 5 deve ser fixada placa com os dizeres " PERIGO DE MORTE – MÉDIA TENSÃO "; Para as subestações nº 2, 4 e 5 essa porta deve ser metálica, com dimensões mínimas de 1,20m x 2,10m e deve abrir para fora. No entanto, se a subestação fizer parte integrante da edificação, a porta de acesso às subestações nº 2, 4 e 5 deve ser porta corta fogo de classe P-90 (resistente ao fogo por 90 minutos) e ser de abertura para a parte externa da subestação. A porta corta fogo deve receber uma identificação indelével e permanente, por gravação ou por plaqueta metálica, com as seguintes informações conforme a NBR 11742: identificação do fabricante, classificação conforme resistência ao fogo, porta corta fogo conforme NBR 11742, número de ordem de fabricação e mês e ano de fabricação. Nesse tipo de porta também deve ser fixada placa com os dizeres " PERIGO DE MORTE – MÉDIA TENSÃO ".
Considera-se como parte integrante da edificação a subestação cuja porta de acesso é pela parte interna da edificação.
- k) Em todas as subestações, exceto Subestações nº 1 e 3 , devem ser instalados extintores do tipo pó ABC com capacidade mínima de 6kg, próximo à porta da subestação do lado de fora da mesma; esse extintor deverá ser protegido contra os intempéries da natureza.
- l) O condutor neutro no circuito de baixa tensão deverá ser identificado através da cor azul do seu isolamento.

- m) Opcionalmente os condutores (fases e neutro) poderão ser flexíveis classe 5 ou 6 de acordo com a NBRNM 280. Nas extremidades dos condutores flexíveis devem ser utilizados terminais de encapsulamento ou terminais de compressão maciço de cobre conforme a página 12-4 visando proporcionar melhor conexão, não sendo aceito o estanhamento dos condutores flexíveis.
- n) Os no-break para instalação em caixa modular com relé deverão possuir potência mínima de 1000VA.
- o) Se dentro das Subestações nº 2, 4 ou 5 conter líquido isolante , deverá ser previsto tanque de contenção desse líquido; opcionalmente poderá ser construído piso impermeável como depósito do líquido isolante em substituição ao tanque de contenção se dentro dessas subestações não tiver mais do que 3(três) transformadores e esses transformadores ou outros equipamentos conterem , cada um deles, menos de 100(cem) litros de líquido isolante.
- p) Qualquer transformador de força para potência até 300kVA a ser instalado após a subestação de entrada geral de energia elétrica deverá ser instalado em poste ou no piso (incluindo o sistema pad mounted) conforme a norma brasileira pertinente. Para potência acima de 300kVA o transformador deverá ser instalado no piso (incluindo o sistema pad mounted) conforme a norma brasileira pertinente.
- q) É responsabilidade do cliente e/ou de seu responsável técnico pelo projeto o dimensionamento do disjuntor conforme a fórmula do item 7.1, página 4-8, ou seja, dimensionamento não constante da Tabela 1, página 5-1. O responsável técnico deverá dimensionar os eletrodutos e os condutores conforme a proteção definida.

Tabela 1

DIMENSIONAMENTO DA SUBESTAÇÃO Nº 1 (MEDIÇÃO E PROTEÇÃO NO LADO DE BAIXA TENSÃO)

TRANSFORMADOR		MEDIDOR ELETRÔNICO (3 ELEMEN- TOS) CORRENTE NOMINAL/ CORRENTE MÁXIMA (A)	TRANSFOR- MADORES DE CORRENTE F.T. = 2 RELAÇÃO	DISJUNTOR CORRENTE NOMINAL (A) (Capacidade Mínima de interrupção de cc de 30 kA)	RAMAL DE ENTRADA			ATERRAMENTO			
POTÊNCIA NOMINAL (kVA)	TENSÃO SECUNDÁRIA (V)				CONDUTOR POR FASE E NEUTRO Cu/PVC SEÇÃO (mm²)	EMBUTIDO		CONDUTORES DE Cu - ATER- RAMENTO E DE INTERLI- GAÇÃO DAS HASTES - SE- ÇÃO (mm²)	Nº MÍNIMO DE HASTES (UN)	MAIOR VALOR ADMISSÍVEL PARA RESIS- TÊNCIA DE ATERRAMEN- TO (Ω)	
											PVC
75	220/127	2,5 / 10	200-5	200	120	60	50	50	4	10	
	380/220		200-5	120	50	50	40				
	440/254		200-5	100	35	50	40				
112,5	220/127		200-5	300	240	110	100				
	380/220		200-5	175	95	75	65				
	440/254		200-5	150	70	60	50				
150	220/127		OU	400-5	400	2 x 120	2 x 85				2 x 80
	380/220			200-5	250	185	100				110
	440/254			200-5	200	120	75				65
225	220/127	400-5		600	2 x 240	2 x 110	2 x 100				
	380/220	200-5		350	2 x 120	2 x 75	2 x 65				
	440/254	200-5		300	240	110	100				
300	220/127	2,5 / 20		600-5	800	3 x 240	3 x 110		3 x 100		8
	380/220			400-5	500	2 x 240	2 x 110		2 x 100		
	440/254			400-5	400	2 x 120	2 x 75		2 x 65		

Tabela 2

DIMENSIONAMENTO DE BARRAMENTO DE BAIXA TENSÃO

CORRENTE I (A)	SEÇÃO MÍNIMA DAS BARRAS DE COBRE S (mm ²)
ATÉ 300	181
DE 301 A 400	211
DE 401 A 450	241
DE 451 A 500	272
DE 501 A 600	302
DE 601 A 675	332
DE 676 A 750	403
DE 751 A 900	483
DE 901 A 1200	665
DE 1201 A 1500	907
DE 1501 A 1800	1109
DE 1801 A 2100	1210
Acima de 2100	S (NOTA 1)

NOTA:

1 - S deve ser tal que $\frac{I}{S} \leq 2$

Tabela 3

AFASTAMENTO DOS BARRAMENTOS DE MÉDIA TENSÃO

TENSÃO NOMINAL (kV)	ÁREA							
	ABRIGADA				AO TEMPO			
	FASE – FASE (mm)		FASE – NEUTRO (mm)		FASE – FASE (mm)		FASE – NEUTRO (mm)	
	MÍNIMO	RECOMEN- DADO	MÍNIMO	RECOMEN- DADO	MÍNIMO	RECOMEN- DADO	MÍNIMO	RECOMEN- DADO
13,8	150	200	115	150	170	300	130	200
23,1	270	350	190	250	380	500	260	350
34,5	390	500	265	350	590	700	390	500

NOTA:

1 - Para cubículos blindados podem ser adotados outros valores.

Tabela 4

DIMENSIONAMENTO DE BARRAMENTO DE MÉDIA TENSÃO

CORRENTE I (A)	SEÇÃO MÍNIMA - COBRE NU S (mm ²)
ATÉ 21	20
DE 21 A 100	50
ACIMA DE 100	S (NOTA 1)

NOTA:

1 - S deve ser tal que $\frac{I}{S} \leq 2$.

Tabela 5

DIMENSIONAMENTO DO TC DE MEDIÇÃO EM 13,8kV

TRANSFORMADOR DE CORRENTE RELAÇÃO A A	DEMANDA kVA	
	FT = 1	FT = 1,5
5-5	ATÉ 100	ATÉ 100
10-5	DE 100 A 200	DE 100 A 300
15-5	DE 150 A 300	DE 150 A 400
20-5	DE 200 A 400	DE 200 A 600
25-5	DE 250 A 500	DE 250 A 750
30-5	DE 300 A 600	DE 300 A 900
40-5	DE 400 A 800	DE 400 A 1200
50-5	DE 500 A 1000	DE 500 A 1500
75-5	DE 750 A 1500	DE 750 A 2250
100-5	DE 1000 A 2000	DE 1000 A 3000
150-5	DE 1500 A 3000	DE 1500 A 4500
200-5	DE 2000 A 4000	DE 2000 A 6000
300-5	DE 3000 A 6000	DE 3000 A 9000
400-5	DE 4000 A 8000	DE 4000 A 12000

Tabela 6

DIMENSIONAMENTO DO TP DE MEDIÇÃO EM 13,8kV

TRANSFORMADOR DE POTENCIAL RELAÇÃO DE TRANSFORMAÇÃO	MEDIÇÃO
70 : 1	A TRÊS ELEMENTOS

Tabela 7

DIMENSIONAMENTO DO TC DE MEDIÇÃO EM 23,1kV

TRANSFORMADOR DE CORRENTE RELAÇÃO A A	DEMANDA kVA	
	FT = 1	FT = 1,5
5-5	ATÉ 170	ATÉ 170
10-5	DE 170 A 340	DE 170 A 510
15-5	DE 255 A 510	DE 255 A 765
20-5	DE 340 A 680	DE 340 A 1020
25-5	DE 425 A 850	DE 425 A 1275
30-5	DE 510 A 1020	DE 510 A 1530
40-5	DE 680 A 1360	DE 680 A 2040
50-5	DE 850 A 1700	DE 850 A 2550
75-5	DE 1275 A 2550	DE 1275 A 3825
100-5	DE 1700 A 3400	DE 1700 A 5100
150-5	DE 2550 A 5100	DE 2550 A 7650
200-5	DE 3400 A 6800	DE 3400 A 10200
300-5	DE 5100 A 10200	DE 5100 A 15300
400-5	DE 6800 A 13600	DE 6800 A 20400

Tabela 8

DIMENSIONAMENTO DO TP DE MEDIÇÃO EM 23,1kV

TRANSFORMADOR DE POTENCIAL RELAÇÃO DE TRANSFORMAÇÃO	MEDIÇÃO
120 : 1	A TRÊS ELEMENTOS

Tabela 9

DIMENSIONAMENTO DO TC DE MEDIÇÃO EM 34,5kV

TRANSFORMADOR DE CORRENTE RELAÇÃO A A	DEMANDA kVA
	FT = 1,5
5 – 5	ATÉ 275
10-5	DE 275 A 820
25-5	DE 650 A 1950
50-5	DE 1340 A 4000
100-5	DE 2680 A 8060
200-5	DE 5350 A 16000
400-5	DE 10740 A 32200

Tabela 10

DIMENSIONAMENTO DO TP DE MEDIÇÃO EM 34,5kV

TRANSFORMADOR DE POTENCIAL RELAÇÃO DE TRANSFORMAÇÃO	MEDIÇÃO
175:1	A TRÊS ELEMENTOS

Tabela 11

**DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES
RAMAL DE LIGAÇÃO/ENTRADA – 13,8kV**

CONDUTOR DE ALUMÍNIO ISOLADO EPR/XLPE-8,7/15kV	
CABO MULTIPLEXADO FORMAÇÃO (3x1xS + S1)	kVA MÁXIMO ADMISSÍVEL A 90° C
3 x 1 x 50 + 3/8P	4.200
3 x 1 x 120 + 3/8P	7.000
3 x 1 x 185 + 3/8P	9.200

NOTAS:

- 1 - S = seção dos condutores fase S1 = seção do condutor messageiro
2 - Valores de corrente referidos à temperatura ambiente de 30° C

CABOS 8,7/15kV CONDUTOR DE COBRE ISOLADO EPR/XLPE	
SEÇÃO NOMINAL (mm ²)	kVA MÁXIMO ADMISSÍVEL A 90° C
25	3.100
35	3.700
50	4.300
70	5.400
95	6.500
120	7.300
150	8.300
240	10.800

CONDUTOR DE ALUMÍNIO NU (CA) (Nota 2)	
BITOLA (AWG)	kVA MÁXIMO ADMISSÍVEL
2	3.600
1/0	4.800
4/0	7.500
336,4	10.200

CONDUTOR DE ALUMÍNIO PROTEGIDO (SPACER) – 8,7/15kV (Nota 2)	
SEÇÃO (mm ²)	KVA MÁXIMO ADMISSÍVEL A 90° C
50	4972
150	9919

NOTAS:

- 1 - Valores de corrente referidos à temperatura ambiente de 30° C;
2 - Os condutores de alumínio nu (CA) e de alumínio protegido (SPACER) somente poderão, opcionalmente, serem utilizados como ramal de ligação e ramal de entrada na Subestação nº 1 localizada em área rural e cuja rede Cemig seja construída com esses condutores.

Tabela 12

**DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES
RAMAL DE LIGAÇÃO/ENTRADA – 23,1kV**

CONDUTOR DE ALUMÍNIO ISOLADO EPR/XLPE-15/25kV	
CABO MULTIPLEXADO FORMAÇÃO (3x1xS + S1)	kVA MÁXIMO ADMISSÍVEL A 90° C
3 x 1 x 50 + 3/8P	10.082
3 x 1 x 120 + 3/8P	17.524

NOTAS:

- 1 - S = seção dos condutores fase S1 = seção do condutor messageiro
2 - Valores de corrente referidos à temperatura ambiente de 30° C

CABOS 15/25kV CONDUTOR DE COBRE ISOLADO EPR/XLPE	
SEÇÃO NOMINAL (mm²)	kVA MÁXIMO ADMISSÍVEL A 90° C
50	3.300
70	4.100
95	4.900
120	5.600
150	6.300
185	7.100
240	8.200

CONDUTOR DE ALUMÍNIO NU (CA) (Nota 2)	
BITOLA (AWG)	kVA MÁXIMO ADMISSÍVEL
2	3.600
1/0	4.800
4/0	7.500
336,4	10.200

CONDUTOR DE ALUMÍNIO PROTEGIDO (SPACER) – 15/25kV (Nota 2)	
SEÇÃO (mm²)	KVA MÁXIMO ADMISSÍVEL A 90° C
50	8242
150	16404

NOTAS:

- 1 - Valores de corrente referidos à temperatura ambiente de 30° C;
2 - Os condutores de alumínio nu (CA) e de alumínio protegido (SPACER) somente poderão, opcionalmente, serem utilizados como ramal de ligação e ramal de entrada na Subestação nº 1 localizada em área rural e cuja rede Cemig seja construída com esses condutores.

Tabela 13

**DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES
RAMAL DE LIGAÇÃO/ENTRADA – 34,5kV**

CONDUTOR DE ALUMÍNIO ISOLADO EPR/XLPE-20/35kV	
CABO MULTIPLEXADO FORMAÇÃO (3x1xS + S1)	kVA MÁXIMO ADMISSÍVEL A 90° C
3 x 1 x 70 + 3/8P	18.703

NOTAS:

- 1 - S = seção dos condutores fase S1 = seção do condutor mensageiro
2 - Valores de corrente referidos à temperatura ambiente de 30° C

CABOS 20/35kV CONDUTOR DE COBRE ISOLADO EPR/XLPE	
SEÇÃO NOMINAL (mm²)	kVA MÁXIMO ADMISSÍVEL A 90° C
50	6000
70	7600
95	9100
120	10300
150	11700
185	13100
240	15300

CONDUTOR DE ALUMÍNIO NU (CAA) (Nota 2)	
BITOLA (AWG)	kVA MÁXIMO ADMISSÍVEL (30° elevação)
2	9023
1/0	12130
4/0	19002
336,4	25814

CONDUTOR DE ALUMÍNIO PROTEGIDO (SPACER) – 20/35kV (Nota 2)	
SEÇÃO (mm²)	KVA MÁXIMO ADMISSÍVEL A 90° C
70	14580
150	23603

NOTAS:

- 1 - Valores de corrente referidos à temperatura ambiente de 30° C;
2 - Os condutores de alumínio nu (CA) e de alumínio protegido (SPACER) somente poderão, opcionalmente, serem utilizados como ramal de ligação e ramal de entrada na Subestação nº 1 localizada em área rural e cuja rede Cemig seja construída com esses condutores.

Tabela 14

MUFLAS TERMINAIS – 15, 25 ou 35 kV

Para instalação de cabos isolados de média tensão (EPR / XLPE) devem ser utilizados terminais unipolares de média tensão conforme a tabela abaixo :

TERMINAIS UNIPOLARES DE MÉDIA TENSÃO 15, 25 ou 35 kV	
INSTALAÇÃO EXTERNA	INSTALAÇÃO INTERNA
TERMOCONTRÁTEIS (c/saia)	TERMOCONTRÁTEIS
DE PORCELANA	DE PORCELANA
MODULARES (c/saia)	MODULARES
CONTRÁTEIS A FRIO (c/saia)	CONTRÁTEIS A FRIO
----	ENFAIXADOS
TERMINAL DESCONECTÁVEL RETO (TDR)	-----

Tabela 15

DIMENSIONAMENTO DOS FUSÍVEIS PARA CHAVE DE PROTEÇÃO DE MÉDIA TENSÃO COM ABERTURA SOB CARGA (15 kV) (ver item 4.f, página 4-7)	
POTÊNCIA NOMINAL (kVA)	FUSÍVEL MT - CORRENTE NOMINAL IN (A)
75	6
112,5	8
150	10
225	16
300	25
500	40
750	63
1000	80

Tabela 16

DIMENSIONAMENTO DOS FUSÍVEIS PARA CHAVE DE PROTEÇÃO DE MÉDIA TENSÃO COM ABERTURA SOB CARGA (25 kV) (ver item 4.f, página 4-7)	
POTÊNCIA NOMINAL (kVA)	FUSÍVEL MT - CORRENTE NOMINAL IN (A)
75	4
112,5	6
150	8
225	10
300	16
500	25
750	32
1000	50

Tabela 17

DIMENSIONAMENTO DOS FUSÍVEIS PARA CHAVE DE PROTEÇÃO DE MÉDIA TENSÃO COM ABERTURA SOB CARGA (35 kV) (ver item 4.f, página 4-7)	
POTÊNCIA NOMINAL (kVA)	FUSÍVEL MT - CORRENTE NOMINAL IN (A)
75	4
112,5	4
150	6
225	8
300	10
500	16
750	25
1000	32

Tabela 18

DIMENSIONAMENTO DOS ELOS FUSÍVEIS PRIMÁRIOS (CHAVE DE DERIVAÇÃO)			
DEMANDA (kVA)	ELO FUSÍVEL		
	13,8 kV	23,1 kV	34,5 kV
Até 75	5 H	3 H	2 H
Até 112,5	6 K	5 H	3 H
Até 150	8 K	5 H	5 H
Até 225	12 K	8 K	6 K
Até 300	15 K	10 K	8 K

Tabela 19

LIMITES MÁXIMOS DE POTÊNCIA DE MOTORES

TIPO DO MOTOR	TENSÃO NOMINAL DO CIRCUITO	TIPO DE LIGAÇÃO	PARTIDA DIRETA	ROTOR EM GAIOLA - DISPOSITIVOS AUXILIARES DE PARTIDA							ROTOR BOBINADO
				CHAVE SÉRIE PARALELO	CHAVE ESTRELA TRIÂNGULO	COMPENSADOR DE PARTIDA			RESISTÊNCIA OU REATÂNCIA PRIMÁRIA		
MOTOR MONOFÁSICO	13,8 / $\sqrt{3}$ ou 23,1 / $\sqrt{3}$ ou 34,5 / $\sqrt{3}$ kV	FASE-NEUTRO (1)	10 CV	15 CV		50 %	65 %	80 %	70 %	85 %	
						15 CV	15 CV	12,5 CV	15 CV	12,5 CV	
MOTOR TRIFÁSICO	13,8 ou 23,1 ou 34,5kV	TRIFÁSICA (1)	50 CV	125 CV	100 CV	125 CV	75 CV	60 CV	75 CV	60 CV	60 CV

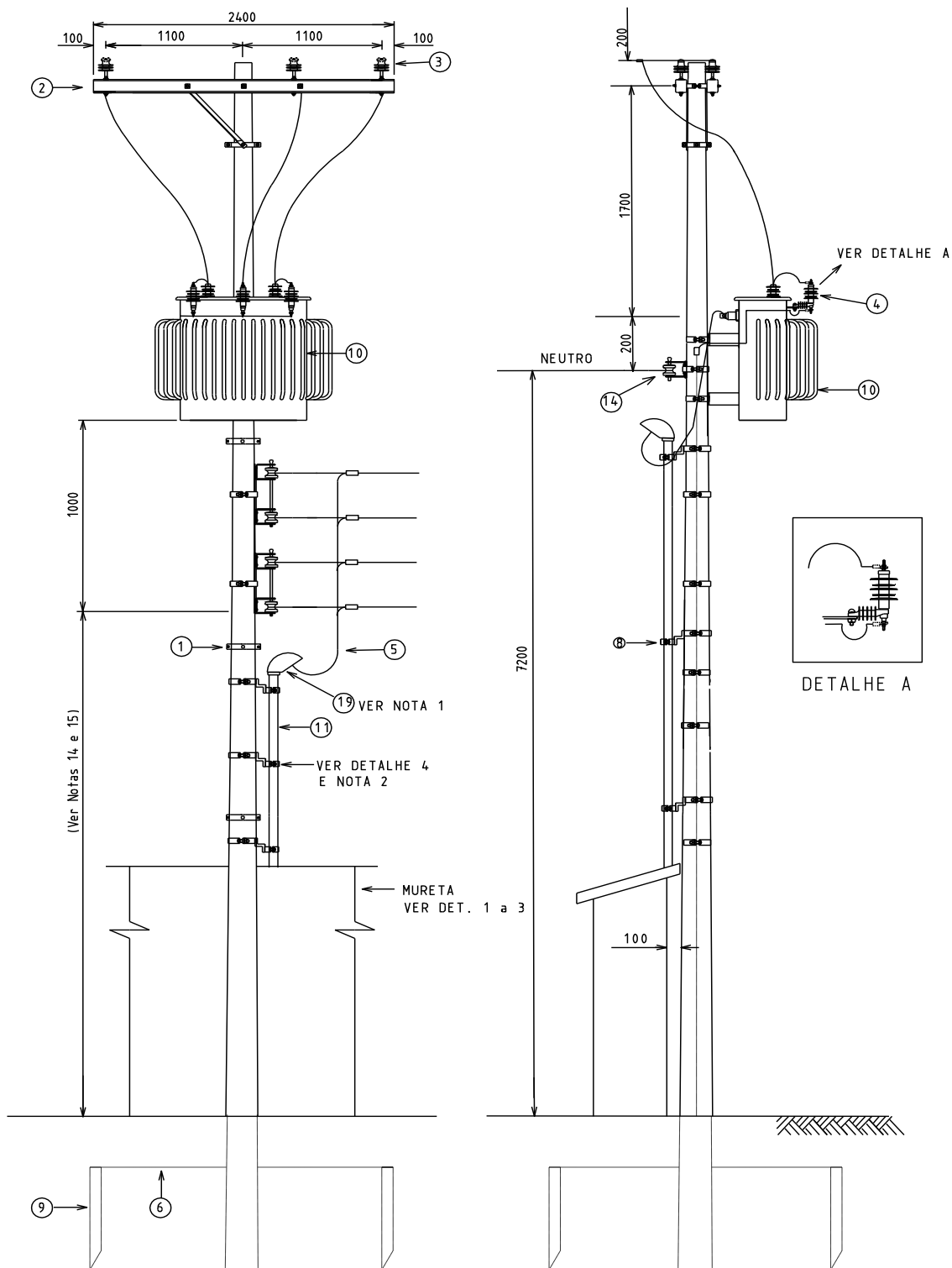
NOTAS

1 - Atendimento através de transformador exclusivo.

2 - Para motores com potência acima das especificadas nesta tabela deverá ser utilizado chave soft-starter ou inversor de frequência.

SUBESTAÇÃO Nº1 (DESENHO Nº 1)

RAMAL DE LIGAÇÃO CONVENCIONAL E SAÍDA AÉREOS PARA ATENDIMENTO RURAL –
RAMAL DE ENTRADA EMBUTIDO

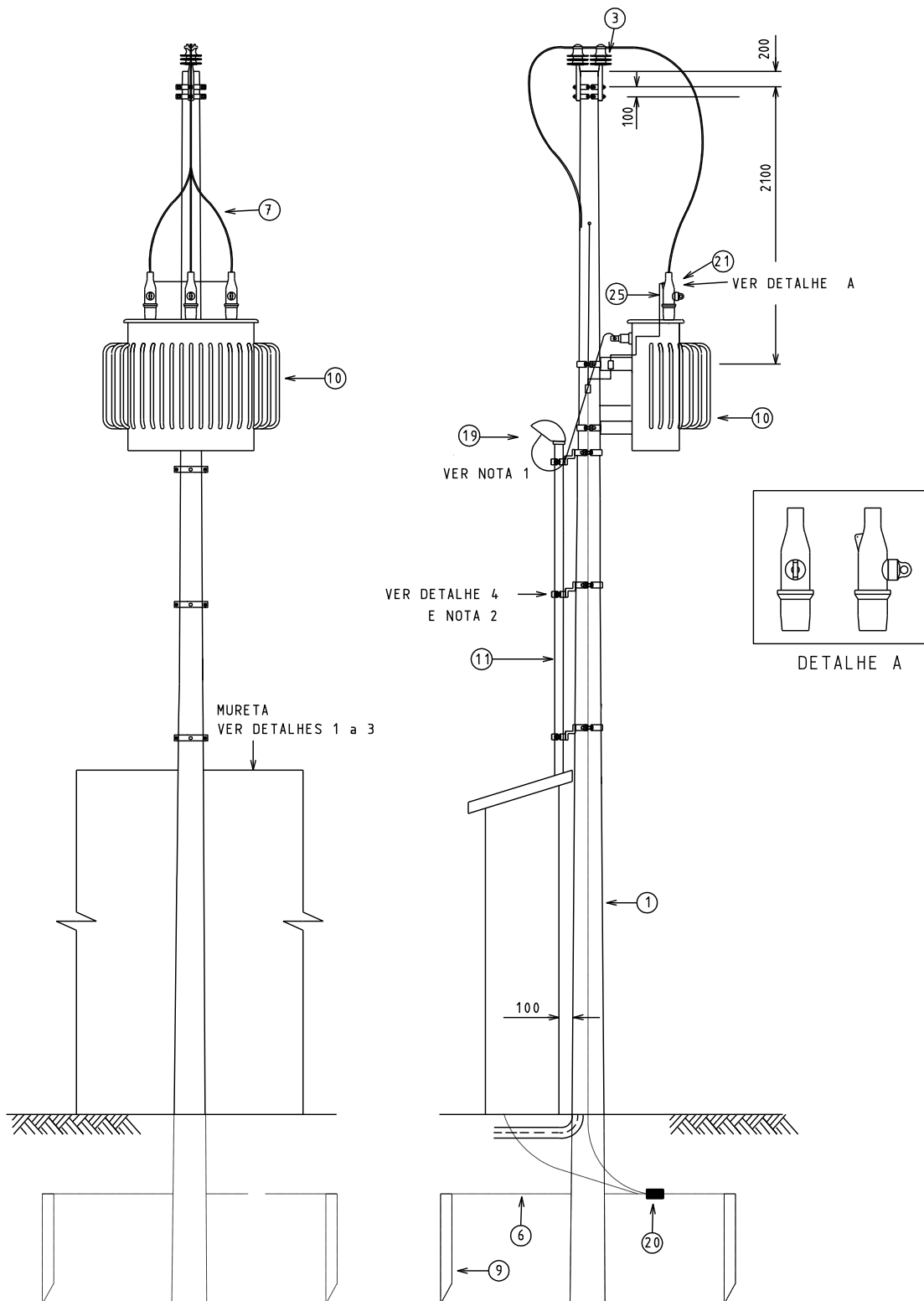


NOTA:

1 - Dimensões em milímetros.

SUBESTAÇÃO Nº1 (DESENHO 2)

RAMAIS DE LIGAÇÃO OU DE ENTRADA E SAÍDA SUBTERRÂNEA – RAMAL DE ENTRADA EMBUTIDO

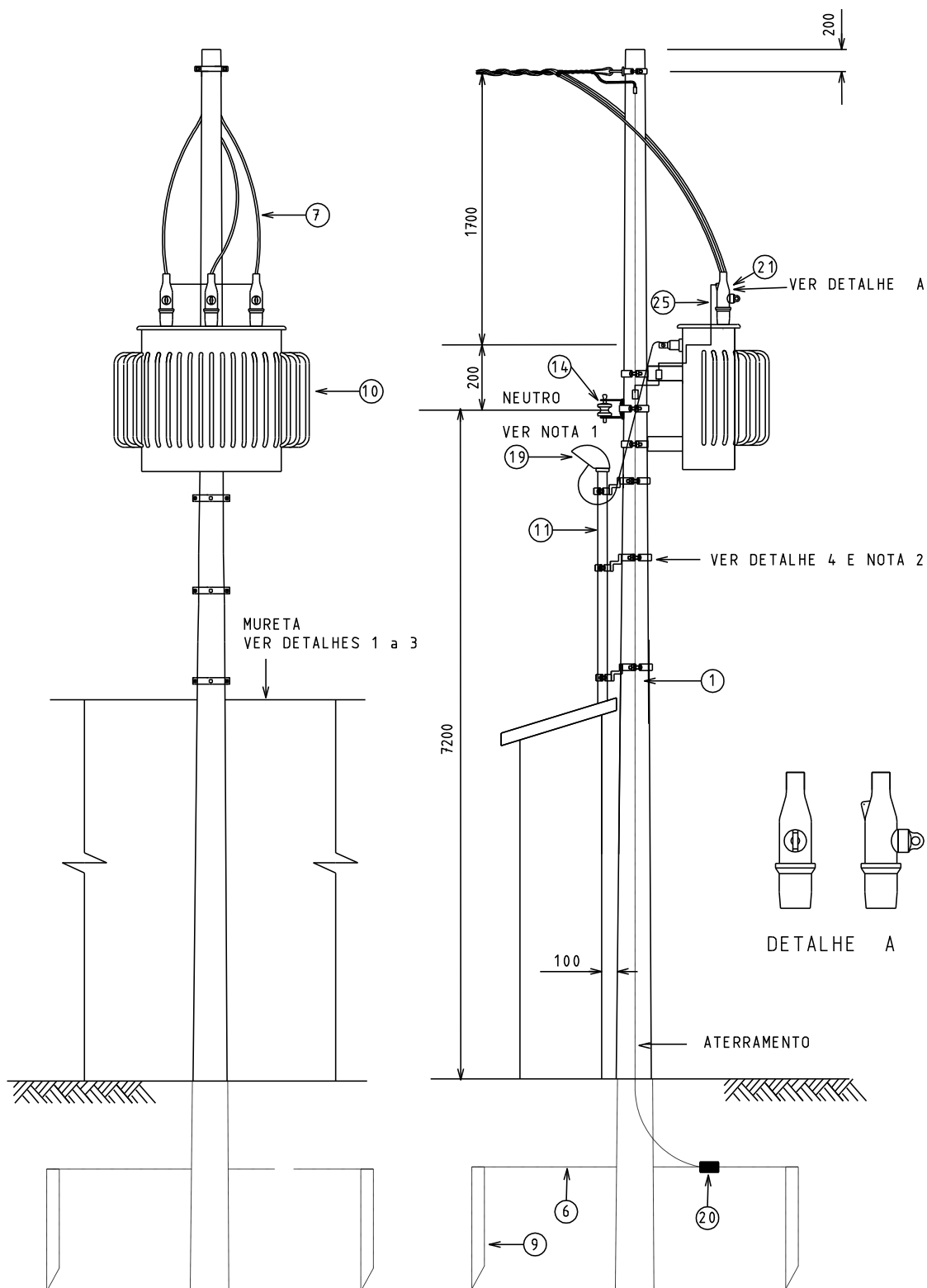


NOTA:

1 - Dimensões em milímetros.

**SUBESTAÇÃO Nº1
(DESENHO 3)**

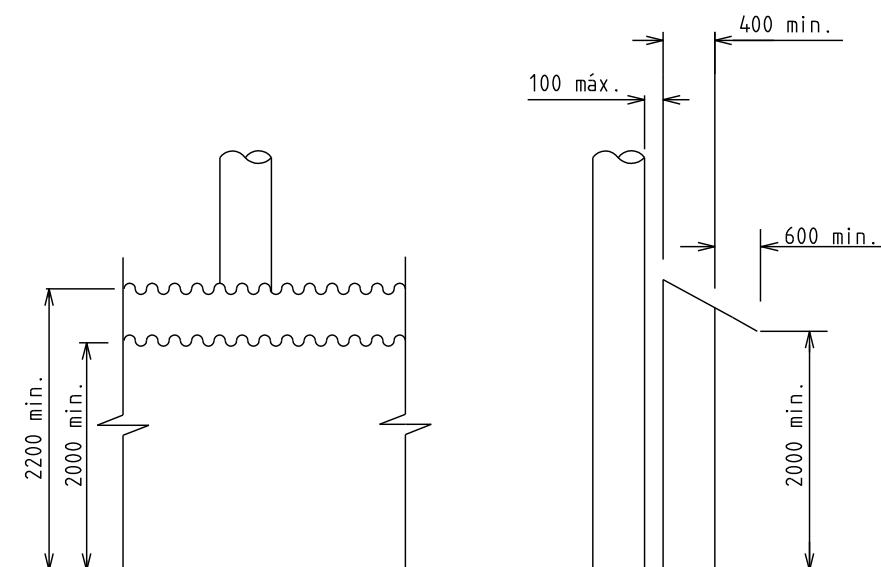
RAMAL DE LIGAÇÃO AÉREO COM CABO ISOLADO, RAMAL DE ENTRADA EMBUTIDO E
RAMAL DE SAÍDA SUBTERRÂNEO



NOTA:

1 - Dimensões em milímetros.

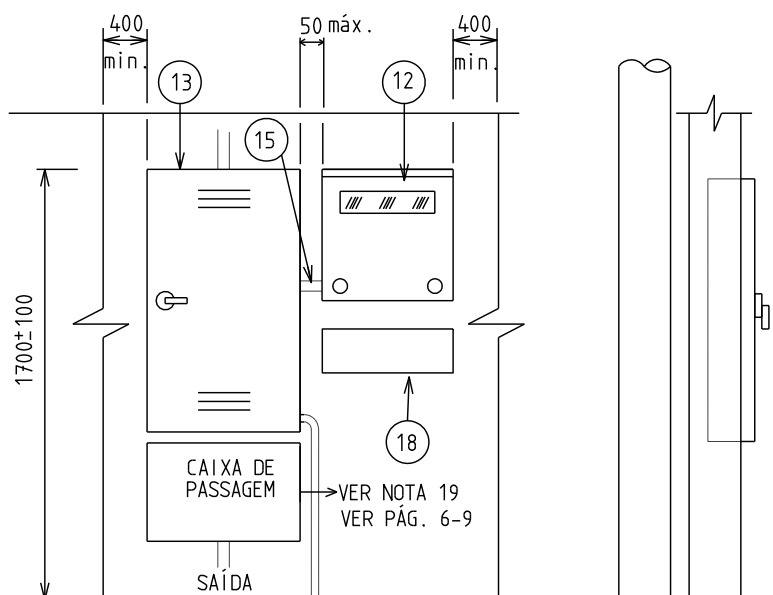
**SUBESTAÇÃO Nº1
(DESENHO 4)**



VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL

DETALHE "1"



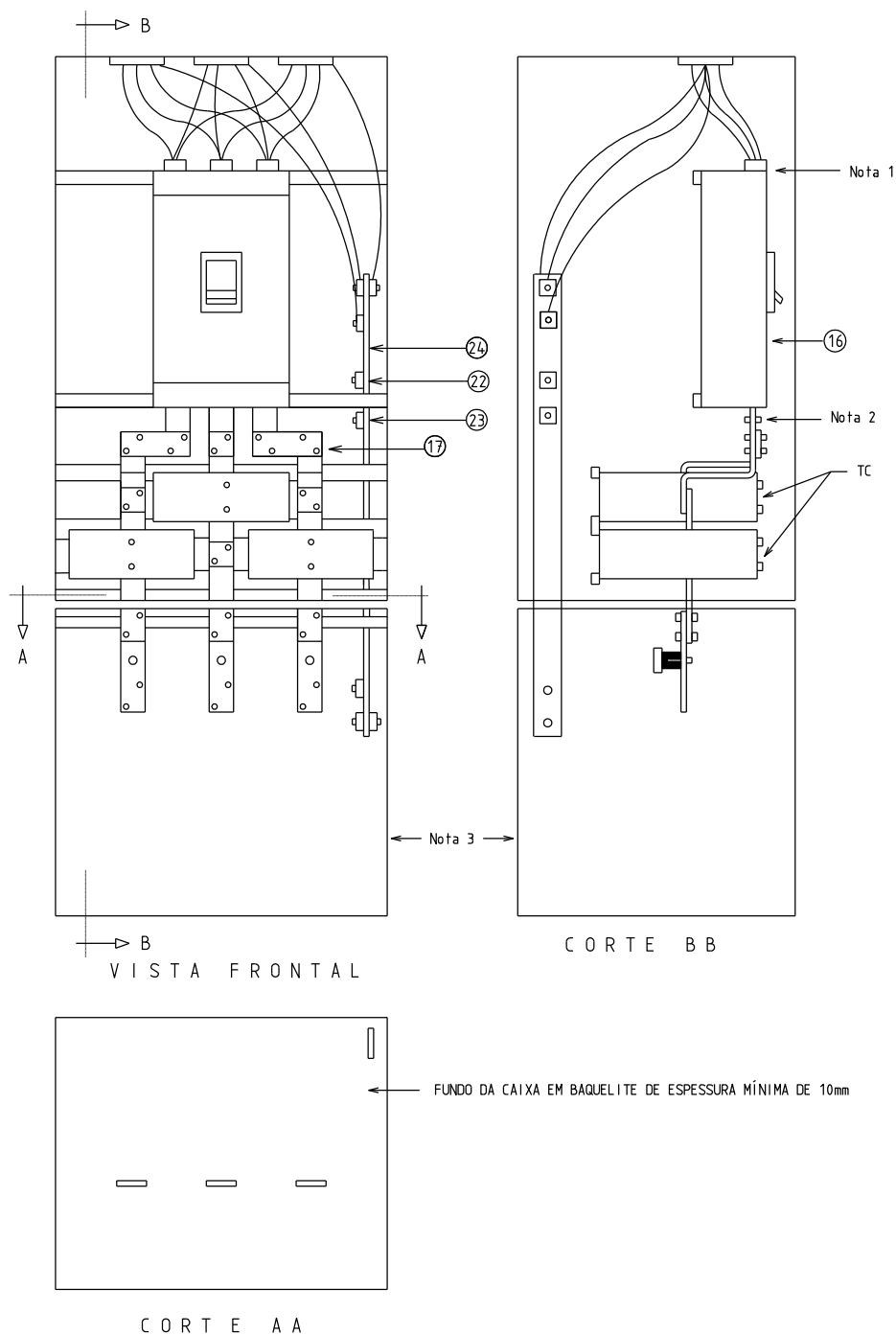
DETAIL H E "2"

NOTAS:

1 - A posição da mureta deve seguir o disposto no item 2.g, página 3-3.

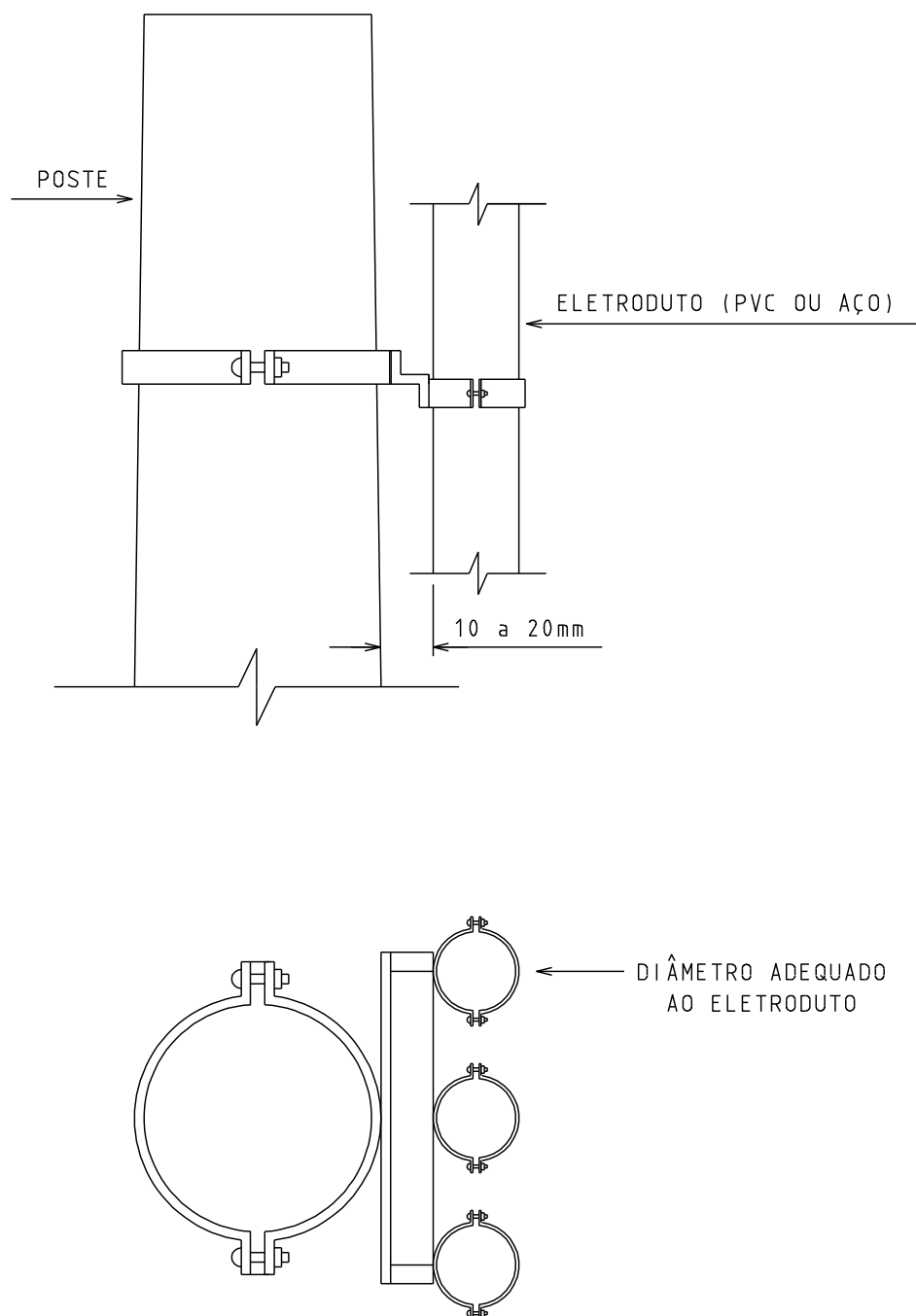
2 - Dimensões em milímetros.

SUBESTAÇÃO Nº1
(DESENHO 5)
DETALHE 3 – MONTAGEM DA CAIXA CM-9 OU CM-18
(DISJUNTOR ATÉ 1000A E TC ATÉ 1000/5A)



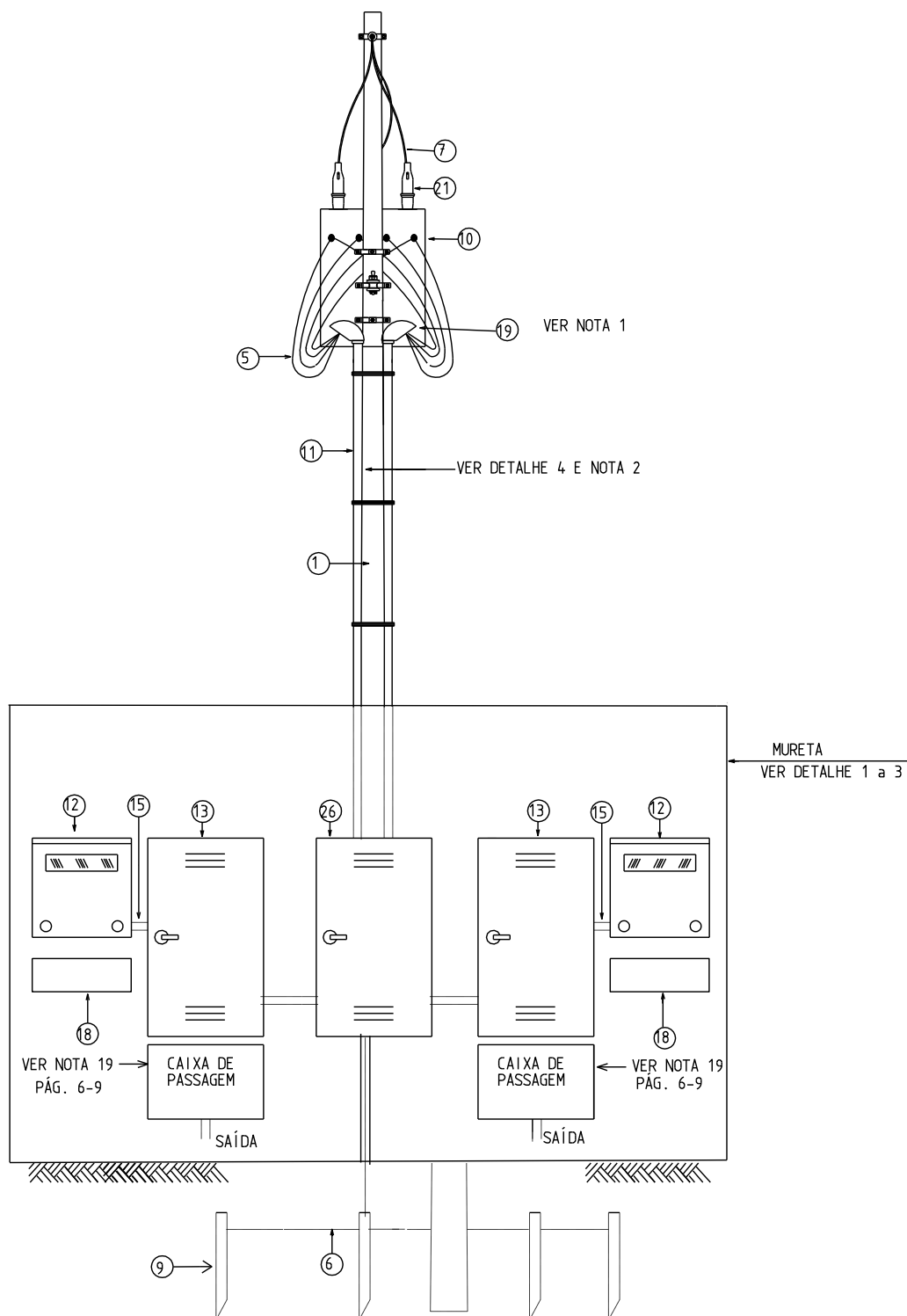
NOTAS:

- 1 - Medidores eletrônicos utilizados em unidades consumidoras irrigantes devem ter sua alimentação derivada antes da proteção geral da instalação.
- 2 - Ponto para amostragem de tensão para a medição das demais unidades consumidoras (parafuso de máquina com uma arruela comum e uma de pressão).
- 3 - Caixa de passagem (ver Nota 19, página 6-11).
- 4 - Para disjuntores entre 800A e 1000A (inclusive), utilizar caixa CM-18.

**SUBESTAÇÃO N°1
(DESENHO 6)****DETALHE 4 – SUPORTE PARA ELETRODUTOS****NOTA:**

1 - Toda ferragem deve ser zincada por imersão a quente.

**SUBESTAÇÃO Nº1
(DESENHO 7)
SUBESTAÇÃO COMPARTILHADA
(SAÍDA SUBTERRÂNEA)**

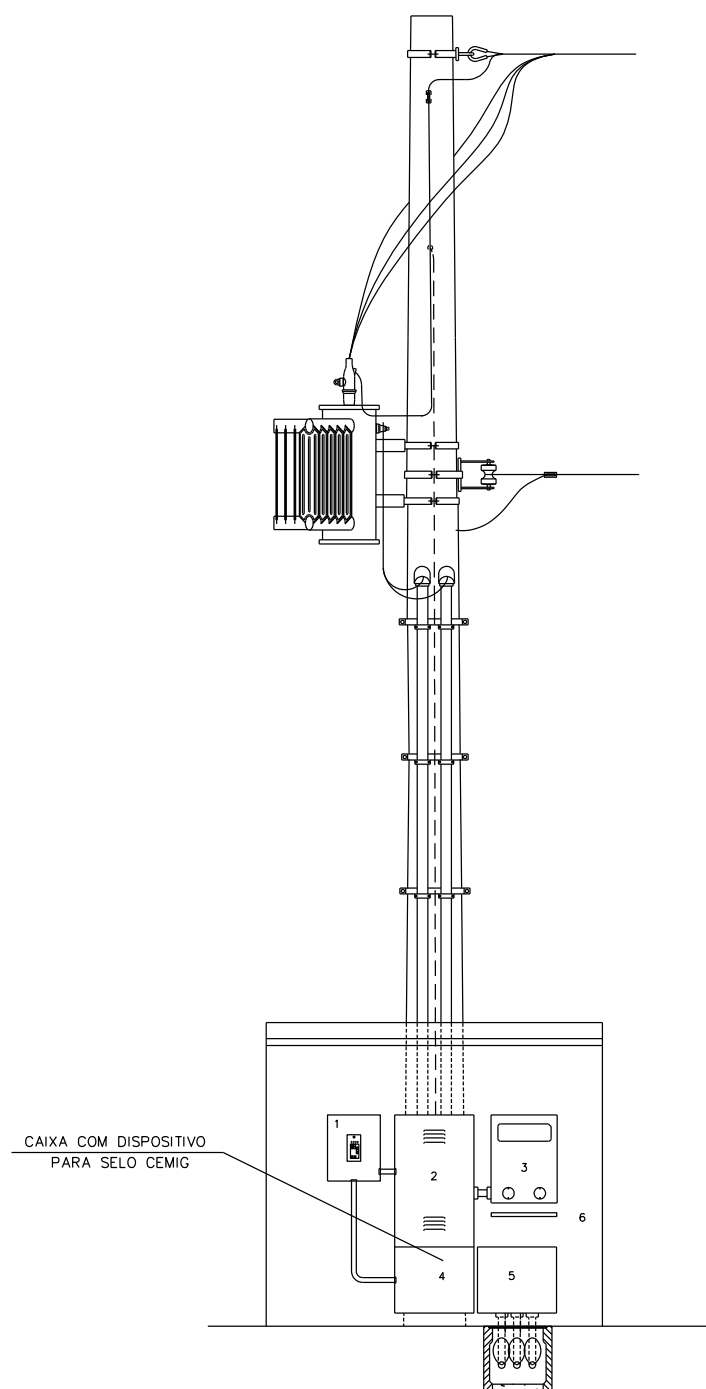


NOTAS:

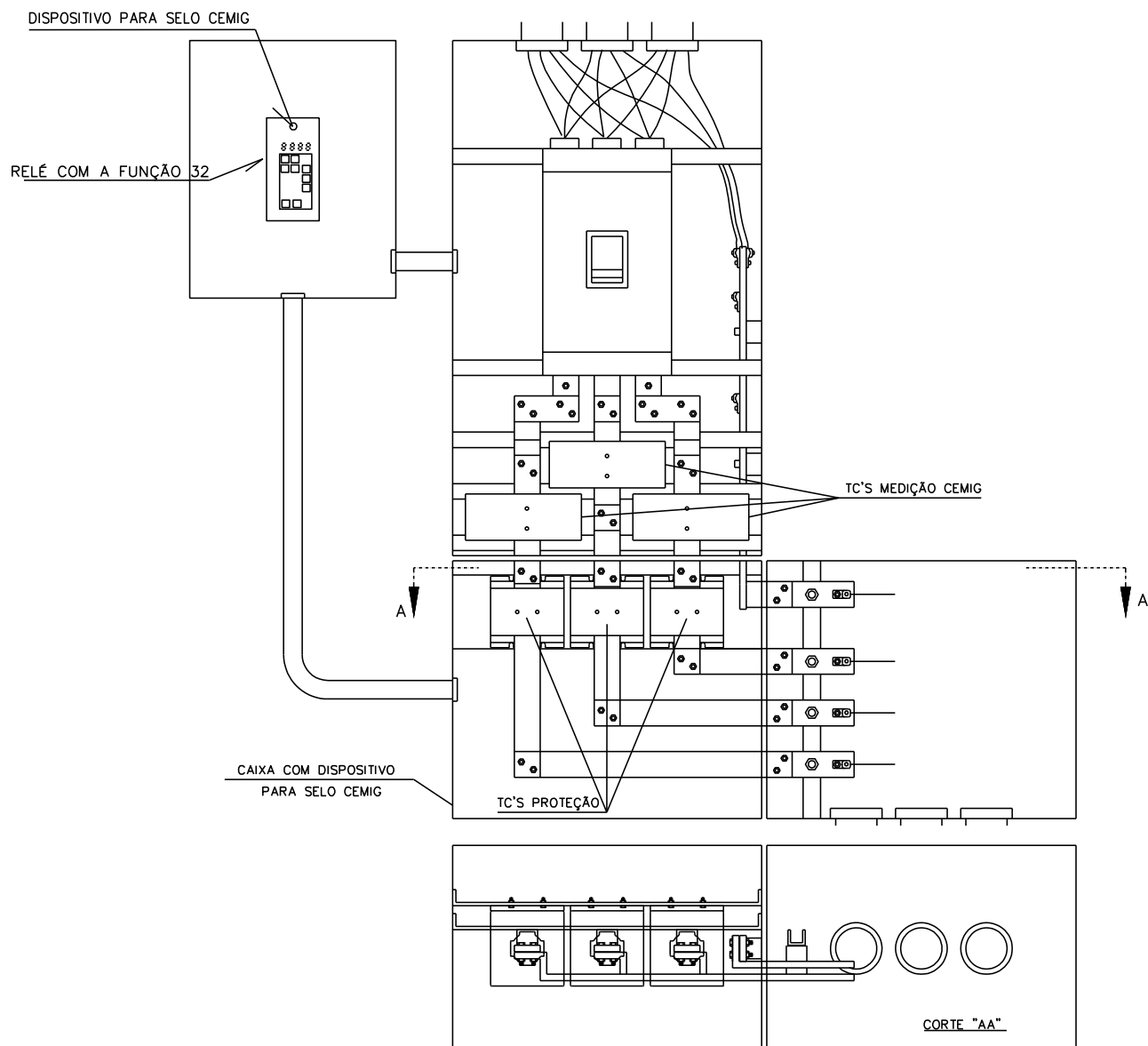
1 - A posição da mureta deve seguir o disposto no item 2.g, página 3-3.

2 - Alternativamente, a subestação nº 1 compartilhada poderá ser construída conforme a Nota 23, página 6-11.

**SUBESTAÇÃO Nº1
(DESENHO 8)
SUBESTAÇÃO PARA ATENDIMENTO COM GERAÇÃO PRÓPRIA
(SAÍDA SUBTERRÂNEA)**



**SUBESTAÇÃO Nº1
(DESENHO 9)
SUBESTAÇÃO PARA ATENDIMENTO COM GERAÇÃO PRÓPRIA
DETALHE DE MONTAGEM DAS CAIXAS**



LEGENDA**(SUBESTAÇÃO nº 1 – INDIVIDUAL OU COMPARTILHADA)**

1	poste de concreto 600 daN (mínimo) (Notas 13, 14 e 15) - seção circular
2	cruzeta de madeira de 2,40 m seção transversal 90 x 115 mm
3	isolador de pino polimérico para 15 ou 25 ou 35 kV
4	pára-raios para sistema aterrado 15 ou 25 ou 35 kV - neutro aterrado
5	condutor de cobre isolamento PVC, 750 V (Conforme Tabela 1, página 5-1)
6	cabo de cobre nu 50 mm ² p/aterramento
7	cabo isolado conforme as Tabelas 12, 13 e 14, páginas 5-6 a 5-9
8	Suporte para eletroduto (ver página 6-6 e Nota 2)
9	Haste de aço zincada tipo cantoneira de 2400-25x25x5mm(Conforme Tabela 1, página 5-1)
10	transformador trifásico, primário em Delta – secundário Estrela
11	eletroduto de aço ou PVC (conforme Tabela 1)
12	caixa para medidor polifásico sem disjuntor (CM-4)
13	caixa para disjuntor, transformadores de corrente e barramentos (CM-9); obrigatoriamente quando a montagem utilizar condutor de 240mm ² , ou por opção do cliente, utilizar a caixa CM-18
14	armação secundária de 1 estribo com roldana
15	eletroduto de PVC ou de aço ou niple com diâmetro de 32mm
16	disjuntor termomagnético tripolar (Conforme Tabela 1, página 5-1)
17	barramento de cobre, isolado, de baixa tensão (seção em mm ²) (Conforme Tabela 2, página 5-2); todos os barramentos deverão ser isolados;
18	plataforma basculante 500x500mm
19	cabeçote para eletroduto conforme Tabela 1
20	conector térmico CA/CAA – 2AWG-CA – 50mm ²
21	Terminal Desconectável Reto (TDR) para 15 ou 25 ou 35 kV
22	conector para interligar o condutor de proteção de 10mm ² (cor verde ou verde/amarelo de seu isolamento de fábrica) entre a caixa CM-9 ou CM-18 e a caixa CM-4
23	conector para ser utilizado no condutor de aterramento
24	barramento de cobre, nu, de baixa tensão, fixado na estrutura da caixa CM-9 e instalado no mesmo sentido de montagem da caixa CM-4
25	fio de cobre nu, 2,5mm ² , para aterramento do ramal de ligação ou do ramal de entrada
26	caixa CM-10 com barramentos isolados por material termocontrátil e conexões prateadas

NOTAS**(SUBESTAÇÃO nº 1 – INDIVIDUAL OU COMPARTILHADA)**

- 1 - Para os fornecimentos com transformador de 75kVA e com transformador de 112,5kVA com as tensões secundárias de 380/220V e 440/254V deverá ser utilizado cabeçote de alumínio ou de PVC para evitar a entrada de água dentro da caixa de proteção geral. Para os demais fornecimentos poderá, opcionalmente, ser utilizada massa de calafetar.
- 2 - Para topo tipo de subestação 1 deverá ser usado o suporte mostrado no detalhe 4, página 6-6. Devem ser previstos, no mínimo, 3 (três) suportes.
- 3 - Para a montagem da caixa CM-9 ou CM-18 (ver detalhe 3, página 6-5), a Cemig deverá disponibilizar antecipadamente os TCs que serão utilizados para que a montagem dos barramentos possa ser executada com as medidas corretas.

- 4 - A instalação dos TCs (na caixa CM-9 ou CM-18) será executada pela Cemig na presença do responsável pela montagem, sempre que o instalador não fizer a instalação antecipada desses componentes. Dessa forma, eventuais alterações que se façam necessárias sejam analisadas e comunicadas no local.
- 5 - Nas emendas de barramentos os pontos de contatos devem ser "prateados" para assegurar uma boa conexão.
- 6 - Em algumas montagens será necessário o uso de bornes superiores especiais no disjuntor para a conexão dos cabos indicados na Tabela 1, página 5-1; em hipótese alguma será permitida a conexão de mais de um condutor em cada orifício do borne do disjuntor.
- 7 - Os bornes inferiores do disjuntor devem ser adequados para conexão a barramento.
- 8 - Caso seja utilizado disjuntor com regulagem de atuação térmica e/ou magnética o acesso a esses ajustes não é permitido após a selagem do espelho da caixa.
- 9 - Para a montagem mostrada no detalhe 2, página 6-4, a saída é subterrânea após a medição.
- 10 - O detalhe 3, página 6-5, está em escala de 1 : 10 e considera disjuntor de 1000 A e TC 1000 : 5 A; serão admitidas alterações desde que não alterem a funcionalidade da montagem proposta.
- 11 - Os eletrodutos de entrada (quando não for usado cabeçote) bem como a região onde os mesmos entram na parte superior da mureta devem ser vedados com massa para calafetar (fabricação 3M ou similar).
- 12 - O poste deverá ser de concreto, seção circular, com resistência mecânica de, no mínimo, 600daN.
- 13 - Para locais com trânsito exclusivo de pedestre o poste pode ser de 10 m (mínimo) e a distância dos condutores de baixa tensão ao solo deve ser 3,50 m.
- 14 - Para locais com trânsito de veículos o poste deverá ser de 11 m (mínimo) e a distância dos condutores de baixa tensão ao solo deve ser 5,00.
- 15 - Essa subestação considera transformadores com peso máximo de 150 daN ou 1500 kgf.
- 16 - Aterramento deverá ser conforme item 6, página 4-7.
- 17 - O vão entre a última estrutura da rede e a subestação deverá ter comprimento máximo de 30(trinta) metros correspondente ao ramal de ligação.
- 18 - A potência do transformador deverá ser, no máximo, duas vezes o valor da demanda contratada e o transformador de menor potência deverá ser o de 75kVA.
- 19 - Essa caixa de passagem deverá ser provida de tampa e deverá ter as mesmas dimensões da caixa CM-9 ou CM-18, exceto em relação à altura; a altura e a forma construtiva dessa caixa ficam a critério do consumidor.
- 20 - Nos casos que o cabo definido na Tabela 1, página 5-1 ou ainda algum cabo de bitola superior definido pelo projetista, não sejam compatíveis com o borne do disjuntor especificado, deverá ser utilizado o terminal de redução para adequação de bitola, sendo proibido o corte total ou parcial de quaisquer coroas do cabo para ligação ao borne.
- 21 - O barramento de neutro deverá ser instalado na lateral interna da caixa CM-9 ou CM-18 que receber o acoplamento da CM-4, ou seja, no mesmo lado da CM-4.
- 22 - O transformador a ser utilizado na subestação compartilhada deverá ter potência mínima de 150kVA.
- 23 - A Subestação nº1 compartilhada poderá, ainda, ser construída da seguinte forma em alternativa à montagem da página 6-7:
 - a - sem a caixa CM-10; neste caso fica limitada em 3 (três) a quantidade de eletroduto a ser utilizada para a descida dos condutores entre o transformador e as caixas CM-9 ou CM-18 conforme os eletrodutos especificados na Tabela 1, página 5-1.

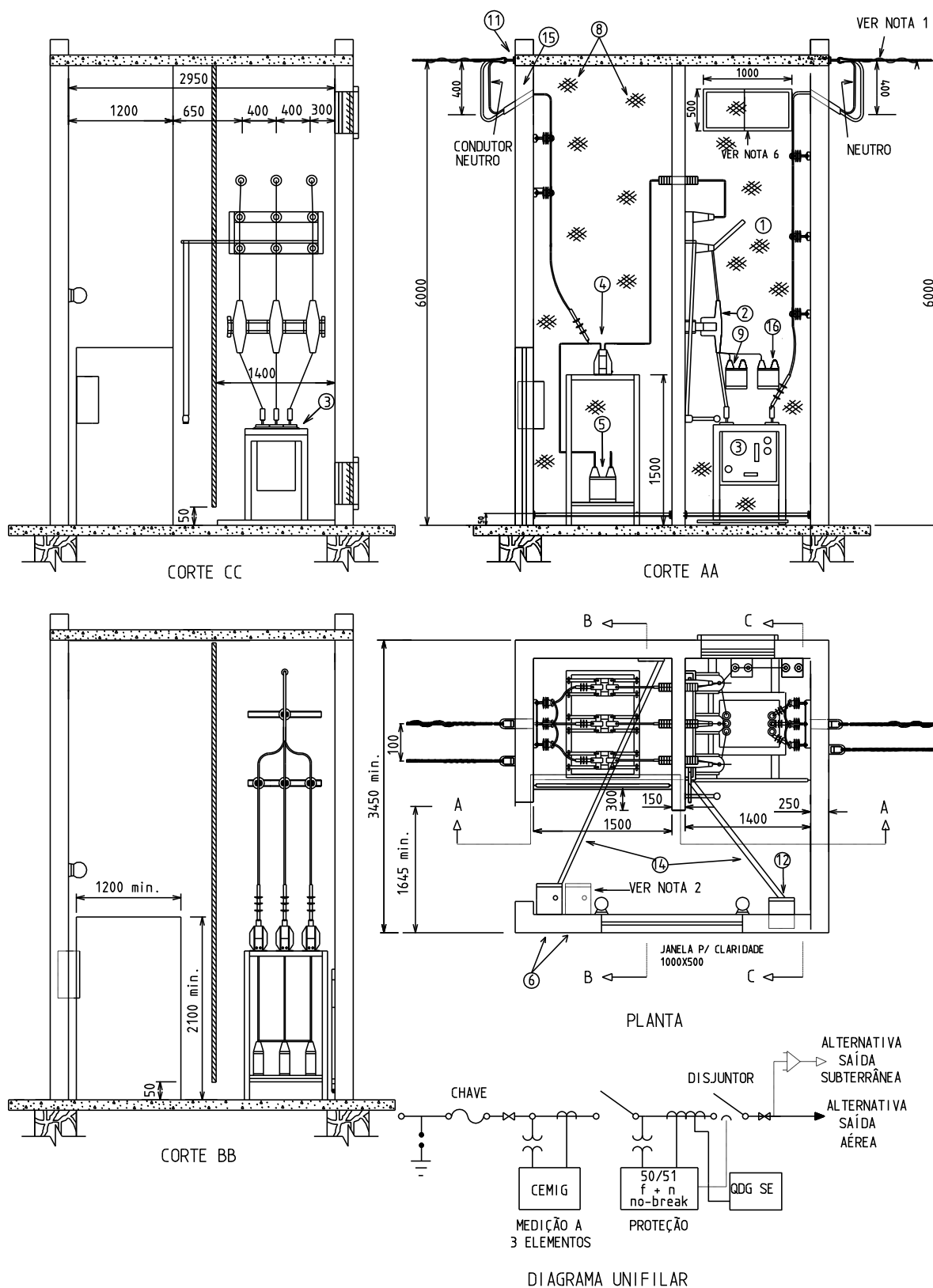
LEGENDA**(SUBESTAÇÃO nº 1 – ATENDIMENTO COM GERAÇÃO PRÓPRIA)**

1	caixa para relé de proteção direcional (função 32)
2	caixa para disjuntor, transformadores de corrente e barramentos (CM-9); quando a montagem for com condutor de 240mm ² , utilizar a caixa CM-18
3	caixa para medidor polifásico sem disjuntor (CM-4)
4	caixa de passagem provida de tampa e dispositivo para selo Cemig. Deverá ter as mesmas dimensões da caixa CM-9 ou CM-18, exceto em relação à altura. A altura e a forma construtiva dessa caixa ficam a critério do consumidor
5	caixa de passagem provida de tampa e com as mesmas dimensões da caixa CM-9 ou CM-18, exceto em relação à altura. A altura e a forma construtiva dessa caixa devem ser a mesma da caixa de passagem do item 4 dessa legenda
6	plataforma basculante 500x500mm

NOTAS**(SUBESTAÇÃO nº 1 – ATENDIMENTO COM GERAÇÃO PRÓPRIA)**

- 1 - Os barramentos da caixa de passagem do item 5 constante da legenda (energia medida) poderão ter comprimento diferente em função da instalação dos eletrodutos de saída para a unidade consumidora.
- 2 - Entre as caixas de passagem dos itens 4 e 5 constantes da legenda deverá ser instalada placa de baquelite com espessura mínima de 10mm.
- 3 - Para a montagem da caixa CM-9 ou CM-18 (ver detalhe da página 6-9) a Cemig deverá permitir o acesso aos TC que serão utilizados para que a montagem dos barramentos possa ser executada com as medidas corretas.

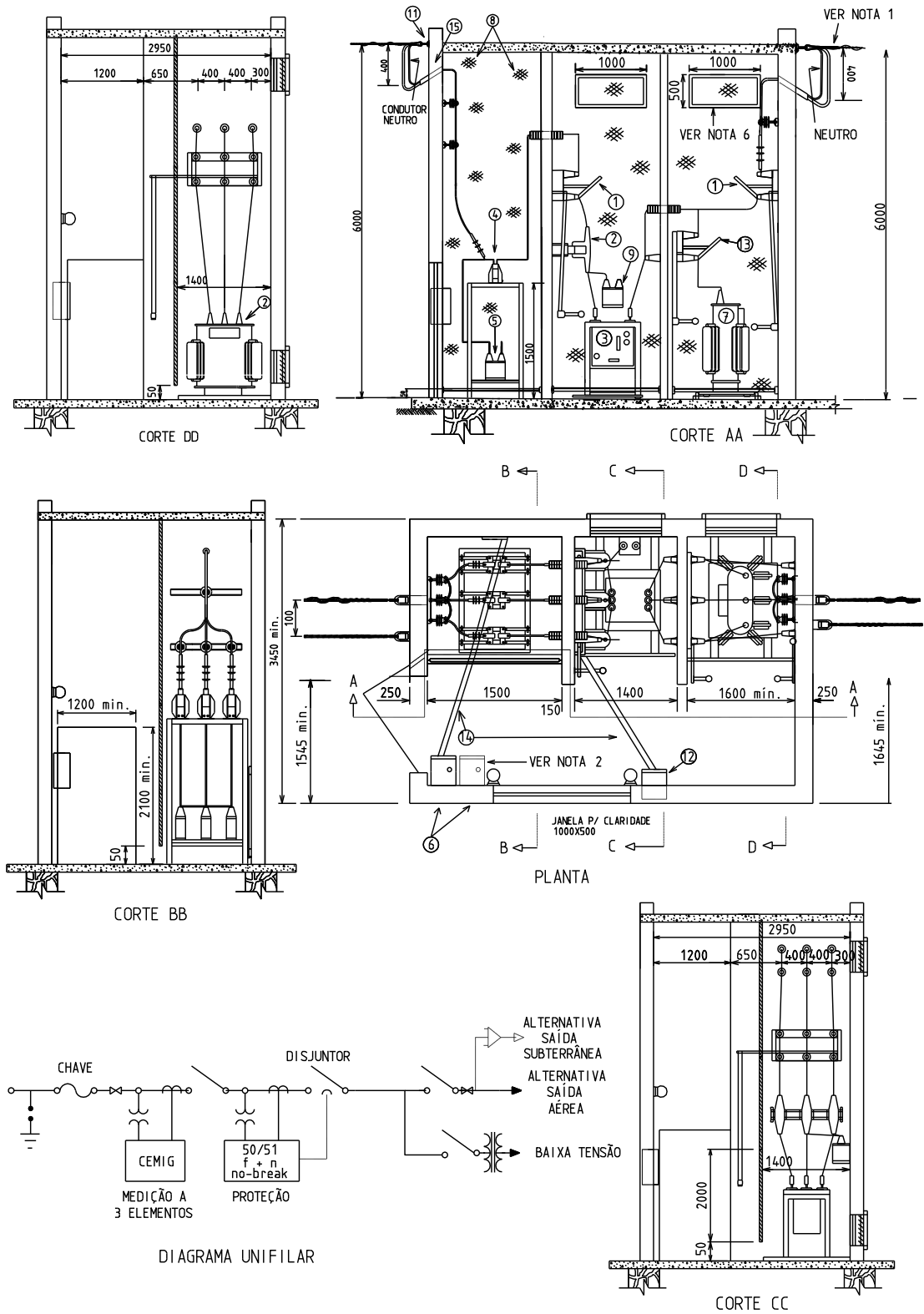
SUBESTAÇÃO Nº 2 (DESENHO 1)



NOTA:

1 - Dimensões em milímetros.

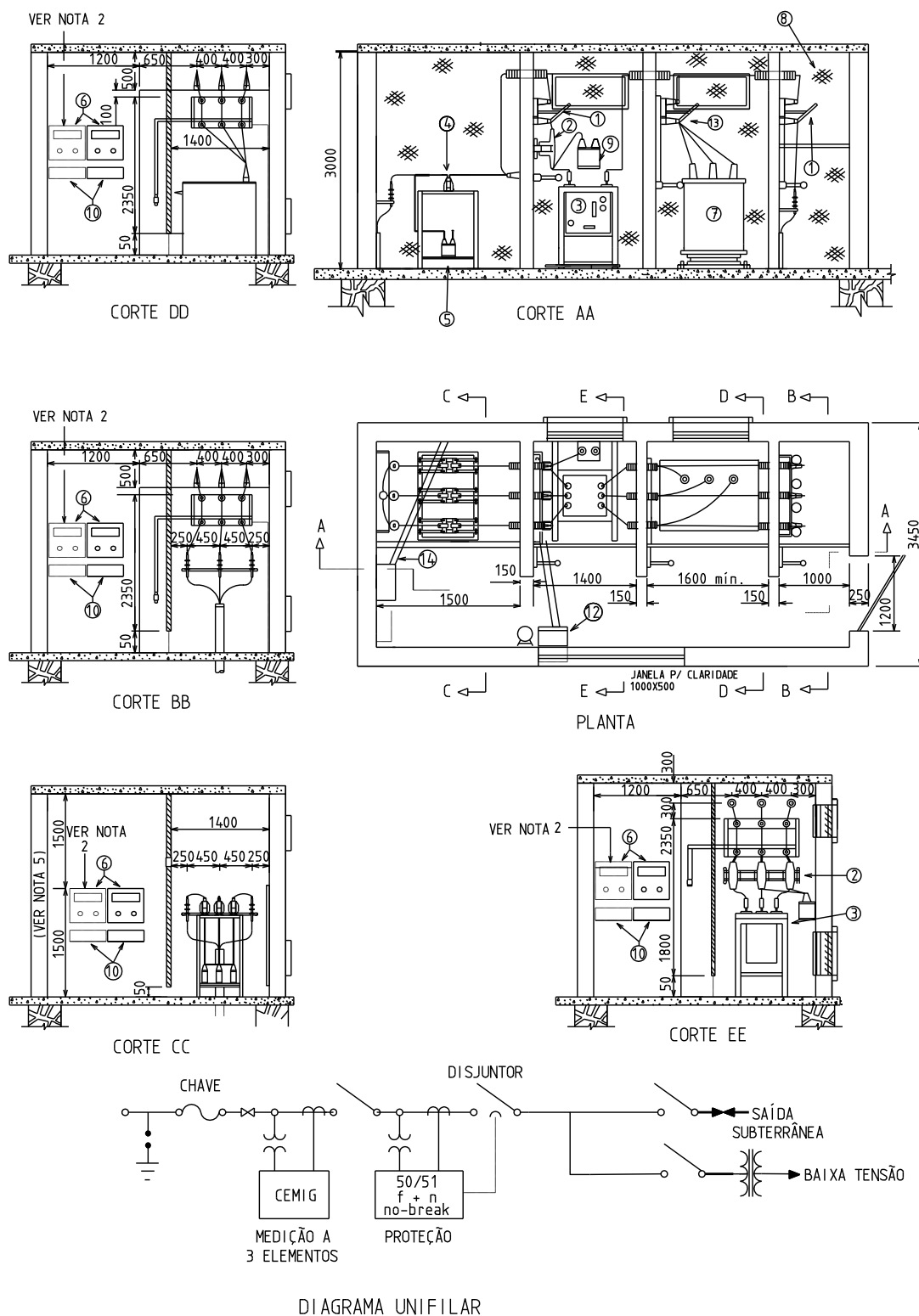
SUBESTAÇÃO Nº 2 (DESENHO 2)



NOTA:

1 - Dimensões em milímetros.

SUBESTAÇÃO Nº 2 (DESENHO 3)

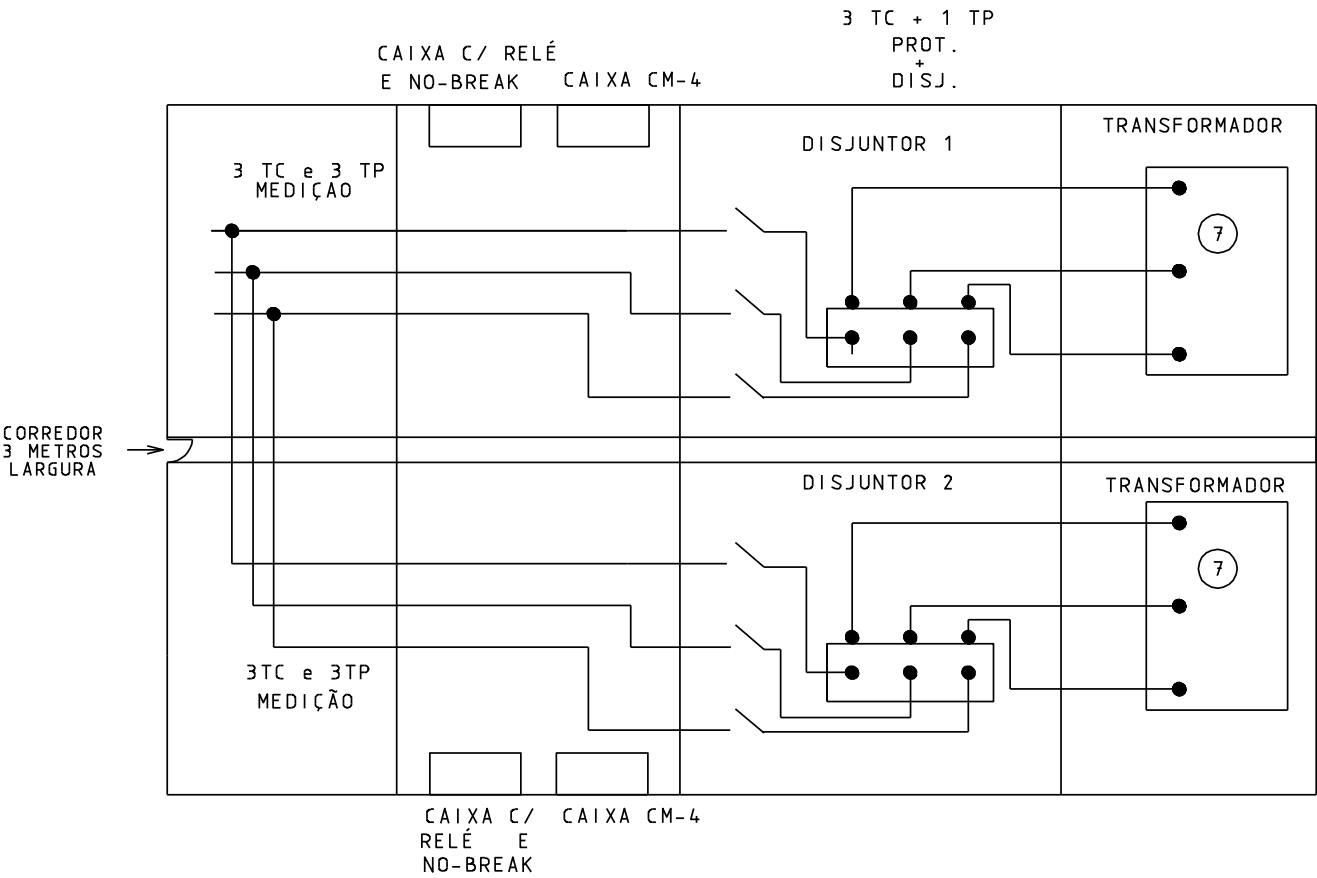


NOTA:

1 - Dimensões em milímetros.

SUBESTAÇÃO Nº 2 COMPARTILHADA – LAY OUT BÁSICO
(DESENHO 4)

COMPARTILHAMENTO DO ESPAÇO FÍSICO



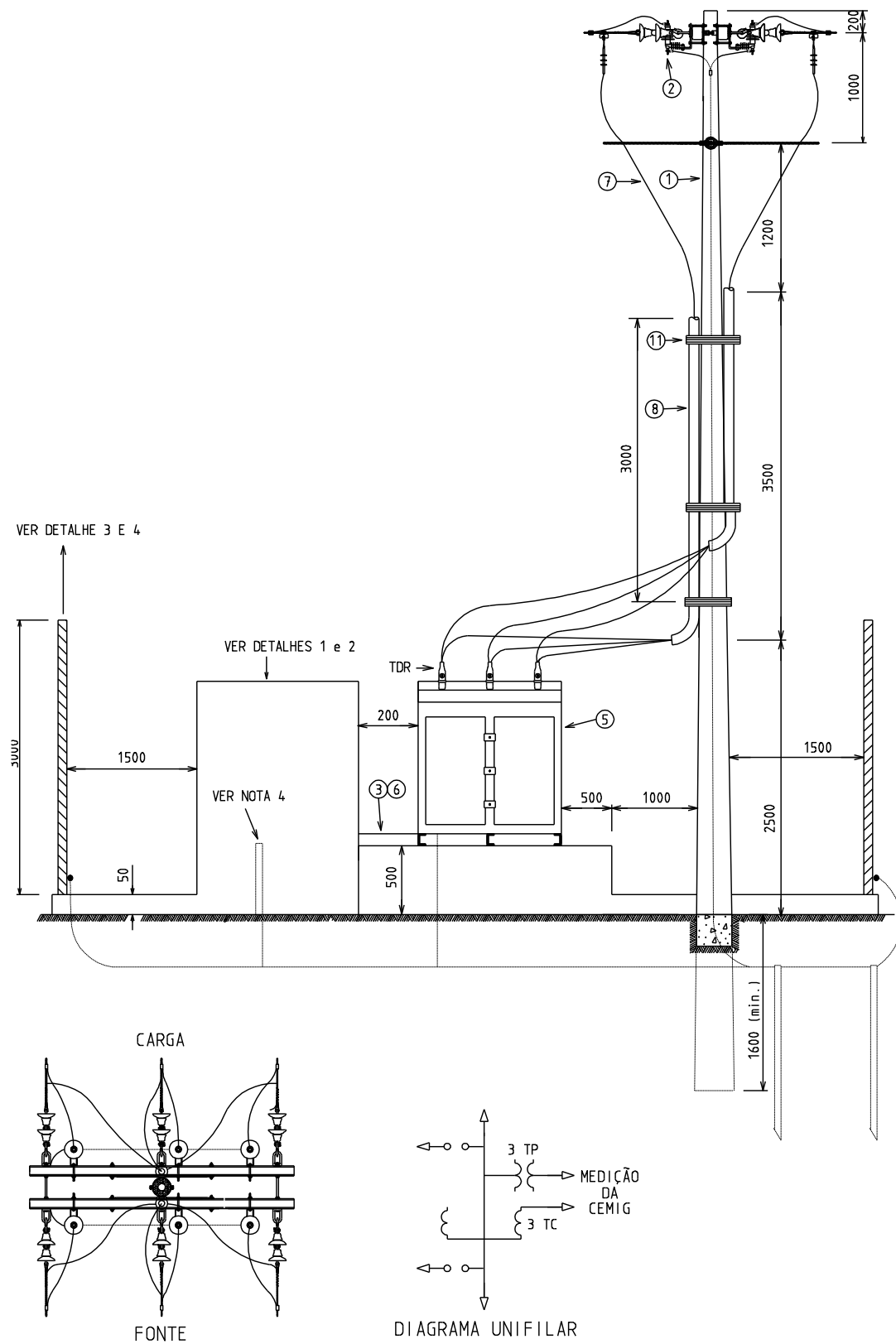
LEGENDA**(SUBESTAÇÃO nº 2 – INDIVIDUAL OU COMPARTILHADA)**

1	Chave faca, com abertura tripolar, 15 ou 25 ou 35 kV, 200A
2	TC de 15 ou 25 ou 35 kV para proteção (ver Nota 3)
3	Disjuntor
4	TC de 15 ou 25 ou 35 kV para medição (propriedade CEMIG)
5	TP de 15 ou 25 ou 35 kV para medição (propriedade CEMIG)
6	Caixa CM-4
7	Transformador
8	Grade de proteção (ver Desenho 6 da página 11-6)
9	TP de 15, 25 ou 35 kV para proteção
10	Plataforma basculante de madeira ou metal, de 500x500mm para suportar peso até 20daN
11	Olhal de $\phi 13\text{mm}$ para ancoragem do ramal de ligação com cabo isolado fixado na laje da subestação com parafuso de máquina de $\phi 16 \times 250\text{mm}$
12	Caixa para relé de sobrecorrente e/ou relé de proteção direcional
13	Chave fusível de abertura tripolar sob carga, 15 ou 25 ou 35 kV. (ver Tabelas 15, 16 e 17)
14	eletroduto de aço, diâmetro mínimo de 50mm(2")
15	Eletroduto de PVC rígido, antichama, $\phi 75\text{mm}$
16	TP para iluminação e tomadas da subestação

NOTAS**(SUBESTAÇÃO nº 2 – INDIVIDUAL OU COMPARTILHADA)**

- 1 - Deverá ser instalada uma estrutura com chave seccionadora a 5(cinco) metros da saída da subestação e entre essa estrutura e a saída da subestação deverão ser instalados condutores isolados em média tensão (para saída em média tensão) ou isolados em baixa tensão (para saída em baixa tensão) conforme os desenhos das páginas 7-1 e 7-2. A altura mínima entre essa estrutura e a saída da subestação, medida entre o ponto de maior flecha dos condutores de saída e o solo, deverá ser de 5,50 metros. Após essa estrutura recomendamos, opcionalmente, que os condutores continuem sendo isolados em média ou baixa tensão, conforme for o caso, ou que os condutores sejam protegidos conforme padrão Cemig.
- 2 - Deverá ser instalada uma segunda caixa CM-4 para unidades consumidoras instaladas com demanda maior ou igual a 3.000 kW. Esta segunda caixa será utilizada para a instalação de equipamentos que visam a automação da medição e deverá ser interligada à caixa utilizada para instalação do medidor quando, numa eventual mudança, o consumidor tornar-se consumidor livre.
- 3 - Os TC de proteção deverão ter relação definida no projeto em função da demanda contratada e nível de curto circuito local. Deverá ser informada a classe de exatidão desses TC's.
- 4 - Os detalhes de saída subterrânea, disjuntor com buchas em posição frontal e de ferragens para fixação da medição constam do Capítulo 11.
- 5 - O pé direito mínimo é 3m; nos locais com passagens de viga será admitido um mínimo de 2,50m na face inferior da mesma.
- 6 - A janela deve possuir aberturas para ventilação e deve ser provida de tela metálica externa com malha mínima de 5mm e máxima de 13mm.

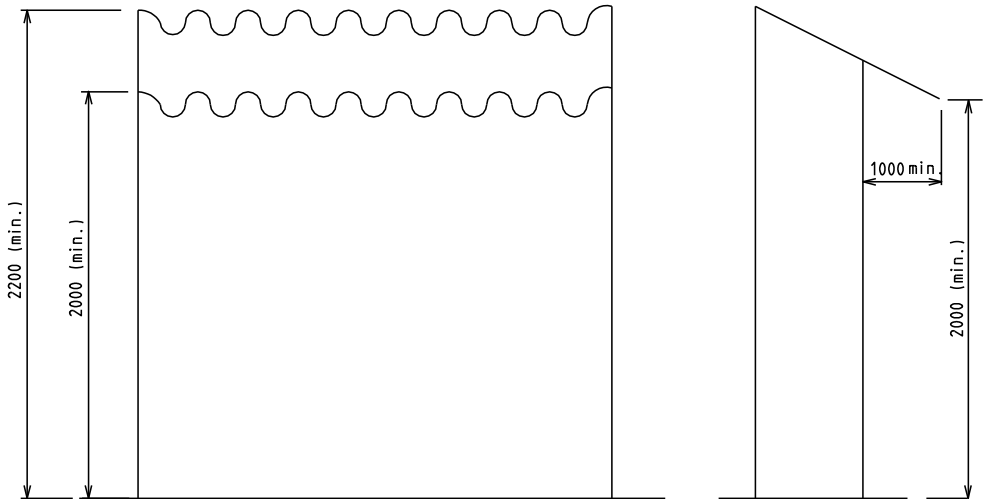
**SUBESTAÇÃO Nº 3
(DESENHO 1)**



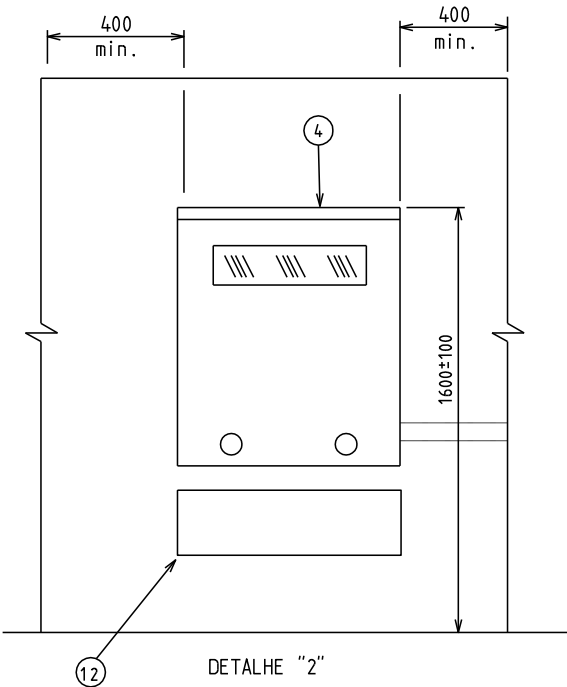
NOTA:

1 - Dimensões em milímetros.

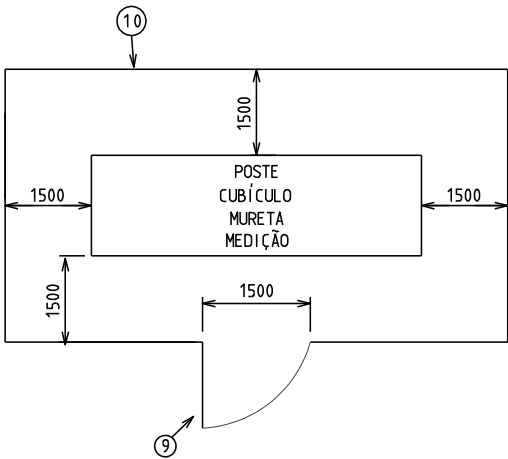
SUBESTAÇÃO Nº 3
(DESENHO 2)



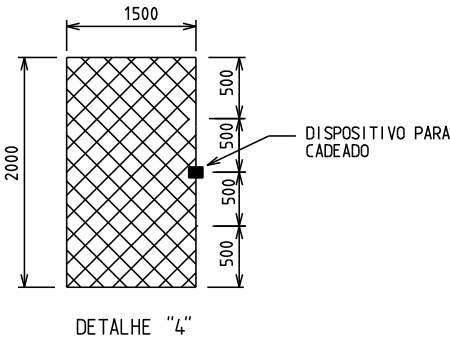
DETALHE "1"



DETALHE "2"



DETALHE "3"



DETALHE "4"

NOTA:
1 - Dimensões em milímetros.

LEGENDA**SUBESTAÇÃO nº 3**

1	poste de 10 m, 300 daN mínimo (C, DT ou RT)
2	pára-raios para sistema aterrado - neutro aterrado
3	condutor de cobre com isolamento para 600V - Ø 2,5mm ² (7 condutores)
4	caixa CM-4
5	cabecote para medição a três elementos - isolamento 15 ou 25 ou 35 kV - conforme 02.118-CEMIG-0103 – com bucha primária em epóxi.
6	eletroduto de aço zincado DN = 32mm
7	cabo de cobre isolado para 15 ou 25 ou 35kV
8	eletroduto aço zincado DN = 100mm conforme a página 12-10
9	porta de tela zincada 2000x1500mm com malha de 3x3cm (Ver Nota 7)
10	painel de tela zincada com malha de 3x3cm
11	arame de aço galvanizado nº 14 ou fita de aço galvanizada
12	plataforma basculante 500x500mm

NOTA:

1 - C, DT e RT se referem a postes de concreto circular , duplo T e seção retangular, respectivamente.

NOTAS**SUBESTAÇÃO nº 3**

- 1 - O barramento interno do cubículo deverá ser de cobre nu (ver Tabelas 3 e 4, páginas 5-2 e 5-3).
- 2 - Se a estrutura for instalada em ângulo de linha deverá ser estudada a necessidade de redimensionar os postes e/ou instalação de estais.
- 3 - A aplicação de cubículo de medição é definida no item 7.3, página 4-9.
- 4 - O aterramento deverá ser conforme item 6, página 4-7.
- 5 - Na primeira estrutura após o cubículo deverão ser instaladas chaves fusíveis ou seccionadoras a fim de facilitar trabalhos a serem efetuados na rede particular. Essas chaves deverão ser operadas por pessoas com o devido treinamento e EPI/EPC sendo a responsabilidade das operações por conta do consumidor.
- 6 - Esta porta deverá ter dispositivo para cadeado conforme Detalhe 4, página 8-2.

SUBESTAÇÃO Nº 4 (DESENHO 1)

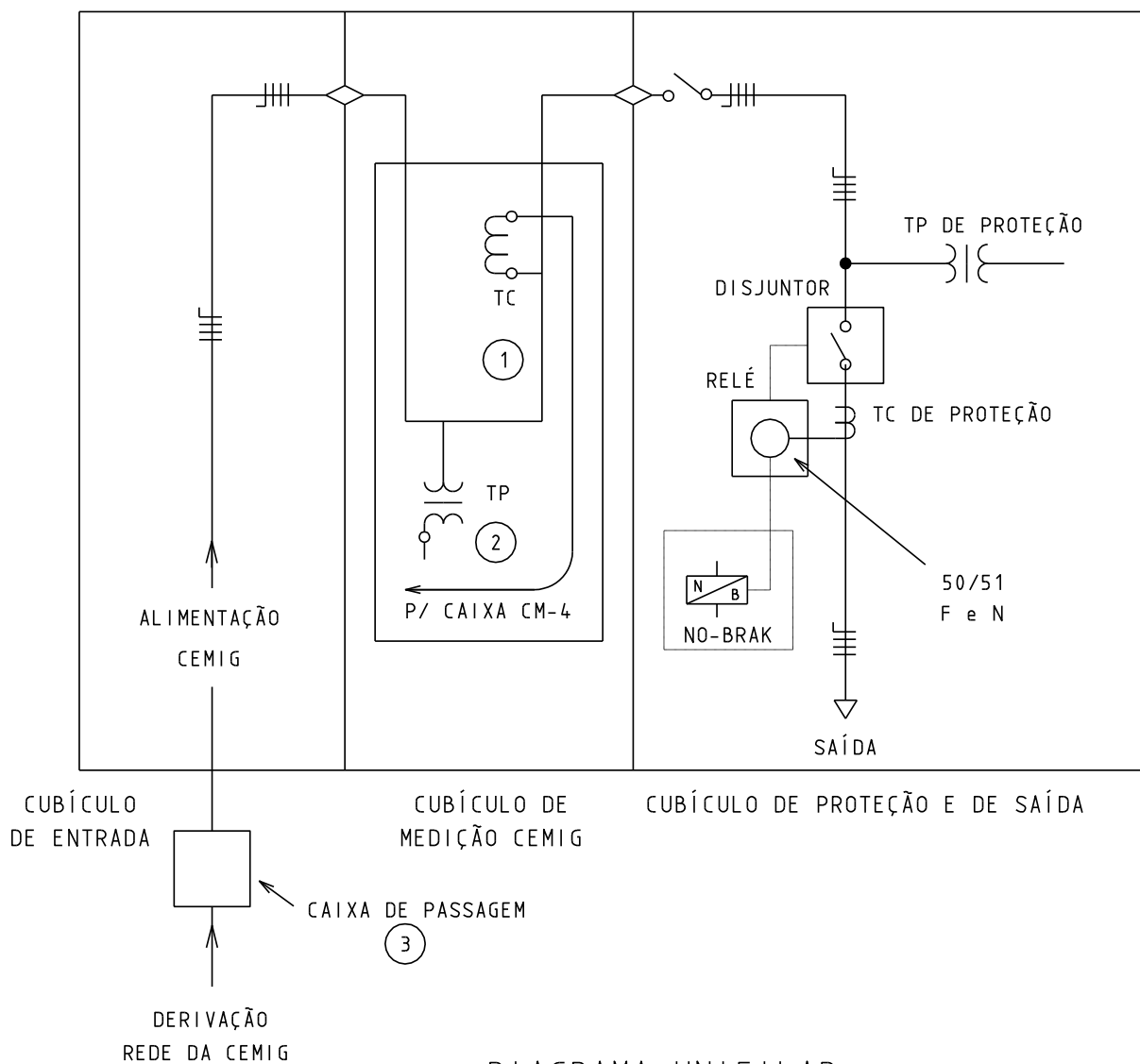


DIAGRAMA UNIFILAR

NOTAS:

- 1 - Os cubículos de entrada, de medição Cemig e de proteção e saída deverão ser providos de, no mínimo, dois dispositivos para lacre Cemig em cada cubículo.
- 2 - Esse cubículo deverá ter os ensaios de tipo e ser construído conforme a NBR 62271-200.

SUBESTAÇÃO Nº 4 (DESENHO 2)

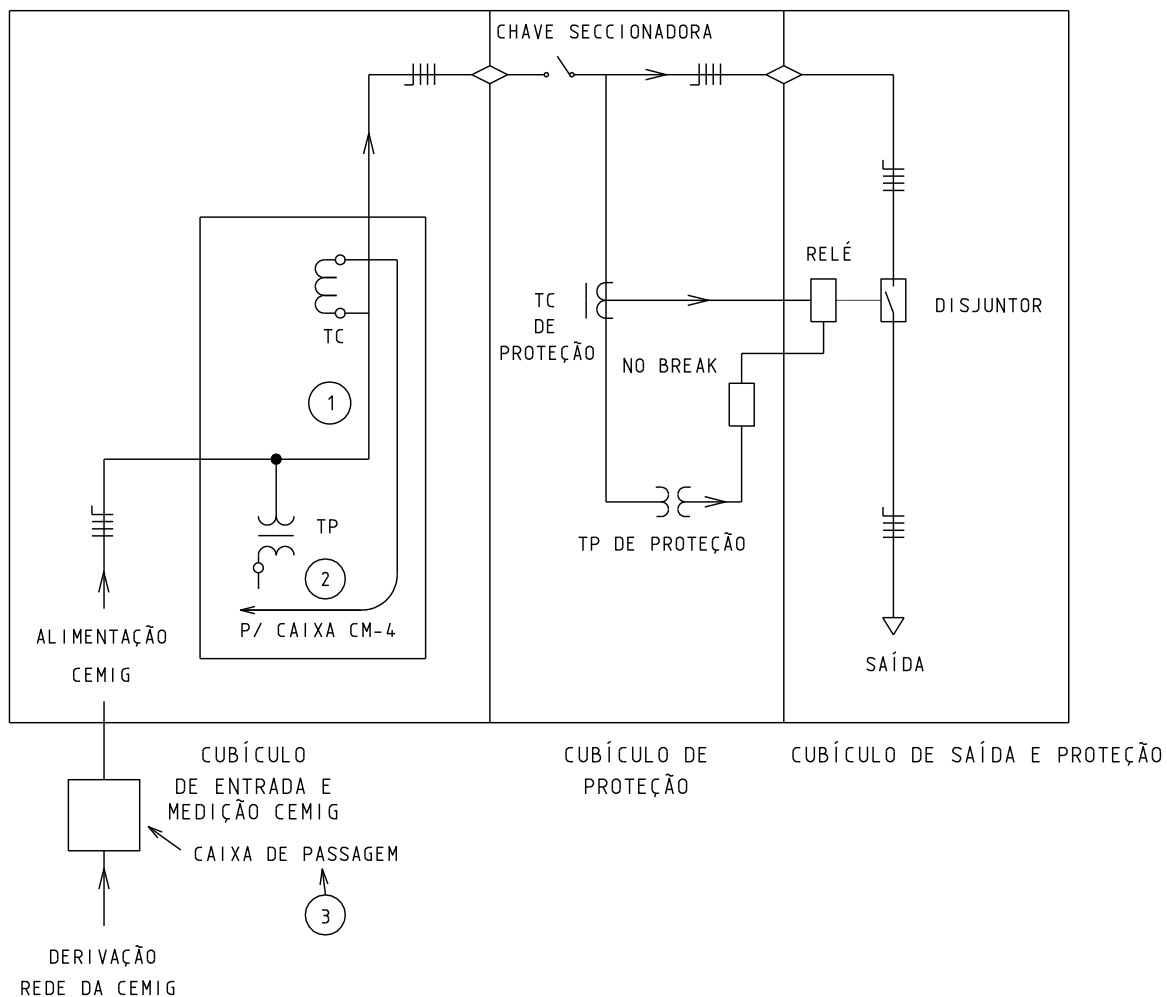


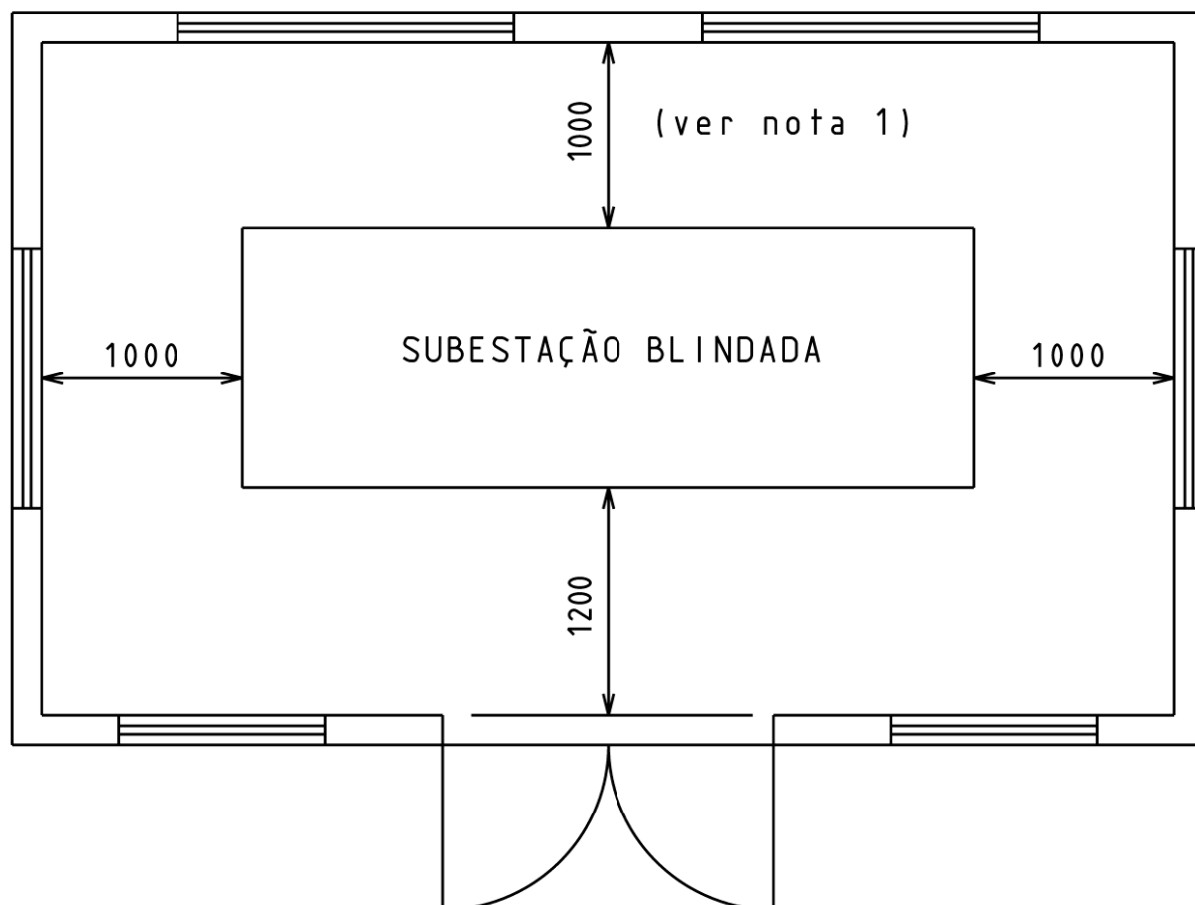
DIAGRAMA UNIFILAR

NOTAS:

- 1 - Os cubículos de entrada e medição Cemig, de proteção e de saída e proteção e de saída deverão ser providos de, no mínimo, dois dispositivos para lacre Cemig em cada cubículo.
- 2 - Esse cubículo deverá ter os ensaios de tipo e ser construído conforme a NBR NBR 62271-200.

**SUBESTAÇÃO Nº 4
(DESENHO 3)**

PLANTA DE LOCALIZAÇÃO



NOTAS:

- 1 - A distância entre a parte posterior da subestação blindada e a parede poderá ser diferente do especificado (1.000mm), desde que a nova distância seja especificada pelo fabricante e inserida no projeto elétrico da subestação de entrada de energia elétrica da unidade consumidora.
- 2 - Deverá ser prevista a construção de uma canaleta no piso entre a parede e a subestação blindada com tampa com dispositivos para a instalação de selo da Cemig ou a instalação do eletroduto até a subestação blindada para a montagem do ramal de entrada ou de ligação subterrâneo.
- 3 - As dimensões do cômodo da subestação são mínimas.
- 4 - Dimensões em milímetros.

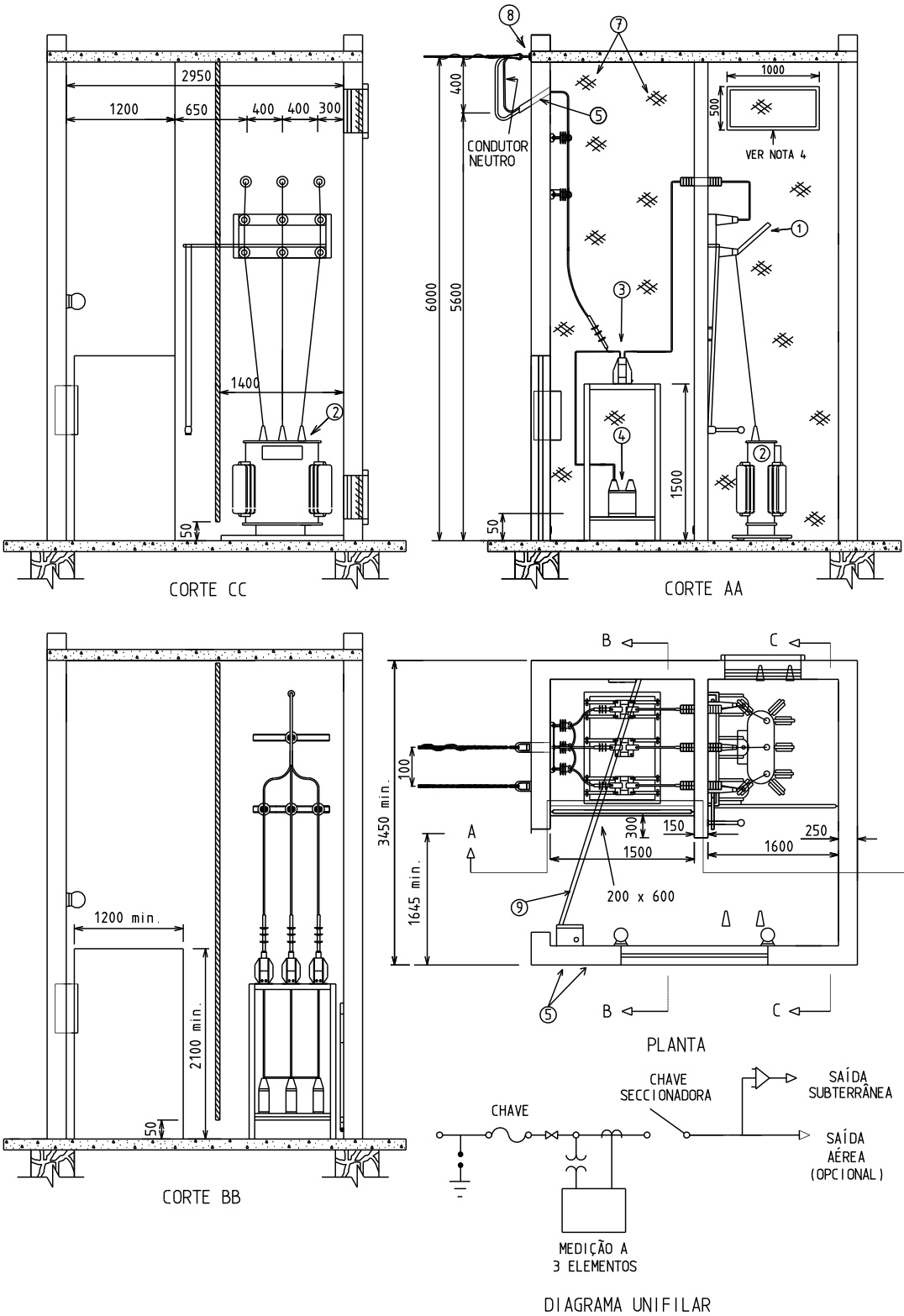
LEGENDA**SUBESTAÇÃO nº 4**

01	TC de 15 ou 25 ou 35 kV para medição (propriedade Cemig)
02	TP de 15 ou 25 ou 35 kV para medição (propriedade Cemig)
03	Caixa de passagem conforme os desenhos das páginas 12-13 e 12-15

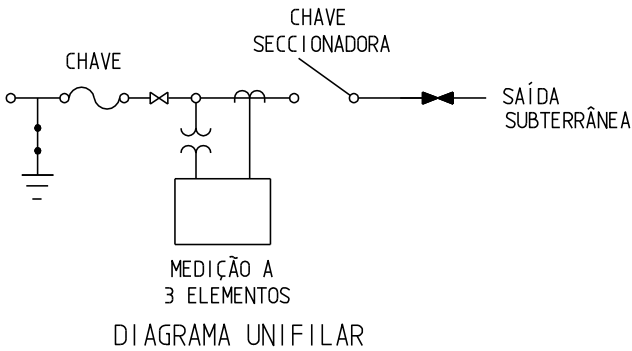
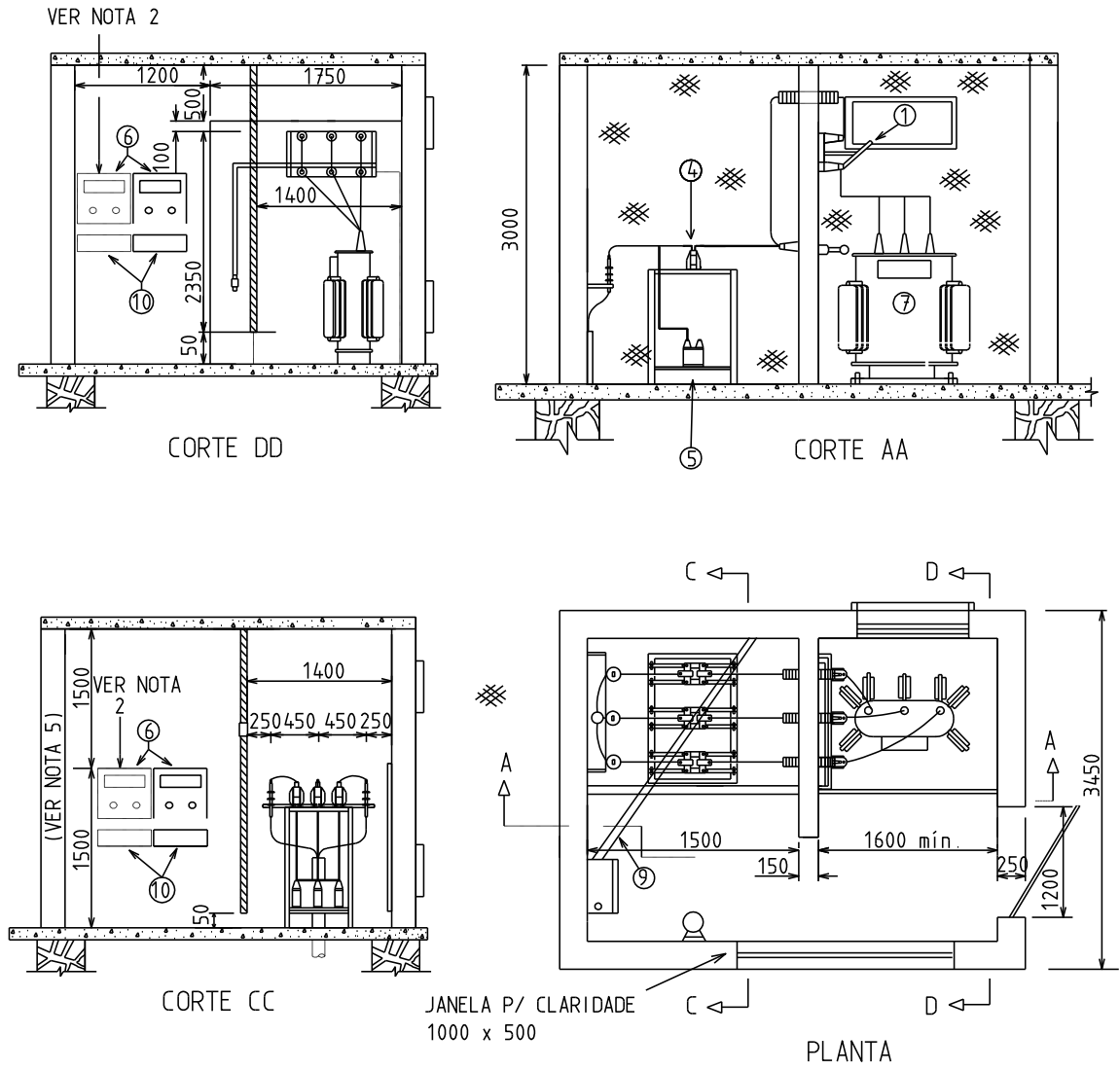
NOTAS**SUBESTAÇÃO nº 4**

- 1 - O cubículo blindado deverá situar-se dentro de cômodo apropriado, com as dimensões mínimas de acordo com o desenho 3, página 9-3.
- 2 - Todos os compartimentos com energia não medida e o compartimento de medição deverão ser providos de, pelo menos, 2 (dois) pontos para instalação de selo Cemig.
- 3 - Todas as partes metálicas do posto deverão ser solidamente conectadas a malha de aterramento.
- 4 - A malha de aterramento do posto deve ser conforme item 6, página 4-7.
- 5 - Os pára-raios serão necessários sempre que houver rede aérea (ou ramal de ligação aéreo) antes ou após o posto.
- 6 - O pé direito mínimo é 3m; nos locais com passagens de viga será admitido um mínimo de 2,50m na face inferior da mesma.
- 7- Os projetos elétricos devem ser apresentados com as ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) de projeto e de execução. Nos projetos devem constar as plantas e cortes do cubículo elaborados pelo responsável técnico, não sendo permitida a apresentação dos desenhos, memória de cálculo do ajuste do relé microprocessado, diagrama unifilar geral e de ligação do relé microprocessado elaborados pelos fabricantes. O projeto elétrico deverá ser elaborado conforme o item 6.5, página 2-4.
- 8 - A distância entre a parte posterior da subestação blindada e a parede poderá ser diferente do especificado no Desenho 3, página 9-3, desde que a nova distância seja especificada pelo fabricante e inserida no projeto elétrico da subestação de entrada de energia elétrica da unidade consumidora.

SUBESTAÇÃO Nº 5
ENTRADA AÉREA
(DESENHO 1)



SUBESTAÇÃO Nº 5
ENTRADA SUBTERRÂNEA
(DESENHO 2)



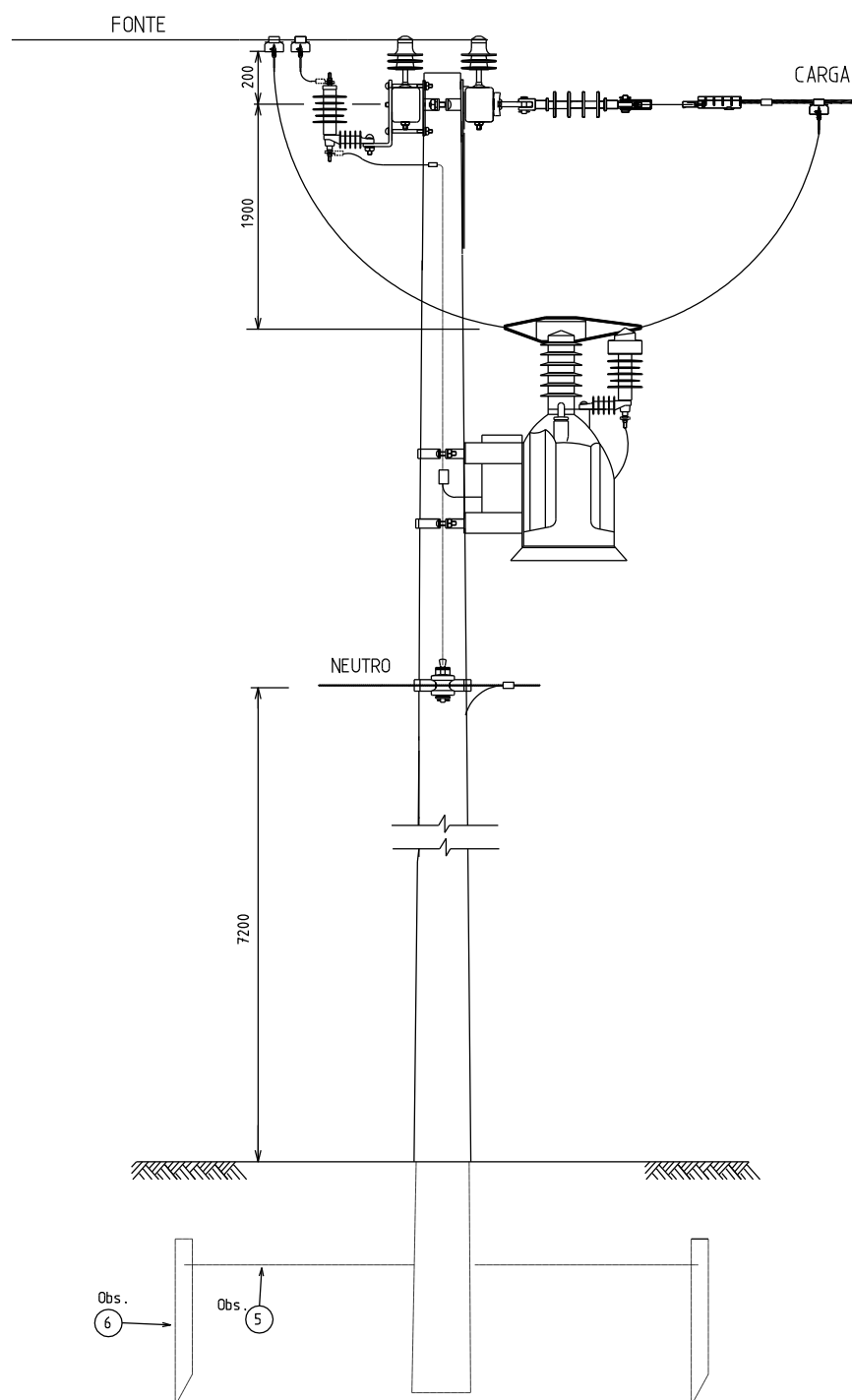
LEGENDA**(SUBESTAÇÃO nº 5)**

1	Chave fusível de abertura tripolar sob carga, 15 ou 25 ou 35 kV (ver Tabelas 19,20 e 21)
2	Transformador
3	TC de 15 ou 25 ou 35 kV para medição (propriedade CEMIG)
4	TP de 15 ou 25 ou 35 kV para medição (propriedade CEMIG)
5	Eletroduto de PVC rígido, antichama, Ø 75mm
6	Caixa CM-4
7	Grade de proteção (ver Desenho 6 da página 11-6)
8	Olhal de $\phi 13$ mm para ancoragem do ramal de ligação com cabo isolado fixado na parede da subestação com parafuso de máquina de $\phi 16 \times 250$ mm
9	eletroduto de aço, diâmetro mínimo de 50mm(2")
10	Plataforma basculante de madeira ou metal, de 500x500mm para suportar peso até 20daN

NOTAS**(SUBESTAÇÃO nº 5)**

- 1 - Os detalhes de saída subterrânea, disjuntor com buchas em posição frontal e de ferragens para fixação da medição constam do Capítulo 11.
- 2 - O pé direito mínimo é 3m; nos locais com passagens de viga será admitido um mínimo de 2,50m na face inferior da mesma.
- 3 - A janela deve possuir aberturas para ventilação e deve ser provida de tela metálica externa com malha mínima de 5mm e máxima de 13mm.
- 4 - Somente poderá ser instalado um transformador com potência mínima de 75kVA e potência máxima de 300kVA. Esse transformador deverá ser instalado dentro da subestação.
- 5 - Não poderá ter saída de energia em média tensão de dentro da subestação.
- 6 - Deverá ter proteção geral na baixa tensão através de disjuntor.
- 7 - A potência do transformador deverá ser, no máximo, duas vezes o valor da demanda contratada.

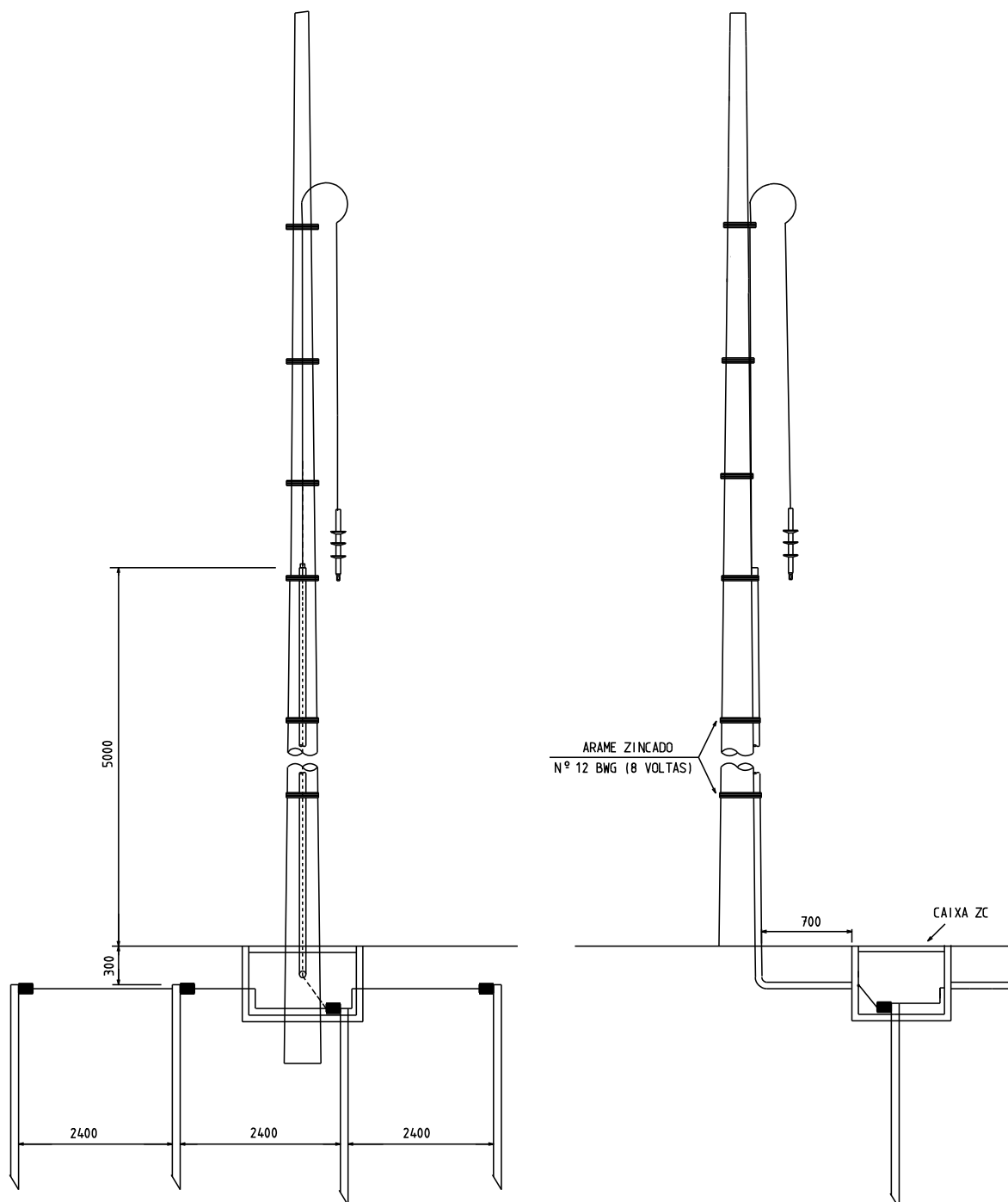
**CUBÍCULO DE MEDIÇÃO EM EPÓXI (3 TC'S – 3 TP'S)
(DESENHO 1)**



NOTAS:

- 1 - A utilização desse cubículo de medição fica condicionada à aprovação da Cemig e é uma alternativa à instalação da Subestação nº 3.
- 2 - A montagem dessa página refere-se à medição de alimentador.
- 3 - Para cada aplicação existe um tipo de cubículo de medição.
- 4 - A montagem desse cubículo deverá ser conforme o manual de instalação a ser fornecido pelo fabricante;
- 5 - Cabo de cobre nu 50 mm² para aterramento.
- 6 - Haste de aço zincada tipo cantoneira de 2400-25x25x5mm (Conforme Tabela 1, página 5-1).

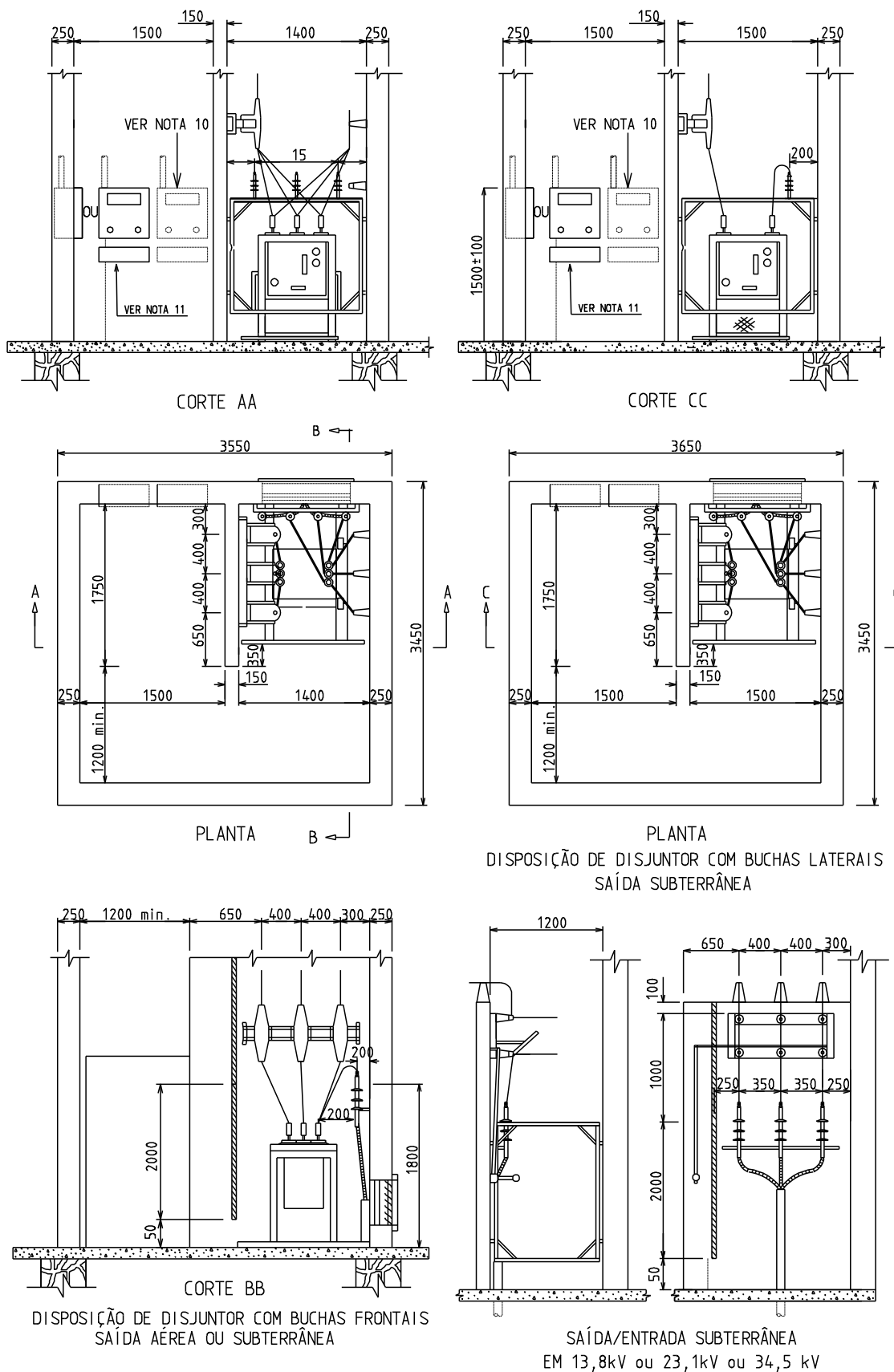
**RAMAL DE LIGAÇÃO/ENTRADA PRIMÁRIO SUBTERRÂNEO
(DESENHO 2)**



NOTAS:

- 1 - Ver notas 1, 2 e 3 da página 11-10.
- 2 - Dimensões em milímetros.

LIGAÇÕES DAS BUCHAS DO DISJUNTOR E SAÍDA/ENTRADA SUBTERRÂNEAS (DESENHO 3)

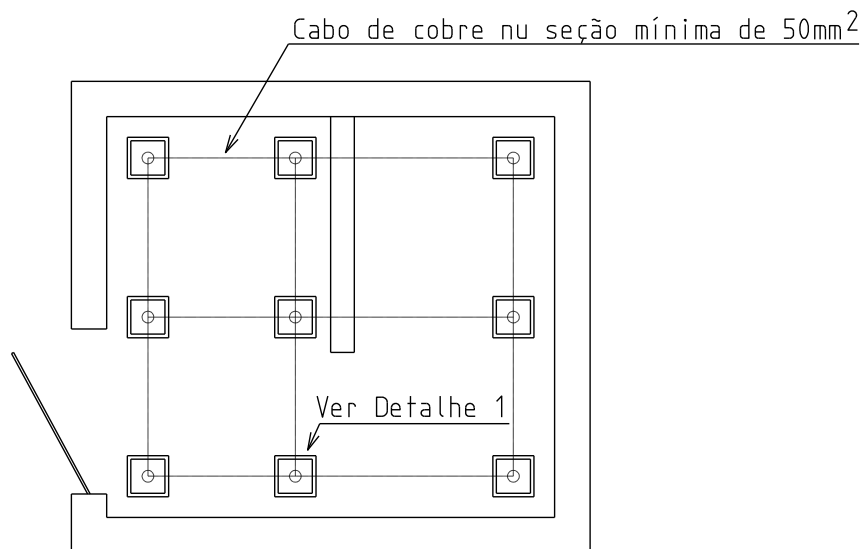


NOTA:

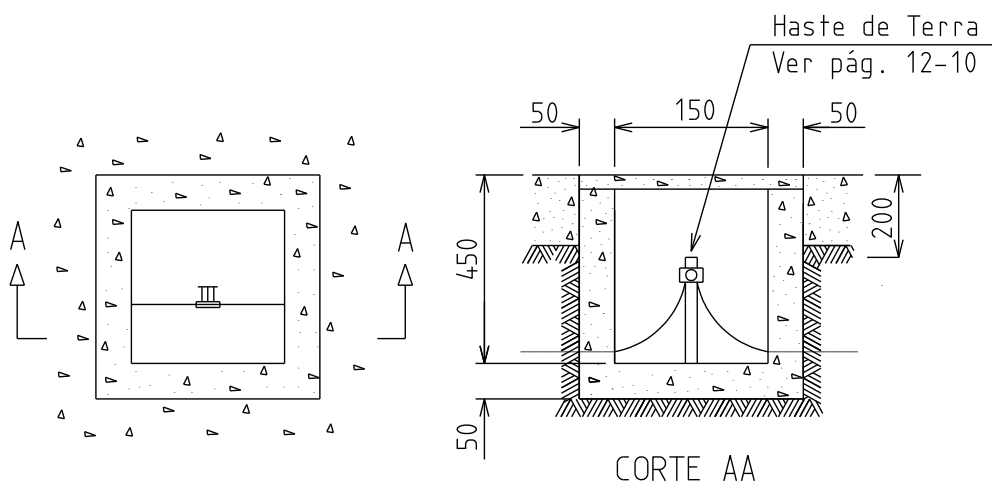
1 - Dimensões em milímetros.

ATERRAMENTO

(DESENHO 4)



ATERRAMENTO
DISPOSIÇÃO ILUSTRATIVA



D E T A L H E 1

NOTAS:

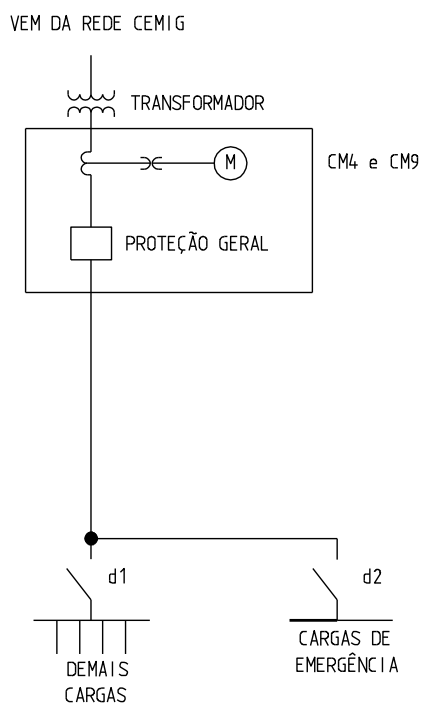
- 1 - Ver Nota 4, página 11-11.
- 2 - Dimensões em milímetros.
- 3 - A forma de distribuição e interligação da malha de aterramento pode ser alterada, desde que se mantenha o número de hastes e o mesmo cabo dimensionado e espaçamento para interligação entre elas.

OPÇÕES PARA SISTEMAS DE EMERGÊNCIA

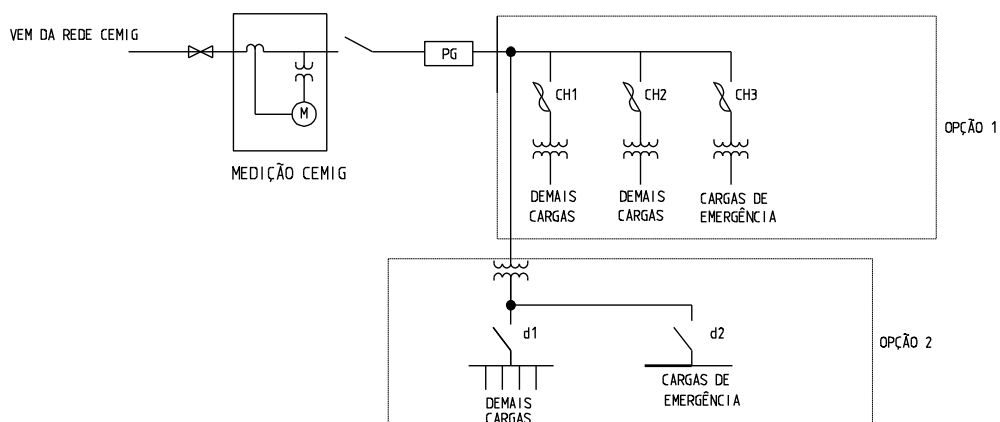
(DESENHO 5)

1 - Torre com caixa d'água (utilização de água por gravidade – sem uso da energia elétrica)

2 - Subestação nº 1



3 - Demais subestações

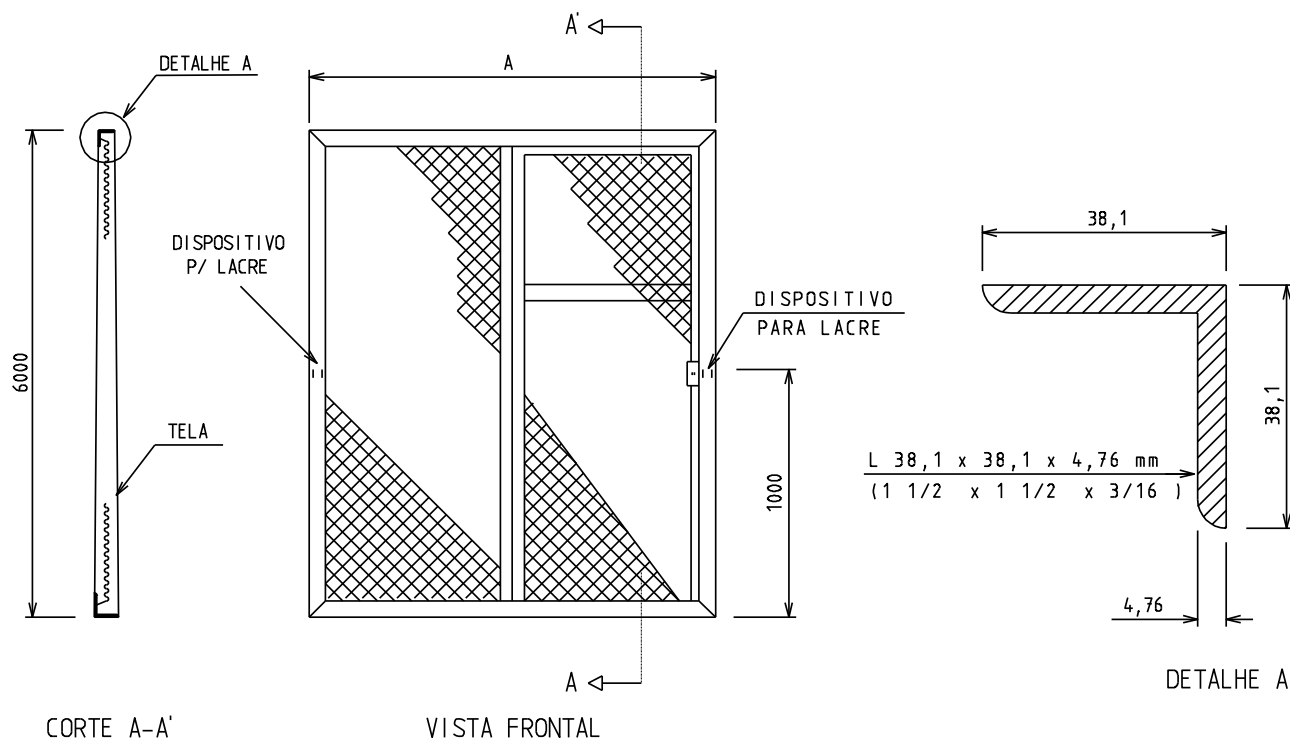


NOTA:

1 - Ver Capítulo 2, item 6.5.2.i, página 2-5.

GRADE DE PROTEÇÃO

(DESENHO 6)

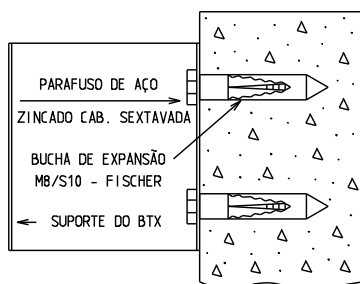
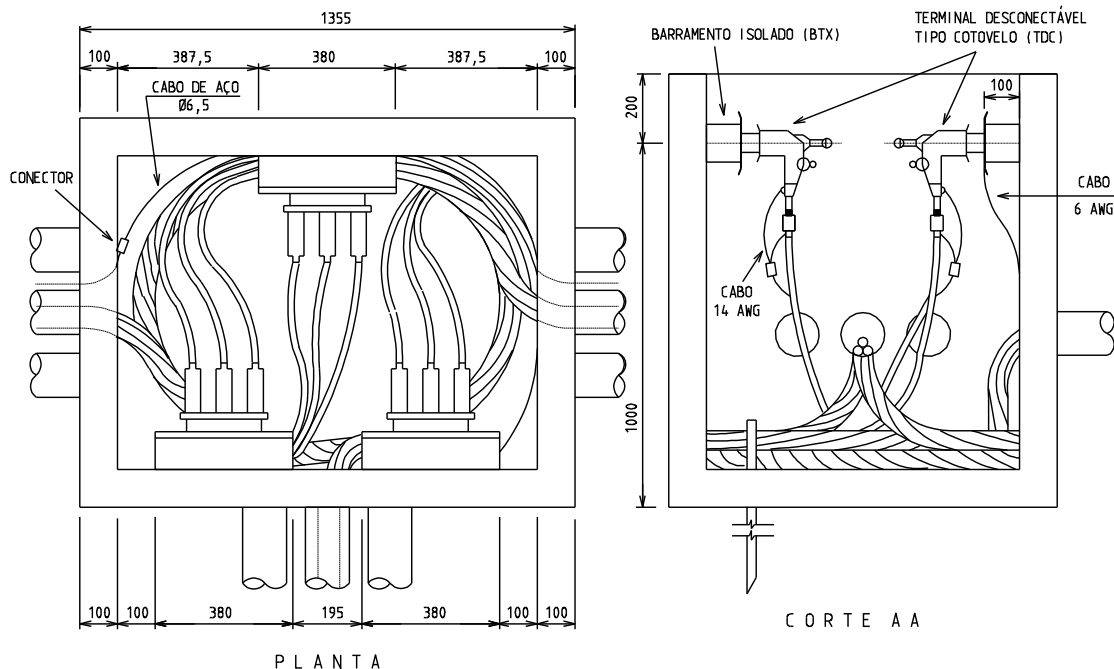


CUBÍCULOS	ALTURA (mm)	LARGURA "A" (mm)
Medição	6000	1500
Proteção	6000	1400
Transformação	6000	1600

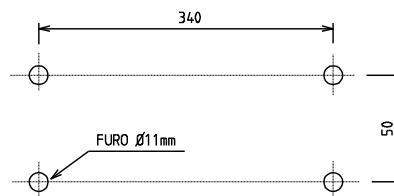
NOTAS:

- 1 - Armação de cantoneira de ferro galvanizado conforme detalhe A.
- 2 - Pannel de tela de arame zincado nº 12 BWG, com malha de 30x30mm.
- 3 - Os painéis de tela dos cubículos de medição e proteção deverão ter dispositivo para lacre e abertura para a área de circulação da subestação.
- 4 - Em todos os cubículos deverão ser previstos limitadores de curso (batente) para os quadros de tela, através de perfil "L", de 38,1x38,1x4,76x50mm.
- 5 - No pannel de tela do cubículo de medição deverá ser prevista uma porta de acesso, com dimensões 600x2000mm, com dispositivo para lacre.
- 6 - No pannel de tela do cubículo de proteção deverá ser prevista uma porta de acesso com dimensões de 1400x2000mm com dispositivo para lacre.
- 7 - As dobradiças das portas dos painéis de tela deverão ser do tipo que não permite a abertura das portas sem romper o lacre da Cemig.
- 8 - A grade de proteção deverá ter pintura de acabamento, preferencialmente tipo eletrostática.

MONTAGEM ELETROMECAÂNICA
CAIXA TIPO ZD
EMENDA COM DERIVAÇÃO DE MÉDIA TENSÃO
(DESENHO 7)



DETALHE DE FIXAÇÃO DO BTX



DETALHE DE FURAÇÃO DO BTX

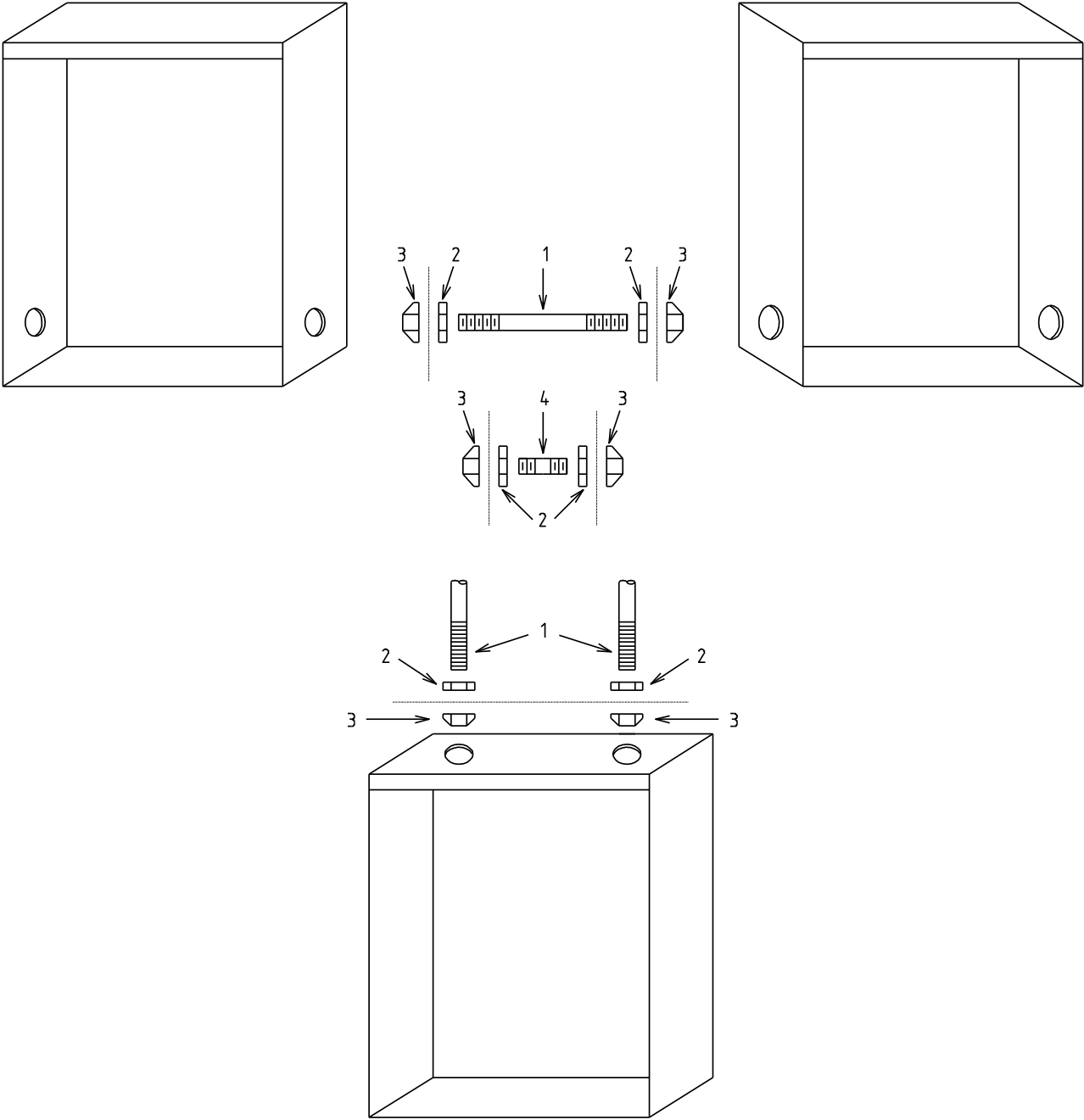
LISTA DE MATERIAL							
Item	Descrição	Un.	Quant.	Item	Descrição	Un.	Quant.
1	Barramento isolado triple – BTX	pç	3	6	Dispositivo aterramento p/ CB MT	pç	9
2	Bucha ficher M8S10	pç	12	7	Fio cobre de 1,5mm ²	kg	0,2
3	Cabo cobre nu, flexível 16mm ²	kg	1	8	Parafuso aço zinc. cabeça sextavada Ø9,5x32mm	pç	12
4	Conector paraf. Fendido p/ cabo 16mm ²	pç	3	9	Terminal tipo cotovelo	pç	9
5	Conector paraf. Fendido p/ cabo 35mm ²	pç	3				

NOTAS:

- 1 - Para instalação da emenda de média tensão, do BTX, esta caixa não deverá conter circuitos de média tensão.
- 2 - A capacidade máxima de emendas de MT desta caixa é um circuito de cabos até 120mm² com uma derivação até 120mm², em 15/25kV.
- 3 - Dimensões em milímetros.

JUNÇÃO DE CAIXAS

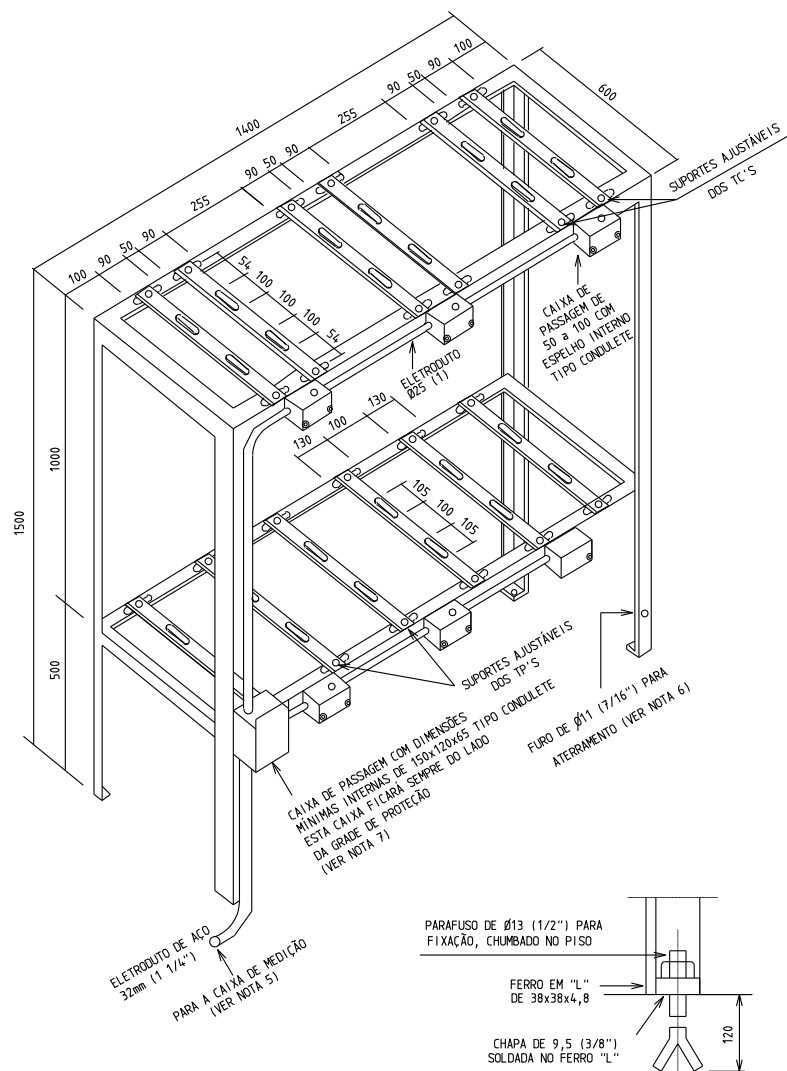
(DESENHO 8)



LISTA DE MATERIAL			
Item	Descrição	Item	Descrição
1	Eletroduto de aço ou PVC	4	Niple
2	Porca arruela		
3	Bucha		

SUPORTE PARA TP's E TC's DE MEDIÇÃO

(DESENHO 9)

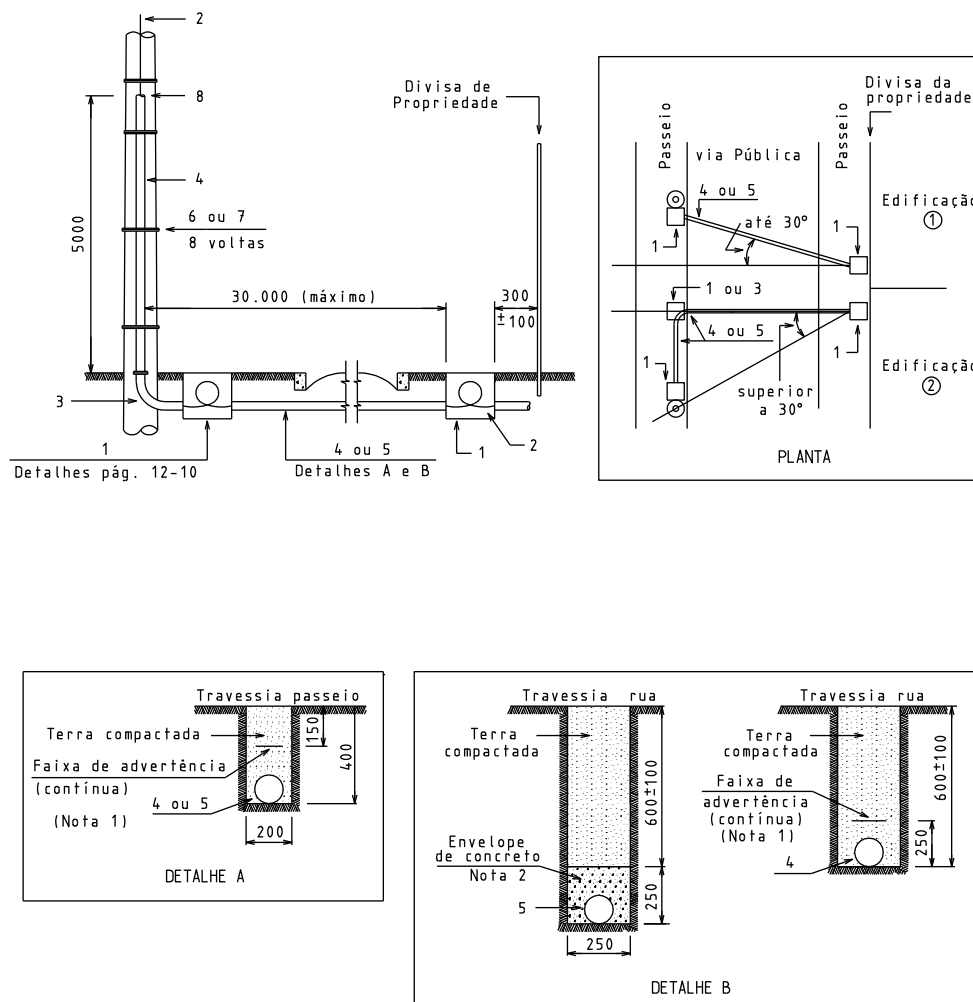


NOTAS:

- 1 - Todos os ferros em "L" deverão ser de 38x38x4,8 (11/2"x11/2"x3/16") soldados entre si.
- 2 - Todas as travessas deverão ser de chapa de ferro 38x4,8 (11/2" x 3/16").
- 3 - Todos os furos oblongos deverão ser de $\phi 11$ (7/16").
- 4 - Os parafusos para fixação das travessas deverão ser de cabeça sextavada de $\phi 9,5 \times 25$ (3/8"x1").
- 5 - Este eletroduto deverá ser instalado de forma aparente acima do piso e externamente nas paredes da subestação até a caixa de medição (CM-4).
- 6 - O suporte deverá ser devidamente aterrado utilizando-se parafuso de cabeça sextavada de $9,5 \times 25$ (3/8"x1") e respectiva porca.
- 7 - O conjunto de eletrodutos e caixas de passagem deverá ficar sempre do lado oposto da fonte de energia.
- 8 - As tolerâncias das cotas deverão ser de $\pm 5\%$.
- 9 - Dimensões em milímetros.

INSTALAÇÃO DO RAMAL DE LIGAÇÃO OU DE ENTRADA SUBTERRÂNEO

(DESENHO 10)



NOTAS:

- 1 - Especificações da “faixa de advertência”: Material: PVC; Largura: 150mm; Os dizeres “CUIDADO - CABO ELÉTRICO”, no centro da fita, em vermelho; Cor da fita: amarelo. Ver página 12-15.
- 2 - Utilizar $fck=76kgf/cm^2$ para envelope de concreto.
- 3 - Demais exigências para instalação, ver Capítulo 3, item 1.3, página 3-2 e Capítulo 4, item 2.3, página 4-3 e 6, página 4-7.
- 4 - O eletroduto de aço instalado junto ao poste da Cemig deverá ter as características constantes da página 12-9.
- 5 - Quando o ramal for de ligação subterrâneo, o ponto de entrega será na caixa de inspeção localizada junto à divisa da propriedade do consumidor (Ver Capítulo 3, item 1.3, página 3-2).
- 6 - Quando o ramal for de entrada subterrâneo, o ponto de entrega será no ponto de conexão com a rede da Cemig.

LISTA DE MATERIAL

Item	DESCRIÇÃO	Item	DESCRIÇÃO
1	Caixa de inspeção ZA, ZB ou ZC	5	Eletroduto PVC rígido ou espiralado corrugado flexível (Tab. 1 a 8 e página 12-9)
2	Cond. de cobre ou alum isol. MT e BT (Tab. 1 a 8)	6	Arame de aço galvanizado nº 14 BWG
3	Curva 90° - raio longo	7	Cinta ou fita de aço galvanizado
4	Eletroduto aço (Tabelas 1 a 8 e página 12-10)	8	Massa de calafetar ou cabeçote

NOTAS DO CAPÍTULO 11

- 1 - A carcaça das muflas, a blindagem do cabo e o pára-raios deverão ser interligados ao neutro e aterrados.
- 2 - Fica a critério do consumidor a instalação ou não do cabo e muflas reservas ou de outro eletroduto com um circuito reserva.
- 3 - Para instalação de muflas o comprimento mínimo do poste deverá ser 11m.
- 4 - Caso seja necessário ampliar a malha de aterramento as novas hastes deverão ser instaladas de forma análoga conforme o Desenho 4, página 11-4.
- 5 - As ferragens deverão ser zincadas por imersão a quente.
- 6 - O poste de derivação deverá conter chave fusível, resultando em estrutura padronizada de rede protegida ou convencional ou isolada.
- 7 - A capa externa do condutor da região das conexões deve ser reconstituída com fita auto-fusão.
- 8 - O espaçamento no posto entre o cabo neutro e o condutor fase deve ser de 300mm.
- 9 - Utilizar massa de vedação (3M ou similar) na extremidade superior do eletroduto.
- 10 - Deverá ser instalada uma segunda caixa CM-4 para o consumidor que tornar-se livre. Esta segunda caixa será utilizada para a instalação de equipamentos que visam a automação da medição.
- 11 - Imediatamente abaixo da caixa de medição deve ser instalada uma plataforma basculante de madeira ou metal, de 500x500mm para suportar os equipamentos de leitura (peso máximo de 20daN).
- 12 - Para a Subestação nº 1, recomendamos que os disjuntores d1(demais cargas) e d2 (cargas de emergência) sejam instalados numa caixa CM-9 localizada na mesma mureta onde estarão as caixas CM-4 (medição Cemig) e CM-9 (proteção geral).
Para as demais subestações, recomendamos que as chaves 1, 2 e 3 e os disjuntores d1 e d2 sejam instalados no mesmo local.
O disjuntor ou a chave das cargas de emergência deverá ser provido de placa com os dizeres: “Essa proteção deverá ser operada em caso de emergência”.

MATERIAIS DO PADRÃO DE ENTRADA

1. GERAL

Os materiais utilizados nos padrões de entrada correspondem a um dos seguintes grupos de materiais:

a) Materiais Aprovados

Incluem as caixas para medição, derivação e proteção, disjuntores termomagnéticos e hastes de aterramento (ver item 1.1, página 4-1).

Estes materiais são aqueles constantes do Manual do Consumidor nº 11 (Materiais e Equipamentos Aprovados para Padrão de Entrada) e são passíveis de aprovação pela Cemig.

b) Materiais Padronizados

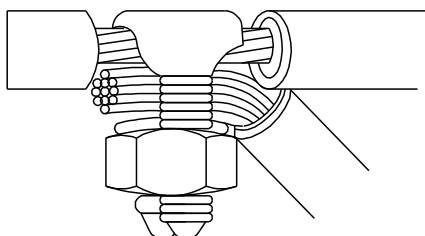
Correspondem aos materiais cujas especificações e características dimensionais mínimas estão relacionadas nos desenhos deste Capítulo. Sua inclusão no Capítulo 12 visa facilitar consultas na fase de inspeção pela Cemig (as suas especificações completas se encontram na ND-2.6) como também na fase de aquisição (tanto para os consumidores como para o comércio em geral).

2. RELAÇÃO DE DOCUMENTOS

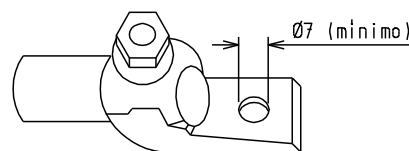
Os materiais aprovados devem atender às exigências técnicas contidas nos seguintes documentos Cemig:

- 02.118 - CM/MD-001:	Caixas para Medição, Derivação e Proteção (Especificação)
- 02.118 - CEMIG-0268:	Disjuntores Termomagnéticos de Baixa Tensão em Caixa Moldada (Especificação);
- 02.118 - CEMIG-0177:	Anel de Concreto para Caixa ZA;
- 02.118 - CEMIG-0194:	Anel de Concreto para Caixa ZB;
- 02.118 - CEMIG-0431:	Anel de Concreto para Caixa ZC;
- 02.118 - CEMIG-0429:	Tampa e Aro Articulados para Caixa ZA;
- 02.118 - CEMIG-0199:	Tampa e Aro Articulados para Caixa ZB (uso no passeio);
- 02.118 - CEMIG-0205:	Tampa e Aro Articulados para Caixa ZC (uso no passeio);
- 02.118 - CEMIG-0459:	Tampa e Aro Articulados para Caixa ZB (uso em pista de rolamento);
- 02.118 - CEMIG-0206:	Tampa e Aro Articulados para Caixa ZC (uso em pista de rolamento);
- 02.118 - CEMIG-0430:	Tampa e Aro para Caixa ZD (rede de distribuição subterrânea).

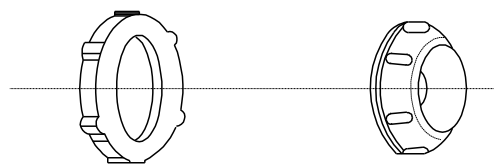
3. DESENHOS

MATERIAIS PADRONIZADOS**ACESSÓRIOS DIVERSOS**

CONECTOR PARAFUSO FENDIDO
(COBRE OU BRONZE)



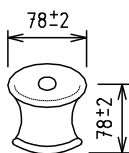
TERMINAL PARA CONDUTOR - NOTA 2
(COBRE OU BRONZE)



PORCA

BUCHA

(ALUMÍNIO, PVC OU AÇO CARBONO)



ISOLADOR ROLDANA
VIDRO OU PORCELANA



BUCHA E ARRUELA PLÁSTICA

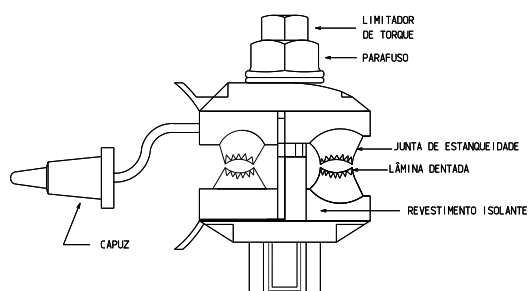
NOTAS:

1 - Dimensões em milímetros.

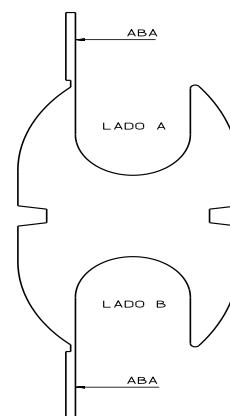
2 - Aplicável nas conexões dos condutores a barramentos, disjuntores e ao parafuso de aterramento das caixas (seções dos condutores superiores a 10mm², inclusive).

MATERIAIS PADRONIZADOS

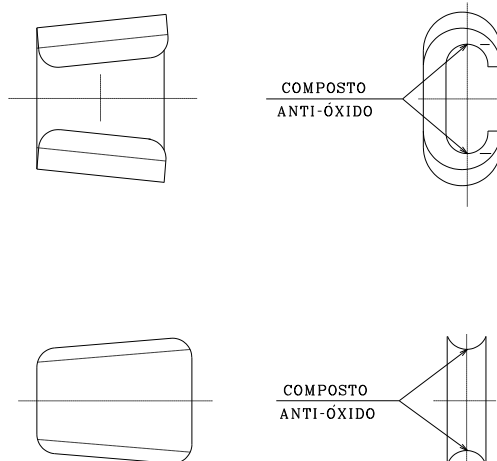
ACESSÓRIOS DIVERSOS



CONECTOR DE PERFURAÇÃO



CONECTOR FORMATO H



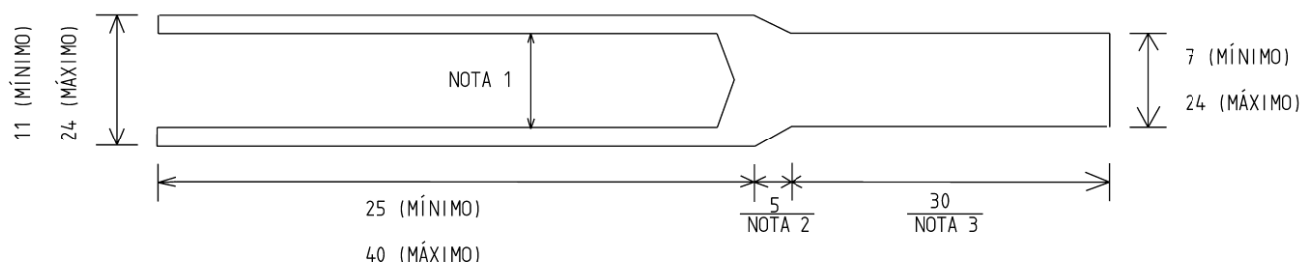
CONECTOR CUNHA

NOTA:

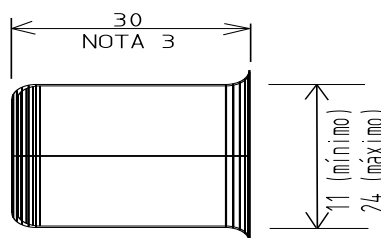
1 – Os conectores acima são alternativas em relação ao conector tipo parafuso fendido da página 12-2.

MATERIAIS PADRONIZADOS

ACESSÓRIOS - DIVERSOS



TERMINAL DE COMPRESSÃO MACIÇO



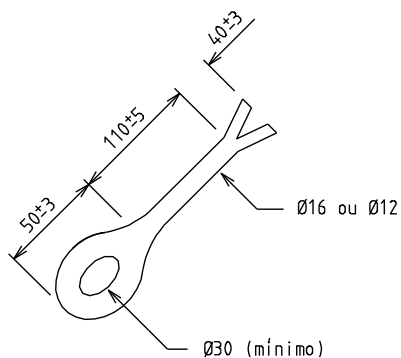
TERMINAL DE ENCAPSULAMENTO

NOTAS:

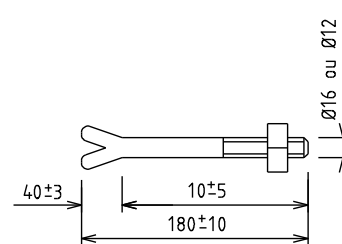
- 1 - Refere-se ao diâmetro do condutor sem isolamento e esta nota é aplicável também ao terminal de encapsulamento.
- 2 - Poderá ser utilizado terminal de compressão maciço sem a conecidade indicada no desenho.
- 3 - Essa dimensão poderá ser diferente em função da profundidade do borne do disjuntor.
- 4 - As dimensões variáveis indicadas nos desenhos acima referem-se aos condutores com seção de 35 a 240mm².
- 5 - Os terminais acima deverão ser utilizados na ponta dos condutores flexíveis que serão ligados aos bornes do disjuntor e deverão ser de cobre.
- 6 - O terminal de compressão maciço deverá ser revestido com isolamento termocontrátil após a compressão sobre a ponta do condutor, não podendo ficar nenhuma parte condutora exposta. Esse critério é aplicável também para o terminal de encapsulamento.
- 7 - O terminal de encapsulamento poderá ser do tipo tubular que tem as duas extremidades abertas e poderão ter comprimento de 23mm.
- 8 - Dimensões em milímetros.

MATERIAIS PADRONIZADOS

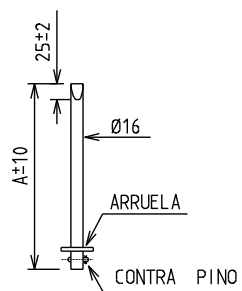
FERRAGENS PARA RAMAL AÉREO



CHUMBADOR - OLHAL

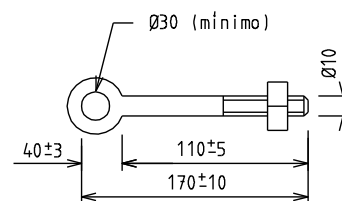


PARAFUSO - CHUMBADOR

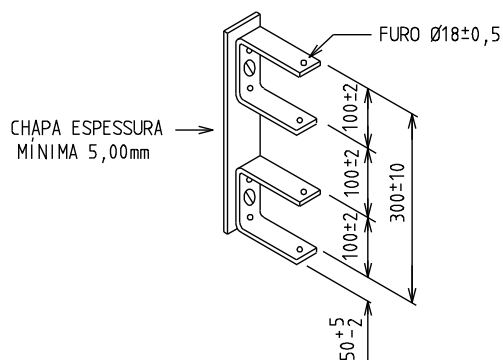


ITEM	A
1	150
2	350

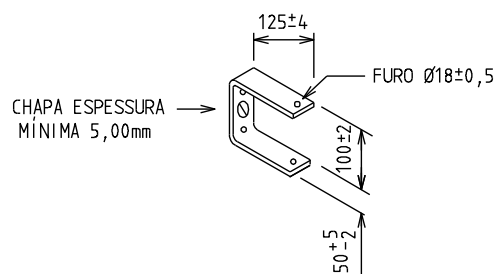
HASTE PARA ARMAÇÃO SECUNDÁRIA



PARAFUSO - OLHAL



ARMAÇÃO SECUNDÁRIA DE 2 ESTRIBOS



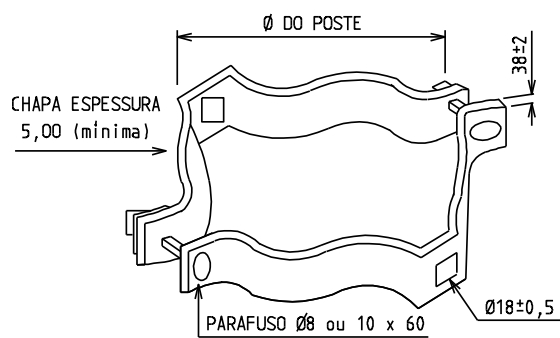
ARMAÇÃO SECUNDÁRIA DE 1 ESTRIBO

NOTAS:

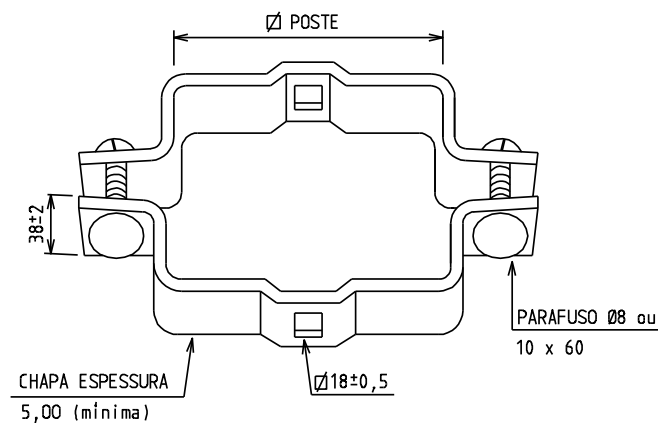
- 1 - Todo material deve ser em aço carbono, zincado por imersão a quente.
- 2 - Dimensões em milímetros.

MATERIAIS PADRONIZADOS

FERRAGENS - DIVERSOS



CINTA PARA POSTE CIRCULAR



CINTA PARA POSTE DT OU QUADRADO

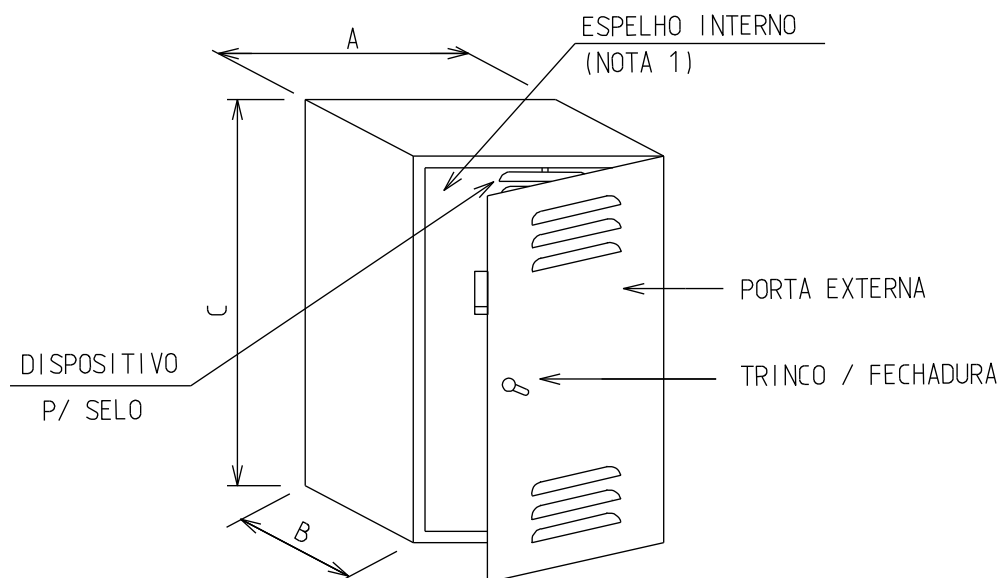
NOTAS:

- 1 - Cintas, parafusos e porcas : aço carbono, zincado por imersão a quente.
- 2 - Dimensões em milímetros.

MATERIAIS PADRONIZADOS

CAIXAS

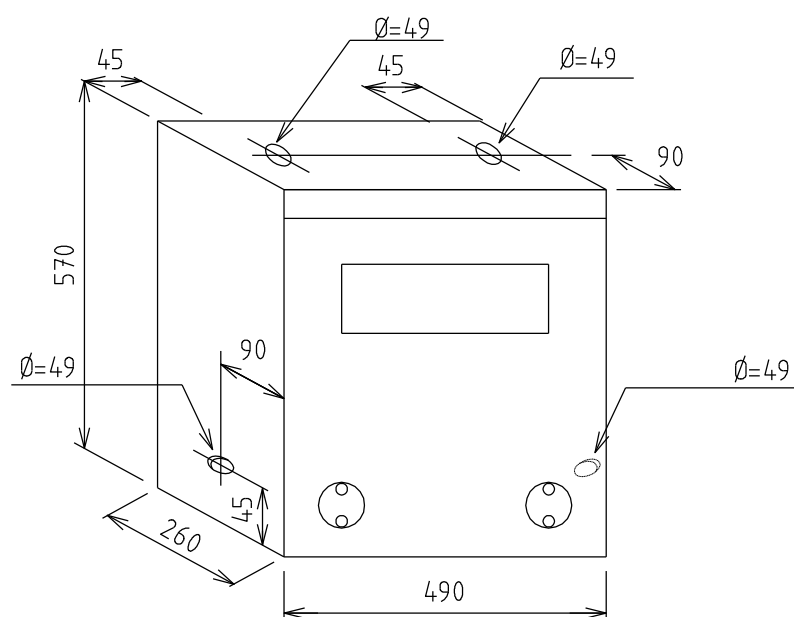
CAIXA MODULAR COM DISJUNTOR GERAL, TC E BARRAMENTOS



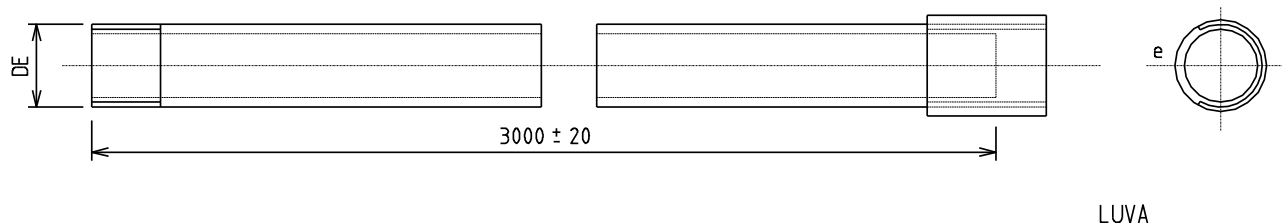
MOD.	DIMENSÕES			UTILIZAÇÃO
	A	B	C	
CM-9	600	400	1000	Como quadro de distribuição geral (com disjuntor e/ou tc)
CM-10	600	400	1000	Como quadro de distribuição geral (com disjuntores e barramentos)
CM-11	600	400	1000	Como derivação de circuitos (com barramentos apenas)
CM-18	600	400	1200	Como quadro de distribuição geral (com disjuntor e/ou tc)

NOTAS:

- 1 - Nas caixas modelo CM-9, CM-10 e CM-18 o espelho interno deve ser cortado de forma que fiquem acessíveis apenas as alavancas dos disjuntores. No modelo CM-11, o espelho não deve ser cortado.
- 2 - Especificações técnicas das caixas e quadro: ver ND-2.6 (ET 02.118-CM/MD-001).
- 3 - Nas caixas CM-9, CM-10, CM-11 e CM-18 os furos necessários para cada tipo de montagem deverão ser feitas na obra e deverão ser executados com serra copo e ser providos de proteção contra corrosão na chapa para evitar danos ao isolamento dos cabos.
- 4 - Dimensões em milímetros.

MATERIAIS PADRONIZADOS**CAIXAS****CAIXA PARA MEDIÇÃO POLIFÁSICA (MEDIDORES kW/kWh E kVArh) – MEDIÇÃO
INDIRETA (CM-4)****NOTAS:**

- 1 - Especificação técnica das caixas: ver ND-2.6 (ET 02.118-CM/MD-001).
- 2 - Dimensões em milímetros.

MATERIAIS PADRONIZADOS**ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO**

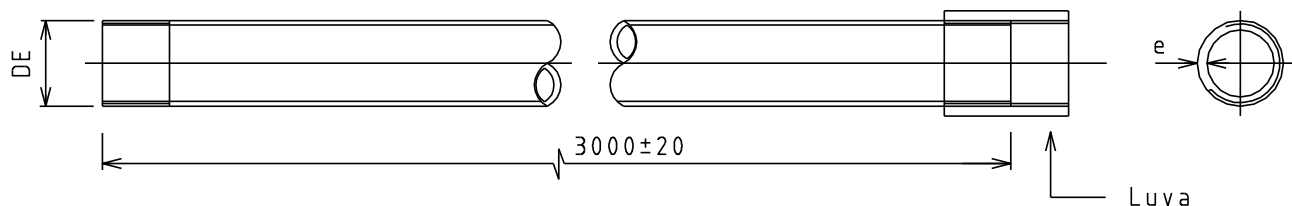
I T E M	DIÂMETRO			ESPESSURA NOMINAL DA PAREDE - e
	NOMINAL - DN		EXTERNO - DE	
	mm	POL		
1	25	3/4	25,9	2,3
2	32	1	33,0	2,7
3	40	1 1/4	42,0	2,9
4	50	1 1/2	47,4	3,0
5	60	2	59,0	3,1
6	75	2 1/2	74,7	3,8
7	85	3	87,6	4,0
8	110	4	113,1	5,0

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

- 1 - Material: PVC rígido
- 2 - Tipo: rosqueável, classe B, conforme NBR 15465
- 3 - Acabamento: superfícies internas e externas do eletroduto e luva isenta de rebarbas e quinas vivas
- 4 - Identificação: marcação no eletroduto de forma legível e indelével contendo:
 - Nome ou marca de identificação do fabricante
 - Diâmetro nominal
 - O termo “eletroduto”
 - O termo “NBR 15465”
 - O termo “Eletroduto PVC rígido”
- 5 - Partes componentes: fornecer eletroduto com uma luva

MATERIAIS PADRONIZADOS

ELETRODUTO DE AÇO



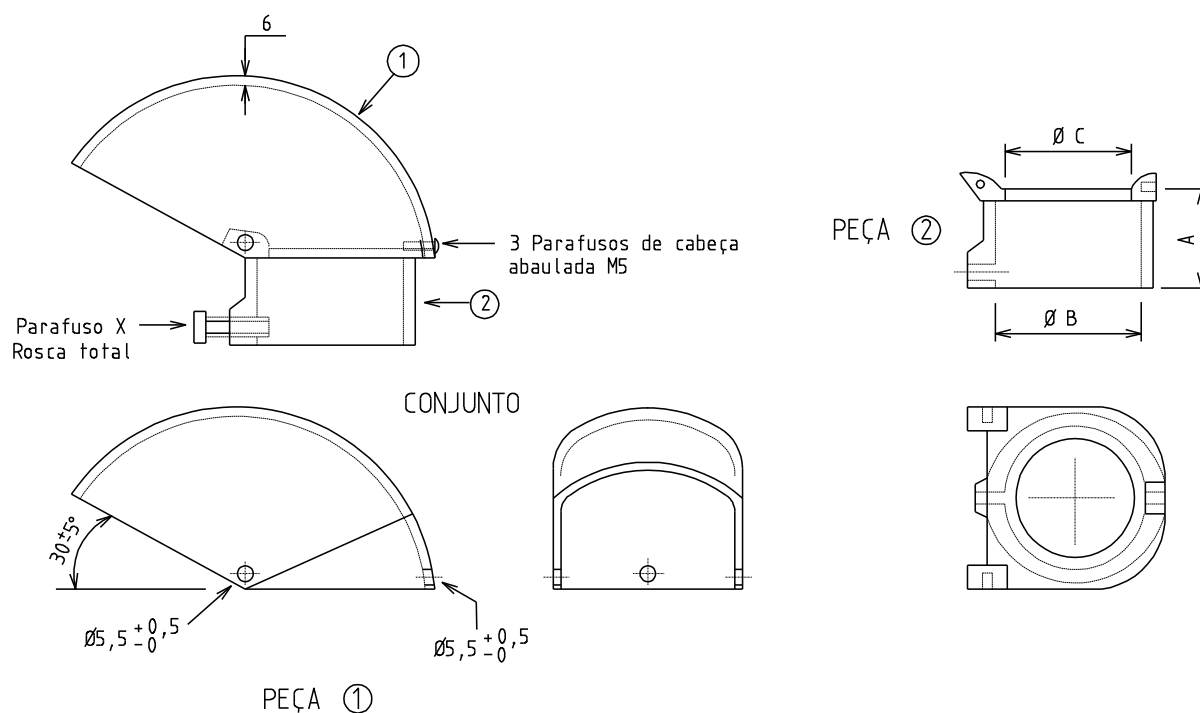
I T E M	DIÂMETRO			ESPESSURA NOMINAL DA PAREDE - e
	NOMINAL - DN		EXTERNO - DE	
	mm	POL		
1	20	¾	26,9	2,25
2	25	1	33,7	2,65
3	32	1 1/4	42,4	2,65
4	40	1 1/2	48,3	3,00
5	50	2	60,3	3,00
6	65	2 1/2	76,1	3,35
7	80	3	88,9	3,35
8	100	4	114,3	3,75

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

- 1 - Material: aço carbono
- 2 - Tipo: eletroduto rígido conforme NBR 5598
- 3 - Acabamento: superfícies internas e externas do eletroduto e luva isenta de rebarbas e quinas vivas
- 4 - Tratamento: zincagem por imersão a quente
- 5 - Identificação: marcação no eletroduto em sua superfície externa, de forma legível e indelével, as seguintes informações:
 - Nome ou símbolo do fabricante
 - Nome do produto (eletroduto)
 - Diâmetro nominal
 - NBR 5598
- 6 - Partes componentes: fornecer eletroduto com uma luva

MATERIAIS PADRONIZADOS

CABEÇOTE PARA ELETRODUTO



Item	Utilização	A min.	$\varnothing B$	$\varnothing C$	Paraf. X	$\varnothing E$	R min.	Peso Aprox. kg	Espessura mín. "e"	
	Eletroduto DN(pol)								Peças Al	Peças PVC
1	3/4	20	31±2	25±2	M6x30	0,5 5,5 - 0	55	0,20	5	7
2	1		38±2	31±2				0,30		
3	1 1/2	50	54±3	44±3	M8x30	0,5 8,5 - 0	85	0,50		
4	2		66±3	56±3				0,70		
5	2 1/2		81±3	67±4				1,20		
6	3	55	97±4	62±4	M10x30	0,5 10,5 - 0	125	1,70		
7	4		125±6	107±6				2,20		

Características técnicas:

1 - Material: Peças 1 e 2: alumínio, liga de alumínio ou PVC.

Parafusos, porca e arruela: alumínio duro anodizado ou aço zincado.

2 - Acabamento: superfícies lisas, isentas de rebarbas.

3 - Identificação: marcação legível e indelével contendo:

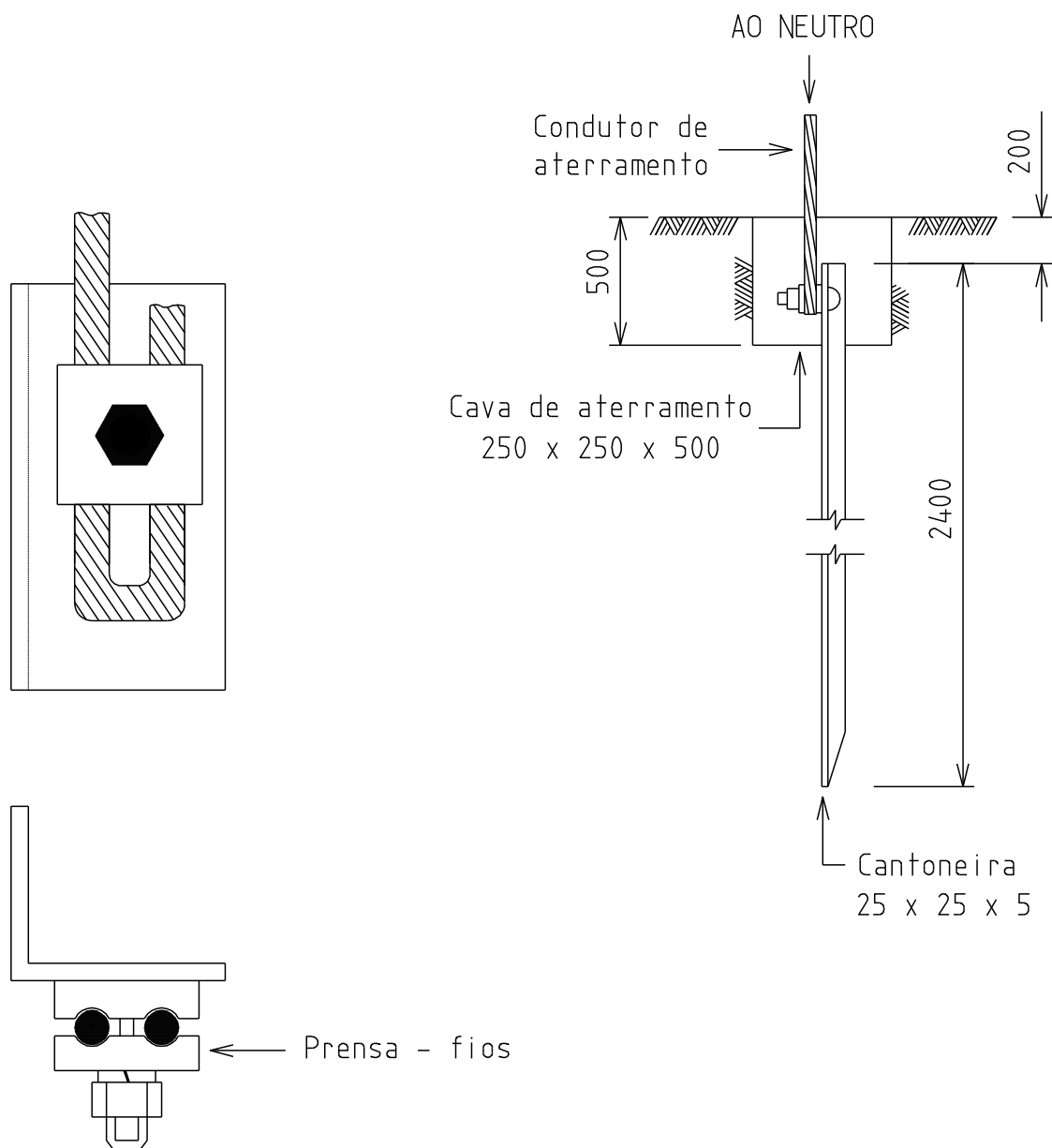
- nome ou marca do fabricante

- dimensões $\varnothing B$

4 - Partes componentes: fornecer completo, com todos os parafusos indicados no desenho.

NOTA:

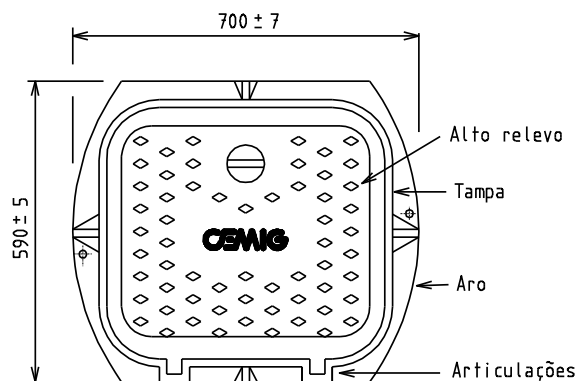
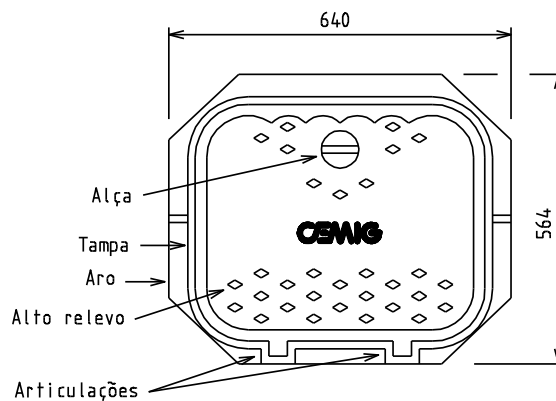
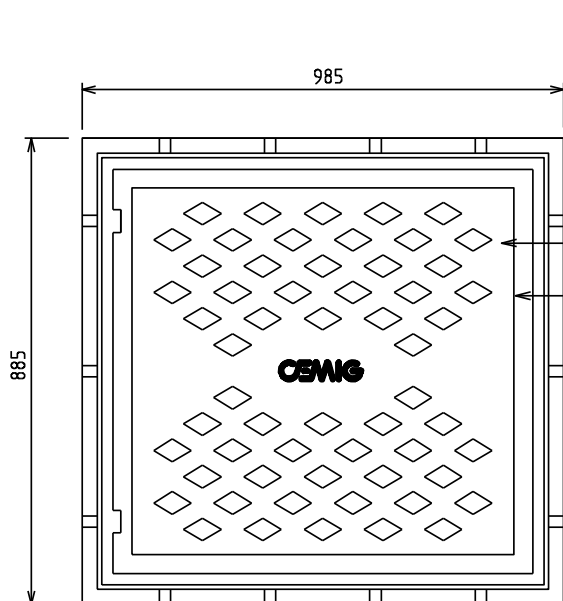
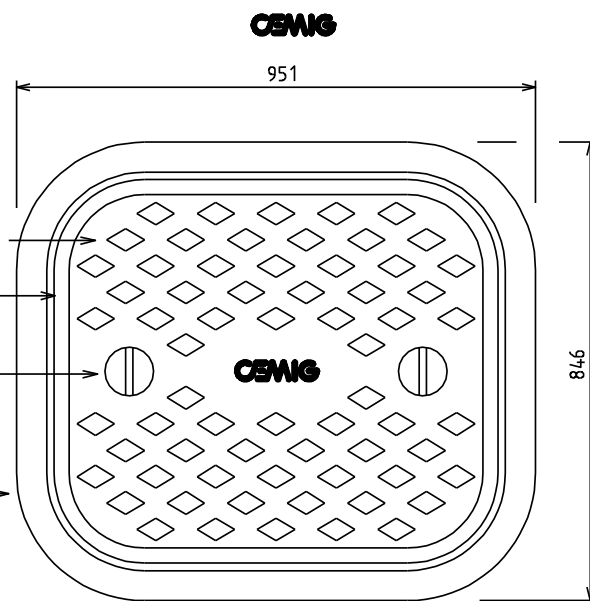
1 - Dimensões em milímetros, exceto onde indicado.

MATERIAIS PADRONIZADOS**SISTEMA DE ATERRAMENTO****CANTONEIRA DE AÇO ZINCADO****NOTAS:**

- 1 - Demais características técnicas do sistema de aterramento, ver Capítulo 4, item 6, página 4-7.
- 2 - Dimensões mínimas, em milímetros.
- 3 - Somente serão aceitas as hastes de aterramento constantes do Manual do Consumidor nº11 (Materiais e Equipamentos Aprovados para Padrões de Entrada).
- 4 - Opcionalmente a cava de aterramento poderá ser substituída por eletroduto de PVC rígido com diâmetro de 300mm ou por caixa circular de PVC rígido com diâmetro de 300mm. No entanto, a tampa deverá ser de concreto ou ferro fundido.

MATERIAIS PADRONIZADOS

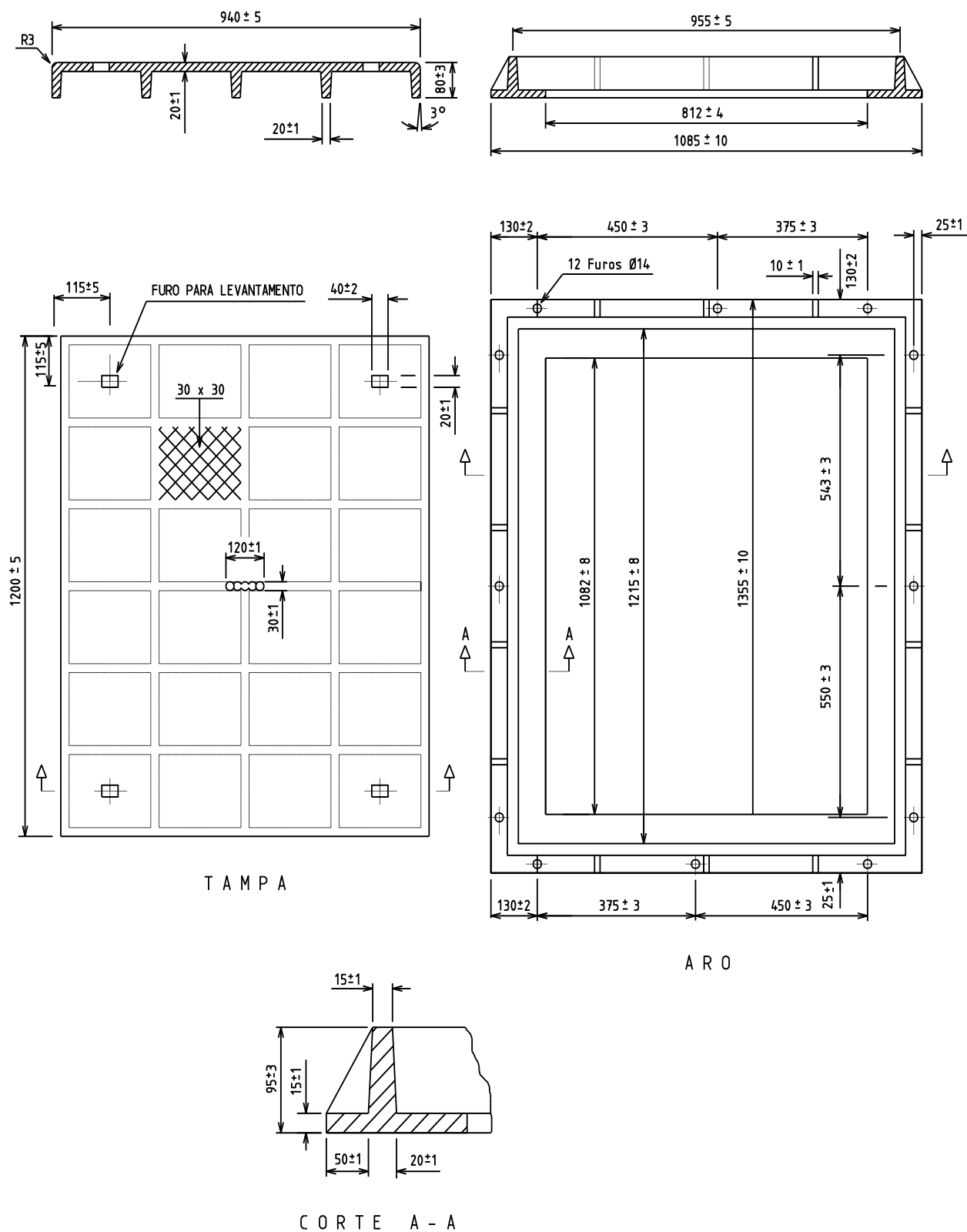
TAMPAS COM ARO PARA CAIXAS DE INSPEÇÃO

TAMPA E ARO ARTICULADOS
PARA CAIXA TIPO ZB - GARAGEMTAMPA E ARO ARTICULADOS
PARA CAIXA TIPO ZB - PASSEIOTAMPA E ARO
(CONJUNTO)
CAIXA TIPO ZC - GARAGEMTAMPA COM ARO PARA
CAIXA TIPO ZC - PASSEIO
(CONJUNTO)

NOTAS:

- 1 - O sistema de articulação da tampa (dobradiça da caixa ZB) deve ser do tipo anti-roubo, não permitindo que a tampa seja separada do aro após a fabricação.
- 2 - O encaixe da tampa no aro deve ser estável, seja de fabricação ou por usinagem.
- 3 - A tampa deve apresentar em sua superfície interna, a marca do fabricante.
- 4 - Características construtivas da tampa e aro, ver desenhos 02.118-CEMIG-0205 (tipo ZC – passeio) e 02.118-CEMIG-0206 (tipo ZC – garagem).
- 5 - Dimensões em milímetros.

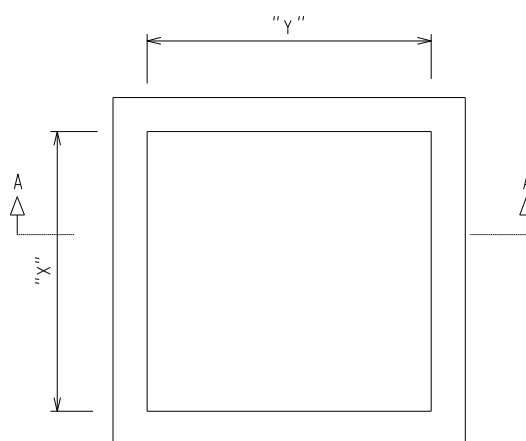
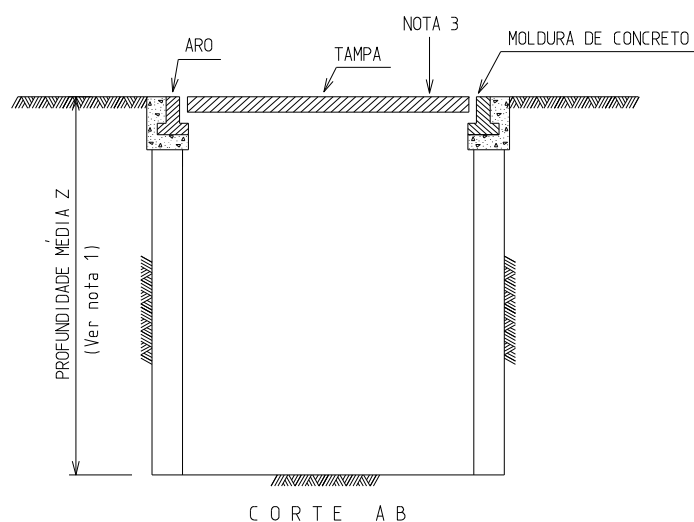
TAMPA E ARO PARA CAIXA ZD
(VER ET 02.118 – CEMIG – 0430 – ND-2.6)



NOTA:

1 - Dimensões em milímetros.

CONSTRUÇÃO CIVIL CAIXAS DE INSPEÇÃO TIPOS E DIMENSÕES



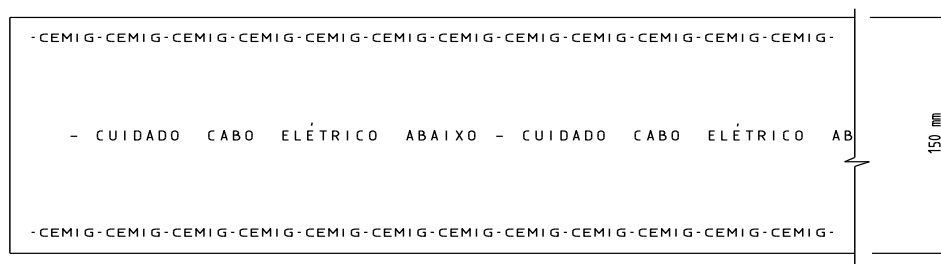
TIPOS	DIMENSÕES INTERNAS (mm)			DENOMINAÇÃO ANTERIOR
	"X"	"Y"	"Z"	
ZA	280	280	400	CP-02(R)
ZB	520	440	700	CP-01(P)
ZC	770	670	900	CP-03(U)
ZD	1000	750	1200	CP-01(D)

NOTAS:

- 1 - A profundidade das caixas será determinada em função da profundidade do banco de dutos, condições locais e/ou necessidade específica.
- 2 - As caixas poderão ser construídas com anéis premoldados, alvenaria ou concreto moldado no local; as caixas em alvenaria só devem ser construídas em locais não sujeitos à trânsito de veículos.
- 3 - quando instalada no circuito de energia não medida internamente nas instalações consumidoras, a tampa da caixa deverá ter dispositivo para instalação de selo Cemig.

MATERIAIS PADRONIZADOS

FAIXA PLÁSTICA DE SINALIZAÇÃO
(DESENHO 1)



NOTAS:

1 - Material: PVC

2 - Cores

- fita amarela
- “CEMIG” em preto
- alerta em vermelho

ANEXO A**METODOLOGIA PARA AJUSTE DE PROTEÇÃO SECUNDÁRIA****1 - CÁLCULO DAS CORRENTES NOMINAL E DE PARTIDA DO RELÉ**

A corrente nominal (I_n) deve ser calculada a partir da demanda máxima (que será a demanda contratada) de acordo com o projeto considerando-se, no mínimo, o fator de potência de referência 0,92.

Assim, $I_n = W / 1,73 \times V \times 0,92$, onde:

W é a demanda máxima em kW

V é a tensão nominal entre fases em kV.

A corrente de partida do relé (I_p) será $1,1 \times I_n$ (ou $1,05 \times I_n$ para consumidor livre), considerando que pode haver ultrapassagem de 10% da demanda contratada. Deverá ser calculada também a corrente de partida para neutro considerando, no máximo, $1/3$ da de fase.

2 - CÁLCULO DA CORRENTE DE MAGNETIZAÇÃO DO(S) TRANSFORMADOR(ES)

A corrente de magnetização (I_{rush}) - I_m - para transformadores à óleo de até 2000 kVA pode ser considerada igual a $8 \times I_n$ com tempo de duração da ordem de 0,1s e para transformadores com isolamento e encapsulamento em epóxi igual a $16 \times I_n$ com tempo de duração da ordem de 3s. Para transformadores de potência superior a 2000 kVA o valor de I_m e o tempo de duração deverão ser informados pelo fabricante do transformador.

Este valor é importante pois a proteção não deve atuar na energização da subestação.

Caso haja mais de um transformador, deverá ser considerada a corrente de magnetização do maior transformador acrescida das correntes nominais dos demais.

3 - CÁLCULO DO PONTO ANSI DOS TRANSFORMADORES

O ponto ANSI é o máximo valor de corrente que um transformador pode suportar durante um período definido de tempo sem se danificar. No caso de falta fase-terra este valor, para transformador triângulo-estrela com neutro solidamente aterrado (válido para os transformadores de unidades consumidoras da Cemig), é 0,58 vezes o ponto ANSI.

Assim, os valores de corrente serão:

$$I_{ansi} = (100 / Z\%) \times I_n$$

$I_{ansi} = 0,58 \times (100 / Z\%) \times I_n$, onde $Z\%$ é a impedância percentual de cada transformador.

Sempre que possível a curva de atuação do relé deverá ficar “abaixo” do ponto ANSI do transformador de menor potência, tanto para a função de proteção de fase como a de neutro (ou terra).

De maneira geral e objetivando lançar estes pontos no diagrama de coordenação/seletividade, pode ser utilizada a seguinte tabela:

Z%	PONTO ANSI	TEMPO MÁX. DE DURAÇÃO
(Ohms)	(A)	(s)
Até 4	$25 \times I_n$	2
Até 5	$20 \times I_n$	3
Até 6	$16,6 \times I_n$	4
Até 7	$14,3 \times I_n$	5

4 - CORRENTES DE CURTO-CIRCUITO NO PONTO DE DERIVAÇÃO DO RAMAL DE LIGAÇÃO

A Cemig deverá informar ao engenheiro projetista os valores de curto-circuito para que possam ser dimensionados os TC e TP (se necessário) de proteção. De forma geral, recomenda-se que os TC tenham uma corrente primária tal que o maior valor de CC não a exceda em 50 vezes.

Deverá ser considerado também a corrente de partida para cálculo dos TC's. A corrente de partida deverá ser superior a 10% da corrente primária dos TC's para assegurar uma melhor exatidão.

5 - RELÉ DE PROTEÇÃO

5.1 Os relés deverão ter as características constantes do item 3.23, página 1-5 e ter, no mínimo, as seguintes funções :

- função 50: proteção de sobrecorrente instantânea;
- função 51: proteção de sobrecorrente temporizada;
- tanto a função 50 como a 51 estão disponíveis para fase e neutro (terra); assim, é exigido pela Cemig, que o relé execute as funções 50/51 e 50N/51N;
- função 32: proteção direcional de potência quando da utilização de gerador.

5.2 Informações sobre o ajuste da função 51 da proteção de sobrecorrente

- a - As condições operacionais dos equipamentos elétricos instalados na unidade consumidora devem ser do conhecimento do projetista, principalmente aquelas relacionadas ao regime de funcionamento das cargas declaradas pelo consumidor, de forma que as solicitações de partidas de motores, simultâneas ou não, como de outras cargas acima de 25kW, possam ser controladas e plotadas no coordenograma da proteção geral.
- b - O regime de funcionamento das cargas da unidade consumidora deve ser racionalizado e otimizado para a melhor performance da respectiva instalação.
- c - Os ajustes disponíveis no relé de sobrecorrente utilizado devem ser previstos de forma a atender a todas as solicitações transitórias e permanentes necessárias à operação da unidade consumidora, sendo que as premissas utilizadas para a parametrização desejada devem ser claramente justificadas, identificando cargas e sua solicitação (tempo x corrente).
- d - Os ajustes de dial de tempo e de corrente de partida do relé devem ser os mínimos possíveis, de forma a atender adequadamente às necessidades da instalação consumidora e, ao mesmo tempo, prover uma proteção eficaz e eficiente quando da ocorrência de distúrbios de correntes de curto circuito e sobrecarga.
- e - Em hipótese alguma a proteção geral de sobrecorrente deverá ter seus ajustes aumentados para atender à coordenação e/ou seletividade com as proteções internas da unidade consumidora.
- f - Os ajustes solicitados para os relés devem ser justificados no coordenograma da proteção identificando as cargas e situações operacionais previstas que os requerem.
- g - Identificados os pontos (binômio tempo x corrente) que demandem ajustes além do mínimo disponível no relé de proteção utilizado, poderá ser adotado, excepcionalmente e com aprovação da Cemig, automatismo que anule temporariamente a função 51, desde que devidamente justificado. Ainda, como alternativa, poderá ser adotado um valor de corrente de partida superior àquele calculado a partir da demanda contratada, desde que devidamente justificado.
- h - A Cemig fornecerá, após formalização de pedido de atendimento pelo cliente ou seu preposto, os valores dos níveis de curto circuito e as características técnicas e operacionais do dispositivo de proteção a ser instalado no ramal de derivação para a alimentação da unidade consumidora quando prevalecerá a seguinte consideração:
 - h.1 - O ajuste da função temporizada do relé de sobrecorrente deverá preservar a coordenação e/ou seletividade com o dispositivo de proteção instalado no ramal de derivação para a alimentação consumidora;
- i - Após o período experimental, conforme o artigo 55 da Resolução ANEEL nº 456/2000, caso ocorram atuações não previstas e indesejáveis da proteção e afastada a hipótese de defeito de equipamentos, o projetista poderá solicitar, mediante correspondência a Cemig, um ajuste mais elástico da proteção durante um período de 90 (noventa) dias para estudo mais detalhado das instalações internas da unidade consumidora. Neste período o faturamento da demanda será normal e não mais se regerá conforme o artigo 55 acima citado. Após este período, caso necessário, deverão ser apresentadas a revisão do coordenograma e tabela de ajustes da proteção de sobrecorrente para a nova situação proposta.
- j - Caberá a Cemig verificar as condições da rede para o fornecimento solicitado.

5.3 Outras informações sobre o relé de proteção e seu ajuste

- a - Ajuste da função temporizada (51) quanto ao tipo de curva: deverá ser escolhida a curva IEC extremamente inversa.
- b - Ajuste da função temporizada (51) quanto à partida (pick-up): este valor deverá ser aquele definido no item 1 deste anexo como I_p (ou $1,1 \times I_n$); isto significa que o relé somente começará a se sensibilizar para valores de corrente superiores a I_p (referido ao primário ou I_p/RTC , referido ao secundário; RTC é a relação de transformação dos TC de proteção). Caso o valor de corrente ultrapasse I_p , o relé inicia a contagem de tempo de acordo com a sua curva característica e atuará se o tempo for superior ao desta curva no ponto de operação.
- c - Ajuste da função instantânea de fase (50) quanto ao valor de atuação : deverá ser escolhido o menor valor possível que não provoque a atuação indevida do relé na energização do(s) transformador(es); assim, este ajuste deverá ser superior a , no máximo, 5% do valor de I_m (definido no item 2 deste anexo). No diagrama de coordenação e seletividade deve ser verificado que o ajuste instantâneo não seja superior ao menor valor de curto-circuito e ao ponto ANSI do menor transformador.
- d - Os mesmos procedimentos acima descritos deverão ser efetuados para as funções 50N e 51N, considerando, entretanto, os valores relativos à proteção de neutro (terra).
- e - fonte de alimentação auxiliar: é necessária a utilização de fonte auxiliar para alimentação do relé pois durante a ocorrência de CC o nível de tensão tende a zero; assim, deve haver um sistema que, alimentado à partir do TP mantenha a alimentação no relé pelo tempo mínimo necessário à abertura do disjuntor. Este dispositivo deve ser um sistema “no-break” com potência mínima de 1000VA de forma que não haja interrupção na alimentação do relé. Opcionalmente poderá ser instalado conjunto de baterias, para suprir uma eventual ausência do “no-break”. Adicionalmente, deverá ser previsto o trip capacitivo.
- f - Se o relé não tiver uma fonte interna, além do trip capativo deverá ser prevista uma fonte capacitiva para o relé.
- g - ligação ao secundário dos TC de proteção: no mínimo deverão ser conectadas as 3 fases e o neutro, sendo recomendável especial atenção à polaridade dos TC para que a proteção possa atuar da forma correta.

Cada modelo de relé possui uma forma específica para ser parametrizado (inserção dos ajustes) e esta informação pode ser obtida no catálogo ou manual e, de forma geral, os ajustes feitos não são apagados na eventual falta de alimentação. Assim, é possível adquirir um relé já ajustado de acordo com os dados do projeto, desde que o fornecedor ofereça esta facilidade.

Ficará a cargo da Cemig exigir ou não uma cópia completa do catálogo do relé a ser utilizado para acionar o disjuntor geral da subestação. Deverá ser informado no memorial para ajuste do relé todos os parâmetros programáveis do relé com seus respectivos valores para serem programados.

Não é obrigatório utilizar as funções I_{def} (corrente definida) e T_{def} (tempo definido), ficando a critério do projetista a utilização ou não destes parâmetros. No entanto, caso estes parâmetros sejam utilizados, o projetista deverá justificar, por escrito, na memória de cálculo para ajuste de proteção secundária, os motivos da utilização destes parâmetros.

No coordenograma/projeto deverá ser apresentado o diagrama unifilar completo de ligação do relé para análise. Tal diagrama se encontra no manual do mesmo.

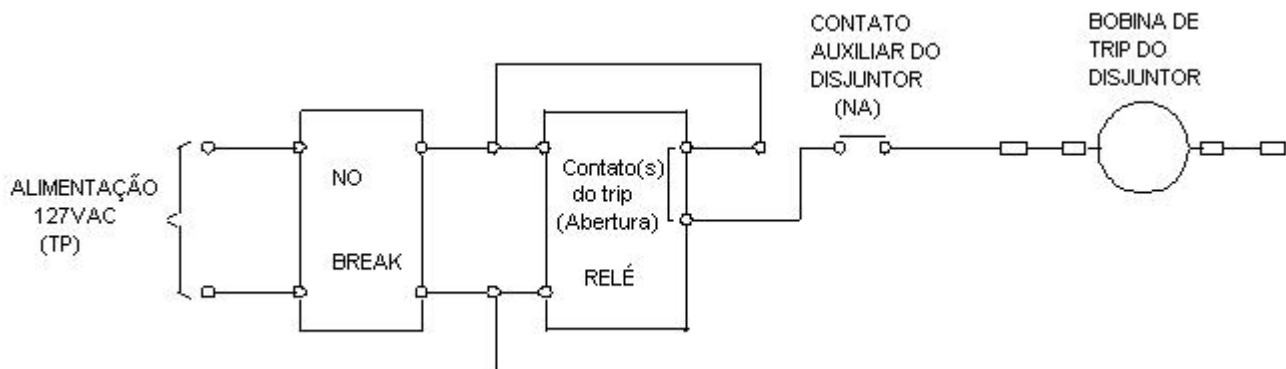
6 - BOBINA DE ABERTURA DO DISJUNTOR (BOBINA DE TRIP)

Ao detectar um valor de corrente irregular o relé “fecha um contato” que vai energizar a bobina de trip; assim, é necessário prover alimentação adequada para permitir a operação da bobina. Esta alimentação pode ser obtida do mesmo dispositivo de alimentação auxiliar do relé.

Em qualquer caso deve existir um contato auxiliar do disjuntor, do tipo NA (normalmente aberto, ou seja, aberto com disjuntor aberto e fechado com disjuntor fechado) que será ligado em série com a bobina de trip para impedir o que se chama “bombeamento”, que é a manutenção de tensão na bobina mesmo após a abertura do disjuntor.

Nos disjuntores mais antigos serão necessárias adaptações para permitir a correta operação da bobina de trip e do contato auxiliar NA do disjuntor. No caso de disjuntor com grande volume de óleo, este deverá ser substituído pois a adaptação não permite a correta operação da bobina de trip e do contato auxiliar NA do disjuntor. Nos disjuntores de concepção mais moderna estes dois dispositivos já estão instalados nos mesmos.

O circuito abaixo exemplifica um circuito típico de abertura de Disjuntor a partir de relé secundário.



7 - INSTALAÇÃO FÍSICA DO RELÉ

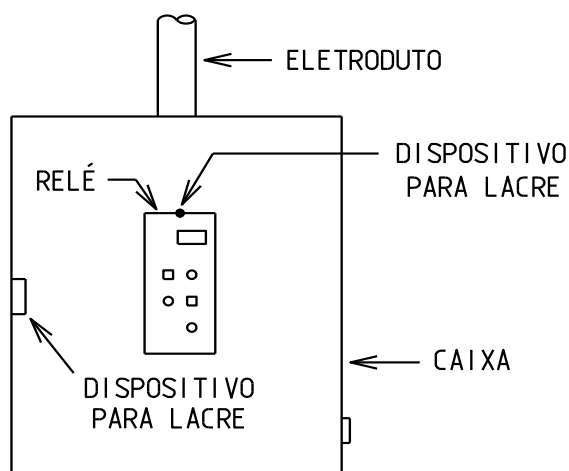
O relé de proteção secundária deverá ser instalado na tampa basculante de uma caixa metálica localizada na parede oposta a célula do disjuntor principal; esta caixa deverá possuir dispositivo para instalação de selo CEMIG. Assim, tanto a caixa como a parte frontal do relé (por onde é feita a parametrização do mesmo) serão seladas e o Consumidor terá acesso apenas ao botão de rearme (“reset”) do relé.

A fiação da célula do disjuntor (onde também estão instalados os TC/TP da proteção) até a caixa deverá ser instalada em eletroduto de aço, aparente, com diâmetro nominal de 50mm (equivalente a 2 polegadas).

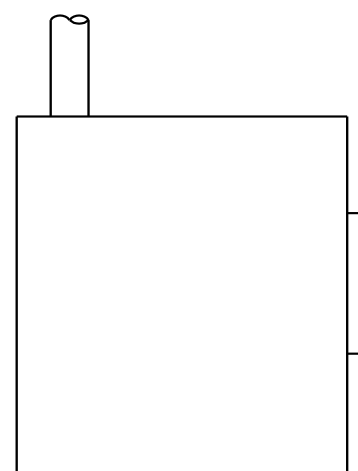
O encaminhamento ideal para este eletroduto é através da parede da célula do disjuntor, teto da subestação e parede onde está instalada a caixa com o relé. A caixa deverá ter dois furos de 2”, um com uma tampa fixa, incolor, para visualizar o led de ligado do “no break” e um outro com tela soldada na caixa para ventilação.

Nesta caixa deverá ser instalado também o sistema “no-break” para alimentação do relé e do sistema de trip (bobina de abertura do disjuntor).

Desenho orientativo para instalação do relé



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

8 - COORDENOGRAMA

Para permitir a perfeita visualização da atuação da proteção é necessário que se faça, em papel formatado Bi-log, um gráfico Tempo x Corrente, onde se pode verificar a coordenação e seletividade para qualquer valor de corrente. Neste gráfico serão plotados os seguintes pontos e curvas:

- valores de curto-circuito no ponto de derivação (fornecidos pela Cemig);
- curva (mínimo e máximo) de atuação dos fusíveis de proteção do Ramal de Ligação (fornecida pela Cemig);
- corrente nominal (I_n);
- corrente de partida do relé (I_p) de fase e neutro;
- curva IEC extremamente inversa do relé com os ajustes definidos no projeto (catálogo ou manual do relé) para fase e terra;
- ajuste de atuação instantânea para fase e terra (reta perpendicular ao eixo das correntes);
- curva(s) de atuação da proteção individual de cada transformador;
- ponto ANSI do(s) transformador(es) de fase e neutro;
- I_m do(s) transformador(es);

Deve ser considerado que:

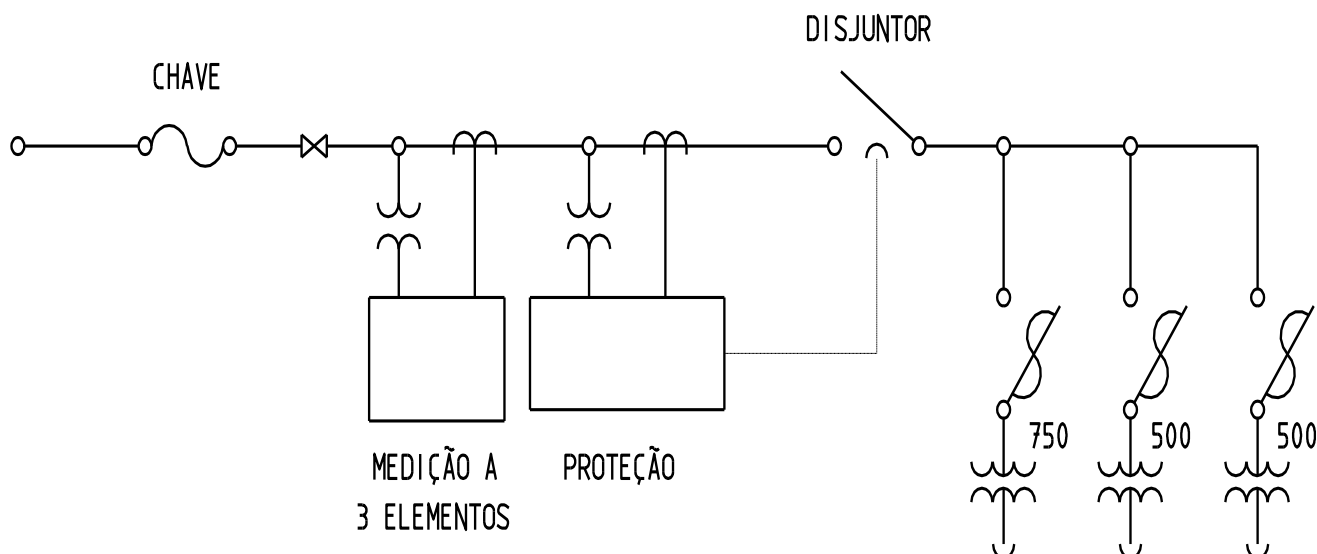
- o projetista pode usar este diagrama para estudar condições de partida de motores e outras cargas; desta análise pode resultar a melhor seqüência para energização das cargas da unidade consumidora.
- quando da elaboração do projeto, o projetista pode analisar este diagrama para verificar os ajustes previstos; esta análise pode evidenciar que um ou outro parâmetro deve ser alterado. Ou seja, durante a fase de elaboração do projeto, é provável que os ajustes e o próprio diagrama sejam refeitos para otimização da atuação dos vários níveis de proteção.

Deve ser observado na elaboração do coordenograma:

- todos os pontos e curvas devem ser identificados claramente através de legenda;
- as correntes, preferencialmente, devem ser referidas à tensão primária.

9 - EXEMPLO

Seja uma instalação atendida em 13,8kV para a qual é estimada uma demanda de 1200 kW e que possui transformadores a óleo, sendo um transformador de 750 kVA e dois de 500 kVA.



Assim, teremos:

$I_n = 1200 / 1,73 \times 13,8 \times 0,92$, considerado o fator de potência de referência (valor mínimo a ser considerado).

$$I_n = 54,64 \text{ A}$$

então I_p de fase = $1,1 \times I_n = 60,10 \text{ A}$

I_p de neutro = 33% do I_p fase = 19,80A

Considerando que o nível máximo de curto-circuito no local é 2000 A e a corrente de partida é 60,10A, trabalharemos com TC de proteção de relação 100/5 A.

Cálculo da corrente de magnetização:

Correntes nominais dos transformadores:

- 750 kVA - $I_n = 750 / 1,73 \times 13,8 = 31,42 \text{ A} \Rightarrow I_m = 251,36 \text{ A}$ por 0,1s
- 500 kVA - $I_n = 500 / 1,73 \times 13,8 = 20,94 \text{ A} \Rightarrow I_m = 167,52 \text{ A}$ por 0,1s

Assim, para toda a instalação, teremos:

$I_m = 20,94 + 20,94 + 251,36 = 293,24 \text{ A}$ por 0,1s (este ponto deverá estar abaixo da curva de atuação do relé)

I instantâneo de fase = $1,01 \times I_m = 296,17 \text{ A}$

I instantâneo de neutro = 33% (no máximo) I instantâneo de fase = 97,74A

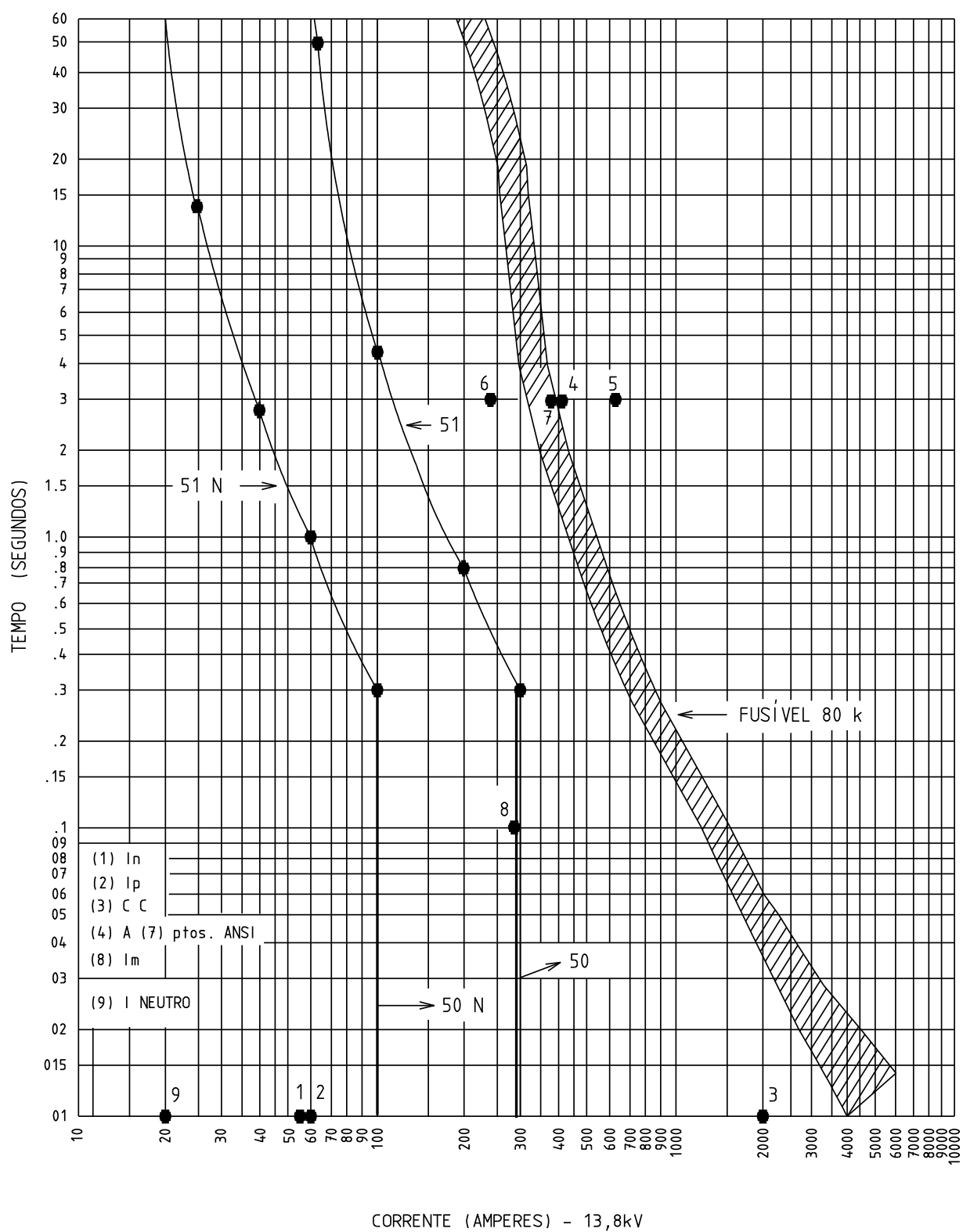
Cálculo do ponto ANSI do transformadores:

- 500 kVA - $I_{ansi} = 20 \times I_n = 20 \times 20,94 = 418,8 \text{ A}$ por 3s
- 750 kVA - $I_{ansi} = 20 \times I_n = 20 \times 31,42 = 628,4 \text{ A}$ por 3s
- 500 kVA – $I_{ansi} = 0,58 \times 418,8 \text{ A} = 242,90 \text{ A}$ por 3s
- 750 kVA – $I_{ansi} = 0,58 \times 628,4 \text{ A} = 364,47 \text{ A}$ por 3s

Estes pontos deverão estar acima da curva de atuação do relé; assim, o ponto ANSI do menor transformador vai atuar como limite máximo para atuação do relé. Caso a instalação possua um transformador de potência muito baixa deverá ser considerado que o relé não poderá protegê-lo; desta forma deverá ser projetada uma proteção específica para este transformador.

O ajuste da função instantânea (tanto para a função 50 de fase como para a de neutro) deverá ser abaixo do valor de curto-circuito no local e do valor de proteção requerido pelo menor transformador (ponto ANSI).

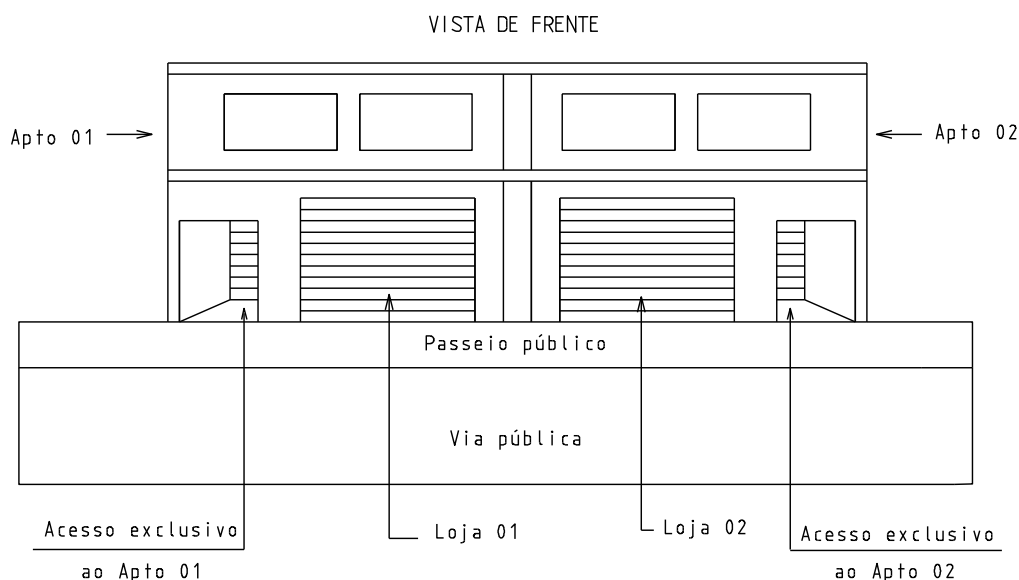
COORDENOGRAMA



ATENDIMENTO HÍBRIDO

Considerando que há determinados tipos de edificações onde o atendimento às unidades consumidoras é híbrido (ou seja, parte pela ND-5.1 e parte pela ND-5.2, parte pela ND-5.1 e parte pela ND-5.3, parte pela ND-5.2 e parte pela ND-5.3) citamos abaixo alguns exemplos de atendimento híbrido:

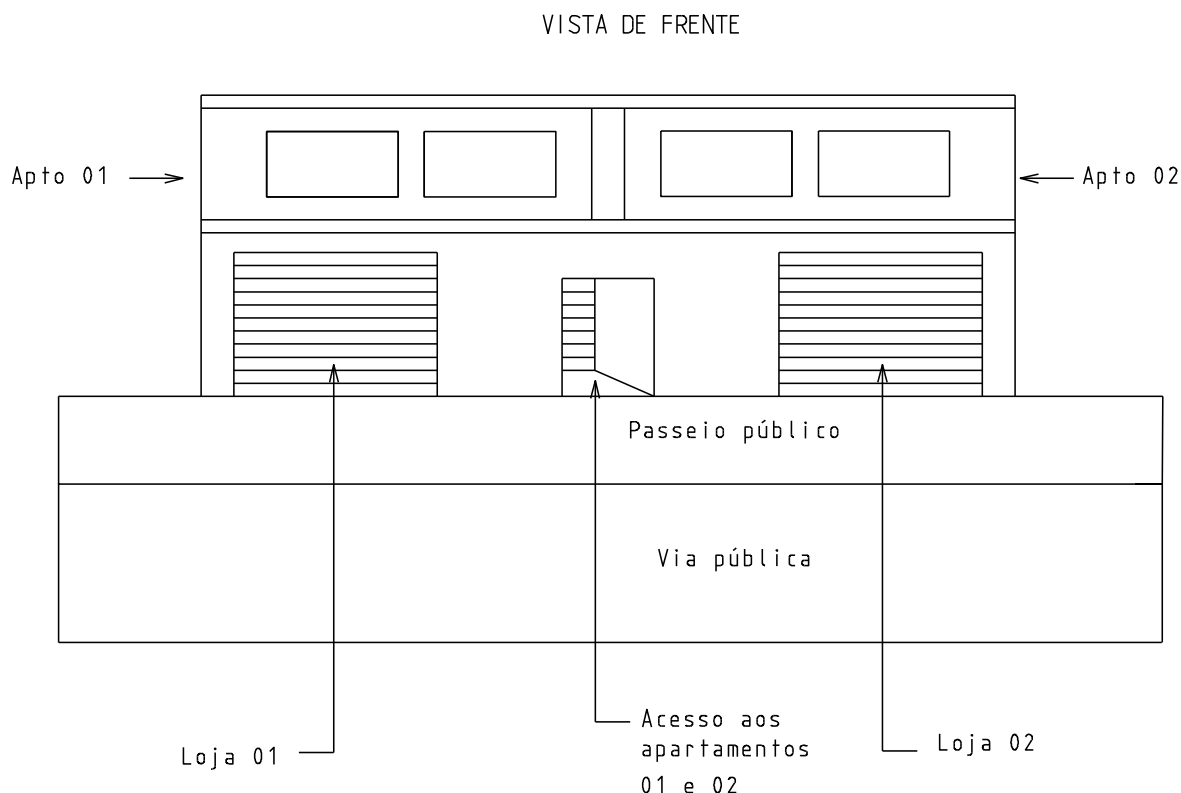
1. Situação A



NOTAS:

- 1 - Os apartamentos 01 e 02 deverão ser atendidos pela ND-5.1 (ramais de ligação e de entrada individuais) e a caixa de medição e de proteção deverá ser instalada no local de acesso exclusivo a estes apartamentos e na divisa da propriedade com o passeio público e com a leitura voltada para o passeio público. Os ramais de ligação deverão ser aéreos e ancorados, respectivamente, nas paredes dos apartamentos 01 e 02.
- 2 - As lojas 01 e 02 deverão ser atendidas pela ND-5.1 (ramais de ligação e de entrada individuais) e a caixa de medição e de proteção deverá ser instalada na parede da loja localizada na divisa com o passeio público ou dentro da loja em local de livre acesso.
Os ramais de ligação deverão ser aéreos e ancorados, respectivamente, nas paredes das lojas 01 e 02. Caso estas lojas não tenham um pé direito mínimo de 3,60 metros (para rede Cemig do mesmo lado da edificação) ou de 6,0 metros (para rede Cemig do lado contrário à edificação), os ramais de ligação poderão ser ancorados, respectivamente, nas paredes dos apartamentos 01 e 02.
- 3 - Opcionalmente, os apartamentos e as lojas poderão ser atendidos com ramal de entrada subterrâneo individual e o ponto de entrega será na derivação da rede Cemig.
- 4 - As lojas 01 e/ou 02 poderão ser atendidas na média tensão através da ND-5.3. Neste caso cada loja deverá ser atendida através de ramal de entrada subterrâneo individual e o ponto de entrega será na derivação da rede Cemig.
No projeto elétrico de média tensão deverá constar a fachada da edificação mostrando as demais entradas de energia elétrica.
O cliente deverá apresentar juntamente com o projeto elétrico uma declaração, por escrito, registrada em cartório que não haverá interligação entre as unidades consumidoras e, se ocorrer esta interligação, ele assumirá toda e qualquer responsabilidade por eventuais sinistros sob pena de ter a suspensão do fornecimento de energia elétrica. A análise do projeto elétrico fica condicionada à apresentação desta declaração.
- 5 - As lojas e os apartamentos deverão ter numeração predial distinta. Esta numeração deverá ser legível, indelével e seqüencial.

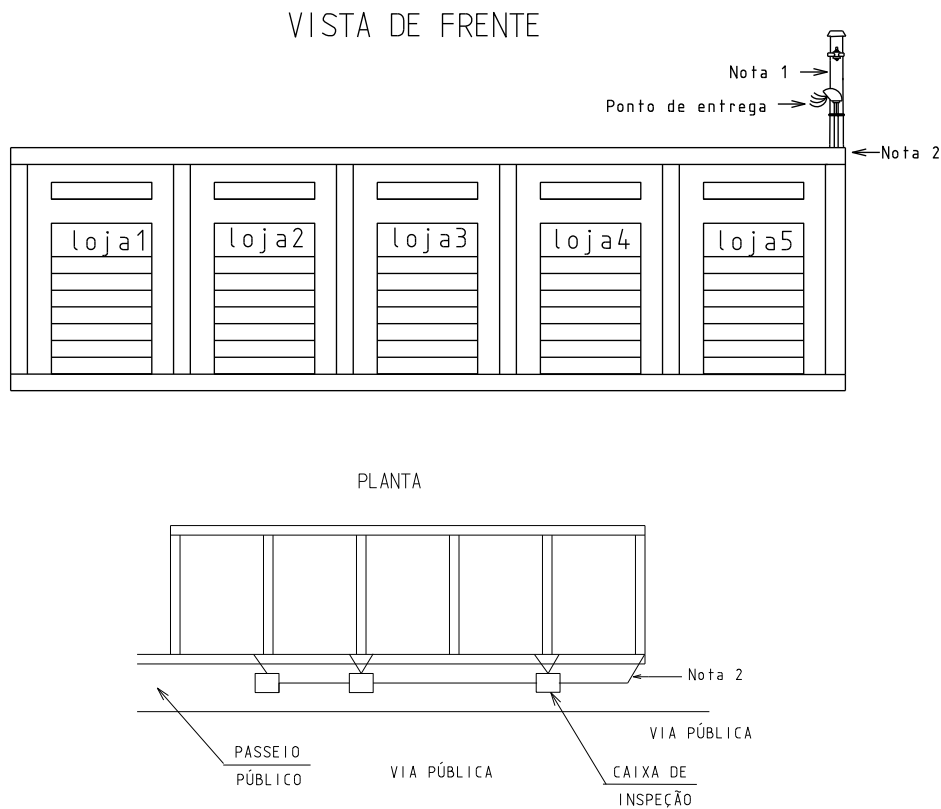
2. Situação B



NOTAS:

- 1 - Os apartamentos 01 e 02 deverão ser atendidos pela ND-5.2 e as caixas de medição e de proteção deverão ser instaladas no local de acesso exclusivo a estes apartamentos e na divisa da propriedade com o passeio público e com a leitura voltada para o passeio público. O ramal de ligação deverá ser ancorado na parede de um dos apartamentos que fica paralela ao passeio público.
- 2 - As lojas 01 e 02 deverão ser atendidas pela ND-5.1 (ramais de ligação e de entrada individuais) e a caixa de medição e de proteção deverá ser instalada na parede da loja localizada na divisa com o passeio público ou dentro da loja em local de livre acesso.
Os ramais de ligação deverão ser aéreos e ancorados, respectivamente, nas paredes das lojas 01 e 02. Caso estas lojas não tenham um pé direito mínimo de 3,60 metros (para rede Cemig do mesmo lado da edificação) ou de 6,00 metros ((para rede Cemig do lado contrário à edificação), os ramais de ligação poderão ser ancorados, respectivamente, nas paredes dos apartamentos 01 e 02.
- 3 - Opcionalmente, as lojas poderão ser atendidas com ramal de entrada subterrâneo individual e os apartamentos com ramal de entrada subterrâneo coletivo. Nestes dois casos o ponto de entrega será na derivação da rede Cemig.
- 4 - As lojas 01 e/ou 02 poderão ser atendidas na média tensão através da ND-5.3. Neste caso cada loja deverá ser atendida através de ramal de entrada subterrâneo individual e o ponto de entrega será na derivação da rede Cemig.
No projeto elétrico de média tensão deverá constar a fachada da edificação mostrando as demais entradas de energia elétrica. O cliente deverá apresentar juntamente com o projeto elétrico uma declaração, por escrito, registrada em cartório que não haverá interligação entre as unidades consumidoras e, se ocorrer esta interligação, ele assumirá toda e qualquer responsabilidade por eventuais sinistros sob pena de ter a suspensão do fornecimento de energia elétrica. A análise do projeto elétrico fica condicionada à apresentação desta declaração.
- 5 - Cada loja deverá ter a sua numeração predial distinta e deverá ter uma numeração predial para os apartamentos. Esta numeração deverá ser legível, indelével e sequencial. As caixas de medição dos apartamentos devem ser marcadas de modo a identificá-las com as respectivas unidades consumidoras.

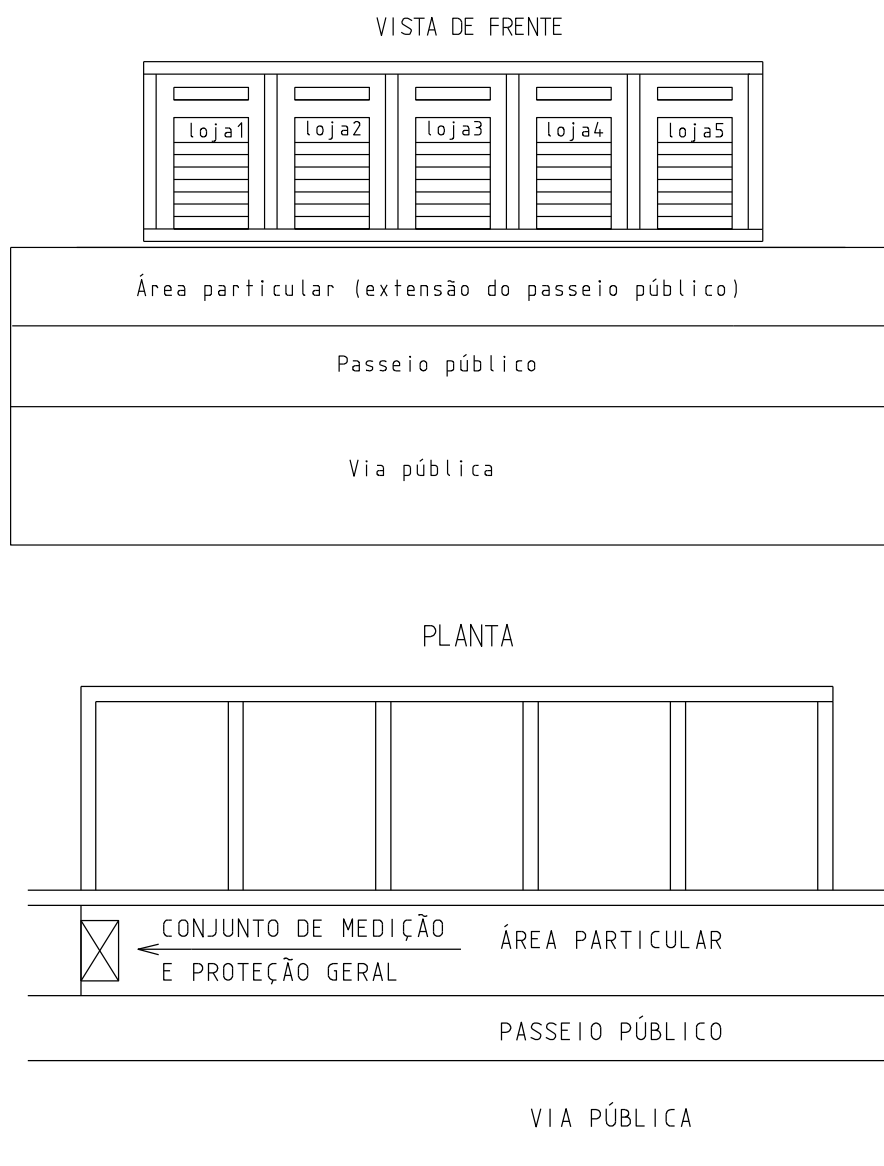
3. Situação C



NOTAS:

- 1 - As lojas deverão ser atendidas pela ND-5.1 (ramais de entrada individuais) e a caixa de medição e de proteção deverá ser instalada na parede da loja localizada na divisa com o passeio público ou dentro da loja em local de livre acesso.
O atendimento poderá ser através de apenas um ramal de ligação aéreo ancorado no pontalete conforme mostrado na figura acima para o fornecimento de energia elétrica para as lojas 1, 2 e 3 ou 3, 4 e 5. Este pontalete poderá ser instalado em qualquer uma das três lojas. Alternativamente à instalação deste pontalete, o ramal de ligação poderá ser ancorado na parede de uma das lojas desde que a loja tenha um pé direito de, no mínimo, de 3,60 metros (para rede Cemig do mesmo lado da edificação) ou de 6,00 metros (para rede Cemig do lado contrário à edificação).
- 2 - O teto da edificação poderá ser com laje ou com telhado ou com laje e telhado.
- 3 - Eletroduto dimensionado conforme as Tabelas 2 ou 8 da ND-5.2/2009. Este eletroduto segue para o pontalete.
- 4 - Os condutores do ramal de entrada deverão ser cabos unipolares de cobre, isolados com PVC-70°C para 0,6/1kV, dotados de cobertura externa de PVC ou Neoprene (condutores isolados com camada dupla) dimensionados conforme as Tabelas 2 ou 8 da ND-5.2/2009. O condutor neutro deverá ir até a última medição sem seccionamento. Quando houver o compartilhamento de fases, as conexões deverão ser feitas dentro das caixas de inspeção assim como as conexões para derivação do neutro até à medição.
- 5 - Cada loja poderá ser atendida na baixa tensão através de um ramal de ligação aéreo ancorado num pontalete instalado em cima de cada loja ou na parede da própria loja desde que tenha um pé direito de, no mínimo, de 3,60 metros (para rede Cemig do mesmo lado da edificação) ou de 6,00 metros (para rede Cemig do lado contrário à edificação).
- 6 - Quando tiver mais do que 3 (três) lojas, o atendimento para todas as lojas poderá ser através de apenas um ramal de ligação aéreo ancorado no pontalete conforme mostrado na figura acima. Neste caso deverá ser apresentado à Cemig projeto elétrico mesmo não tendo proteção geral e área de comum circulação.
- 7 - Cada loja deverá ter a sua numeração predial distinta. Esta numeração deverá ser legível, indelével e seqüencial.
- 8 - Caso possua garagem de acesso e uso comum a todas as unidades consumidoras, o atendimento será exclusivamente pela ND-5.2 devendo as medições ficarem na garagem.
- 9 - Opcionalmente, as lojas poderão ser atendidas na média tensão através da ND-5.3. Neste caso a loja a ser atendida na média tensão deverá ter ramal de entrada subterrâneo individual e o ponto de entrega será na derivação da rede Cemig.
No projeto elétrico de média tensão deverá constar a fachada da edificação mostrando as demais entradas de energia elétrica. O cliente deverá apresentar juntamente com o projeto elétrico uma declaração, por escrito, registrada em cartório que não haverá interligação entre as unidades consumidoras e, se ocorrer esta interligação, ele assumirá toda e qualquer responsabilidade por eventuais sinistros sob pena de ter a suspensão do fornecimento de energia elétrica. A análise do projeto elétrico fica condicionada à apresentação desta declaração.
- 10 - Opcionalmente, o atendimento às lojas poderá ser feito através de ramal de entrada subterrâneo. Neste caso o comprimento máximo admitido é de 30m, medido a partir da base do poste de derivação, até a primeira caixa de inspeção e de 15m entre a primeira e a última caixa de inspeção instalada no passeio junto à divisa da propriedade do consumidor independentemente da unidade consumidora estar localizada do mesmo lado ou lado contrário da rede da Cemig. Para este atendimento o ponto de entrega será na derivação da rede da Cemig.

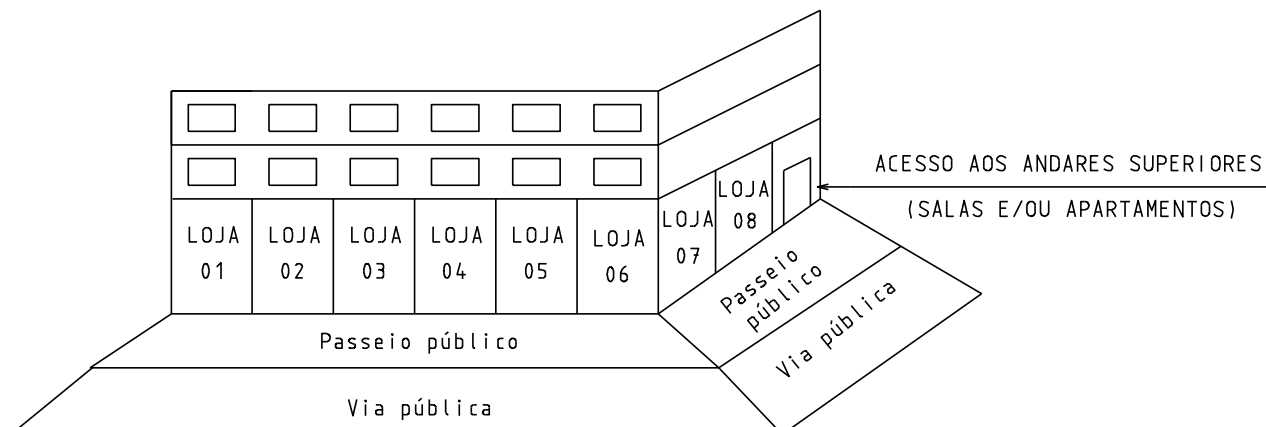
4. Situação D



NOTAS:

- 1 - Se a área particular for uma extensão do passeio público, ou seja, se não houver nenhuma divisória física entre esta área e o passeio público e se nesta área existir muro ou mureta, este poderá abrigar o conjunto de medições das lojas e o atendimento será através da ND-5.2.
- 2 - Se na área particular de extensão do passeio público não tiver um muro ou mureta, deverão ser utilizados os critérios definidos na Situação C. Cada loja deverá ter a sua numeração predial distinta. Esta numeração deverá ser legível, indelével e seqüencial.

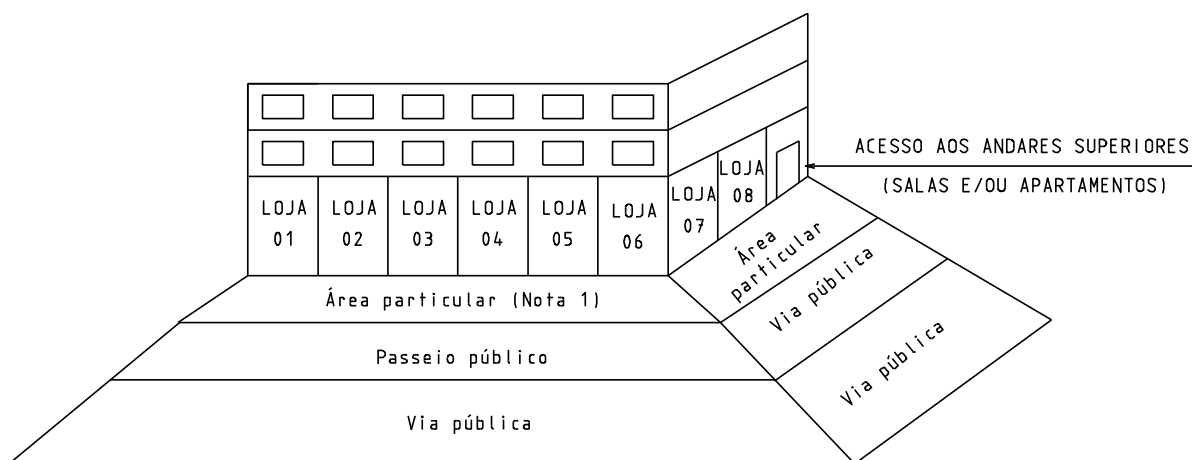
5. Situação E



NOTAS:

- 1 - As lojas do térreo são unidades consumidoras individuais desvinculadas do 1º e 2º pavimentos do prédio e estes constituem uma edificação de uso coletivo. Assim as lojas deverão ser atendidas pela ND-5.1 (ramais de entrada individuais) e a caixa de medição e de proteção deverá ser instalada na parede da loja localizada na divisa com o passeio público ou dentro da loja em local de livre acesso.
O atendimento poderá ser através de ramal de ligação aéreo ancorado na parede de uma das lojas desde que a loja tenha um pé direito de, no mínimo, de 3,60 metros (para rede Cemig do mesmo lado da edificação) ou de 6,00 metros (para rede Cemig do lado contrário à edificação). Neste caso deverá ter um ramal de ligação aéreo para atender as lojas 1, 2 e 3, outro para as lojas 4, 5 e 6 e outro para as lojas 7 e 8. Neste atendimento os condutores do ramal de entrada deverão ser cabos unipolares de cobre, isolados com PVC-70°C para 0,6/1kV, dotados de cobertura externa de PVC ou Neoprene (condutores isolados com camada dupla) dimensionados conforme as Tabelas 2 ou 8 da ND-5.2/2009. O condutor neutro deverá ir até a última medição sem seccionamento. Quando houver o compartilhamento de fases, as conexões deverão ser feitas dentro das caixas de inspeção assim como as conexões para derivação do neutro até à medição.
- 2 - Após análise da Cemig, cada loja poderá ser atendida na baixa tensão através de um ramal de ligação aéreo ancorado na parede da própria loja desde que tenha um pé direito de, no mínimo, de 3,60 metros (para rede Cemig do mesmo lado da edificação) ou de 6,00 metros (para rede Cemig do lado contrário à edificação).
- 3 - Quando tiver mais do que 3 (três) lojas ou que não se enquadram nas Tabelas 2 ou 8 da ND-5.2/2009, o atendimento para todas as lojas poderá ser através de ramal de entrada subterrâneo a partir da derivação da rede da Cemig, onde será o ponto de entrega ou através da ancoragem de um ramal de ligação aéreo na parede de uma das lojas desde que a loja tenha um pé direito de, no mínimo, de 3,60 metros (para rede Cemig do mesmo lado da edificação) ou de 6,00 metros (para rede Cemig do lado contrário à edificação). Nestes casos deverá ser apresentado à Cemig projeto elétrico mesmo não tendo proteção geral e área de comum circulação. No projeto elétrico deverá constar a entrada de energia para as salas e/ou apartamentos.
- 4 - As unidades consumidoras do 1º e 2º pavimentos deverão ser atendidas através da ND-5.2.
- 5 - Caso a edificação deste exemplo possua garagem no sub-solo e esta seja de acesso e uso comum a todas as unidades consumidoras (lojas e salas/apartamentos), o atendimento será exclusivamente pela ND-5.2 devendo as medições ficarem na garagem.
- 6 - Cada loja deverá ter a sua numeração predial distinta e deverá ter uma numeração predial para as salas e/ou apartamentos. Esta numeração deverá ser legível, indelével e sequencial. As caixas de medição das salas e/ou apartamentos devem ser marcadas de modo a identificá-las com as respectivas unidades consumidoras.
- 7 - Opcionalmente, as lojas poderão ser atendidas na média tensão através da ND-5.3. Neste caso a loja a ser atendida na média tensão deverá ter ramal de entrada subterrâneo individual e o ponto de entrega será na derivação da rede Cemig.
No projeto elétrico de média tensão deverá constar a fachada da edificação mostrando as demais entradas de energia elétrica. O cliente deverá apresentar juntamente com o projeto elétrico uma declaração, por escrito, registrada em cartório que não haverá interligação entre as unidades consumidoras e, se ocorrer esta interligação, ele assumirá toda e qualquer responsabilidade por eventuais sinistros sob pena de ter a suspensão do fornecimento de energia elétrica. A análise do projeto elétrico fica condicionada à apresentação desta declaração.
- 8 - Opcionalmente, o atendimento às lojas poderá ser feito através de ramal de entrada subterrâneo. Neste caso o comprimento máximo admitido é de 30m, medido a partir da base do poste de derivação, até a primeira caixa de inspeção e de 15m entre a primeira e a última caixa de inspeção instalada no passeio junto à divisa da propriedade do consumidor independentemente da unidade consumidora estar localizada do mesmo lado ou lado contrário da rede da Cemig. Para este atendimento o ponto de entrega será na derivação da rede da Cemig.
- 9 - Opcionalmente, o atendimento às unidades consumidoras do 1º e 2º pavimentos poderá ser feito através de ramal de entrada subterrâneo e o ponto de entrega será na derivação da rede Cemig.

6. Situação F



o

NOTAS:

- 1 - Se a área particular for uma extensão do passeio público, ou seja, se não houver nenhuma divisória física entre esta área e o passeio público e se nesta área existir muro ou mureta lateral, este poderá abrigar o conjunto de medições das lojas e/ou das salas e apartamentos e o atendimento deverá ser através da ND-5.2.
- 2 - As lojas do térreo são unidades consumidoras individuais desvinculadas do 1º e 2º pavimentos do prédio e estes constituem uma edificação de uso coletivo. Assim, as salas e/ou apartamentos deverão ser atendidas através da ND-5.2, sendo a entrada de energia distinta das entradas de energia para as lojas.
- 3 - Caso a edificação deste exemplo possua garagem no sub-solo e esta seja de acesso e uso comum a todas as unidades consumidoras (lojas e salas/apartamentos), o atendimento será exclusivamente pela ND-5.2 devendo as medições ficarem na garagem.
- 4 - Deverá ser apresentado à Cemig projeto elétrico contemplando todas as entradas de energia para o atendimento à edificação mostrada acima.
- 5 - Opcionalmente, as lojas poderão ser atendidas na média tensão através da ND-5.3. Neste caso a loja a ser atendida na média tensão deverá ter ramal de entrada subterrâneo individual e o ponto de entrega será na derivação da rede Cemig.

No projeto elétrico de média tensão deverá constar a fachada da edificação mostrando as demais entradas de energia elétrica. O cliente deverá apresentar juntamente com o projeto elétrico uma declaração, por escrito, registrada em cartório que não haverá interligação entre as unidades consumidoras e, se ocorrer esta interligação, ele assumirá toda e qualquer responsabilidade por eventuais sinistros sob pena de ter a suspensão do fornecimento de energia elétrica. A análise do projeto elétrico fica condicionada à apresentação desta declaração.

ANEXO C

(Local para selo de análise de conformidade com as normas CEMIG e ABNT)	Informações complementares: Coordenadas, Transformador, Nº de Orçamento, Etc.		p a r a u s o d a C E M I G
	Carga Instalada		
	Demanda		
Dados e Logotipo do Projetista (opcional)			
Título/Conteúdo			
Nome do Empreendimento	CPF/CNPJ	Finalidade	
Endereço	Bairro	Cidade	
Número e data da ART de projeto		Número e data da ART de execução	
Proprietário _____	CNPJ/CPF/Identidade	Telefone	
Nome			
Contratante (se existir, além do proprietário) _____	CNPJ/CPF/Identidade	Telefone	
Nome			
Endereço completo para correspondência do PROJETISTA e endereço completo para correspondência do PROPRIETÁRIO			
RT (Engº _____)	CREA / Estado	Folha	Data
Nome			
Telefone			

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-2.1 - Instalações básicas de redes de distribuição aéreas urbanas (versão de março de 2002)
2. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-2.2 – Instalações básicas de redes de distribuição aéreas rurais (versão de outubro de 1997)
3. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-2.3 - Instalações básicas de redes de distribuição subterrânea
4. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-2.6 - Padrões e especificações de materiais e equipamentos (versão de setembro de 1991)
5. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-2.7 - Instalações básicas de redes de distribuição aéreas isoladas (versão de dezembro de 2000)
6. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-2.9 - Instalações básicas de redes de distribuição aéreas protegidas (versão de agosto de 2006)
7. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-3.1 - Projetos de redes de distribuição aéreas urbanas (versão de setembro de 2005)
8. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-3.2 - Projetos de redes de distribuição aéreas rurais (versão de outubro de 1985)
9. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-4.51 - Sinalização de segurança para serviços de distribuição (versão de janeiro de 1986)
10. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-5.1 - Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária - Rede de Distribuição Aérea - Edificações Individuais
11. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-5.5 - Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária - Rede de Distribuição Subterrânea (versão de abril de 1993)
12. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-5.6 - Medição de Energia - Rede de Distribuição Aérea (versão de dezembro de 2002)
13. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-5.11 - Condições gerais de fornecimento
14. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-5.13 - Fornecimentos de energia elétrica sujeitos a contrato
15. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-5.18 - Atendimento a consumidores - Ligação, desligação e religação
16. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-5.26 - Fornecimento especiais - Instalação e Medição
17. CEMIG - Estudo de Distribuição - ED-1.3 - Partida de motores e sua influência nas redes de distribuição (versão de janeiro de 1992)
18. CEMIG - Estudo de Distribuição - ED-3.3 – Proteção contra sobrecorrentes em redes de distribuição aéreas - (versão de novembro de 1994)
19. CEMIG - Estudo de Distribuição - ED-5.13 - Cabos multiplexados para ramal de ligação (versão de dezembro de 1986)
20. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-5.26 - Fornecimento especiais - Instalação e Medição

21. CEMIG - Manual do Consumidor nº 11 - Materiais e equipamentos aprovados para padrões de entrada (distribuição gratuita - edição anual)
22. ABNT – NBRIEC 60050(826)- Instalação elétrica predial (versão de novembro de 1987)
23. ABNT – NBRNM 247-3- Condutores isolados com isolação extrudada de cloreto de polivinila (PVC) para tensões até 750V, sem cobertura – Especificação (versão de fevereiro de 2002)
24. ABNT-NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão (versão de setembro de 2004)
25. ABNT-NBR 5460 - Sistemas elétricos de potência (versão de abril de 1992)
26. ABNT-NBR 5624 - Eletroduto rígido de aço-carbono, com costura, com revestimento protetor e rosca NBR 8133 (versão de dezembro de 1993)
27. ABNT - NBR 6323 – galvanização de produtos de aço ou ferro fundido – Especificação (versão de novembro de 2007)
28. ABNT - NBR 6591 - Tubos de aço-carbono com solda longitudinal, de seção circular, quadrada, retangular e especial para fins industriais (versão de julho de 2008)
29. ABNT-NBR 7288 - Cabos de potência com isolação sólida e extrudada de cloreto de polivinila (PVC) ou polietileno (PE) para tensões de 1 kV a 6 kV (versão de novembro de 1994)
30. ABNT-NBR 8451 - Postes de concreto armado para redes de distribuição de energia elétrica (versão de fevereiro de 1998)
31. ABNT-NBR 9369 - Transformadores subterrâneos - Características elétricas e mecânicas – Padronização (versão de 1986)
32. ABNT-NBR 10295 – Transformadores de potência secos (versão 1998)
33. ABNT-NBR 11742 – Porta corta fogo para saída de emergência (versão 2003)
34. ABNT-NBR 14039 - Instalações elétricas de média tensão (de 1,0 a 36,2 kV) (versão de 2005)
35. ABNT - NBR 15465 – Sistemas de eletrodutos plásticos para instalações elétricas de baixa tensão – Requisitos de desempenho (versão de agosto de 2008)
36. ABNT-NBR 62271-200 – Conjunto de manobra e controle em invólucro metálico para tensões acima de 1kV até 36,2kV - Especificação
37. ANEEL- Resolução 456 de 29-11-2000 - Resolução que dispõe sobre as condições gerais de fornecimento a serem observadas na prestação e utilização do serviço de energia elétrica
38. ANEEL 112 de 18/05/1999 – Resolução que estabelece os requisitos necessários à obtenção de registro ou autorização para a implantação, ampliação ou repotenciação de centrais geradoras termelétricas, eólicas e de outras fontes alternativas de energia
39. ANEEL 281 de 01/10/1999 – Resolução que estabelece as condições gerais de contratação do acesso, compreendendo o uso e a conexão, aos sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica