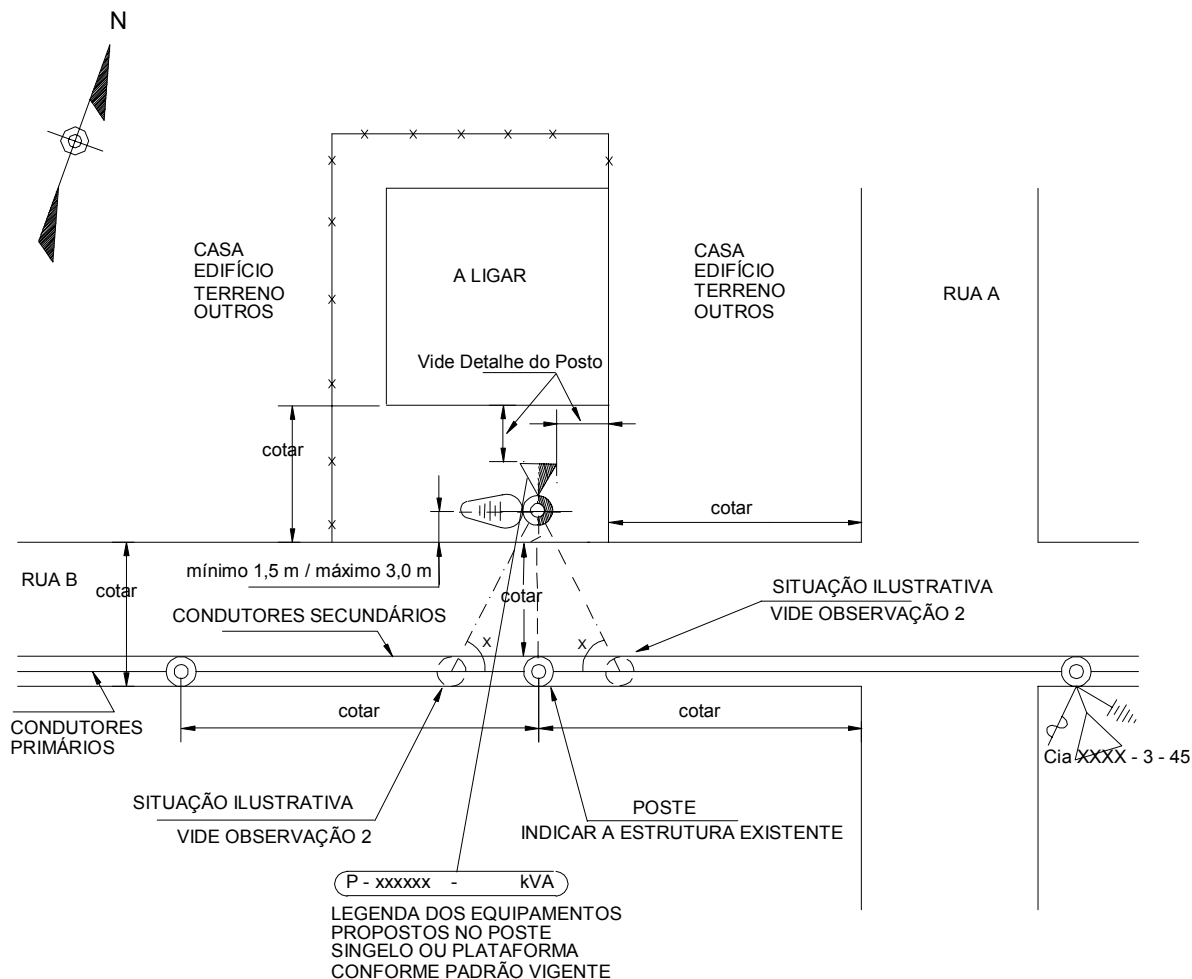


## ANEXO I - a

### DESENHO ORIENTATIVO PARA ELABORAÇÃO DE CROQUI DE LOCALIZAÇÃO

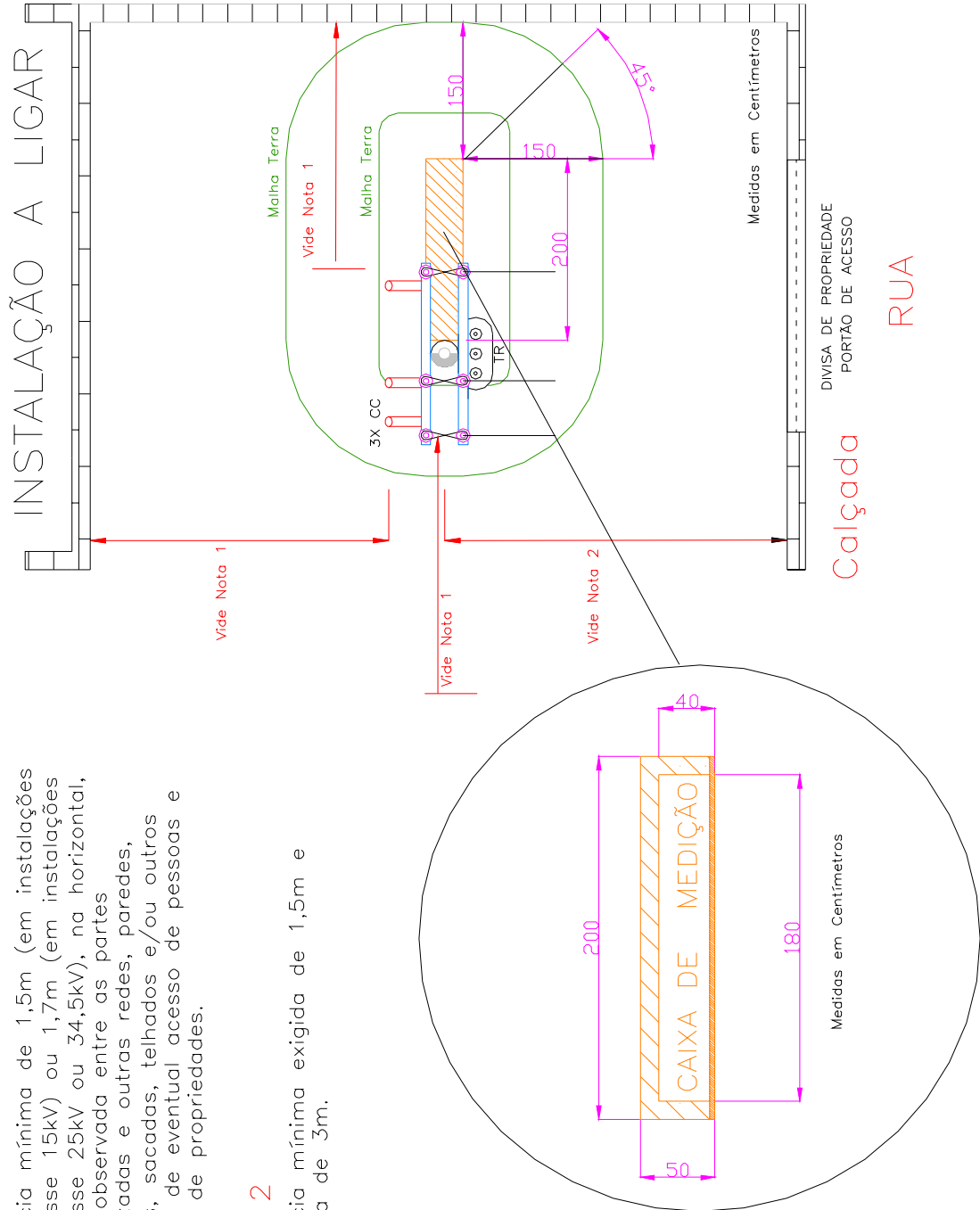


#### OBSERVAÇÕES:

1) A localização do poste ou plataforma deve preferencialmente permitir acesso de guindauto e deve ser observada uma distância mínima de 1,50m (em instalações de classe 15kV) ou 1,70m (em instalações de classe 25kV e 34,5kV) na horizontal, entre as partes energizadas e de outra rede elétrica, janelas, sacadas, telhados e/ou outros pontos de eventual acesso de pessoas e limites de propriedades.

2) O ângulo (X) permissível, em caso de situação com posteamento da CPFL não localizado defronte ao poste primário, é de 60 graus.

## ANEXO I - b DETALHES DO POSTO PRIMÁRIO



### NOTAS:

#### Nota 1

Distância mínima de 1,5m (em instalações de classe 15kV) ou 1,7m (em instalações de classe 25kV ou 34,5kV), na horizontal, a ser observada entre as partes energizadas e outras redes, paredes, janelas, sacadas, telhados e/ou outros pontos de eventual acesso de pessoas e limites de propriedades.

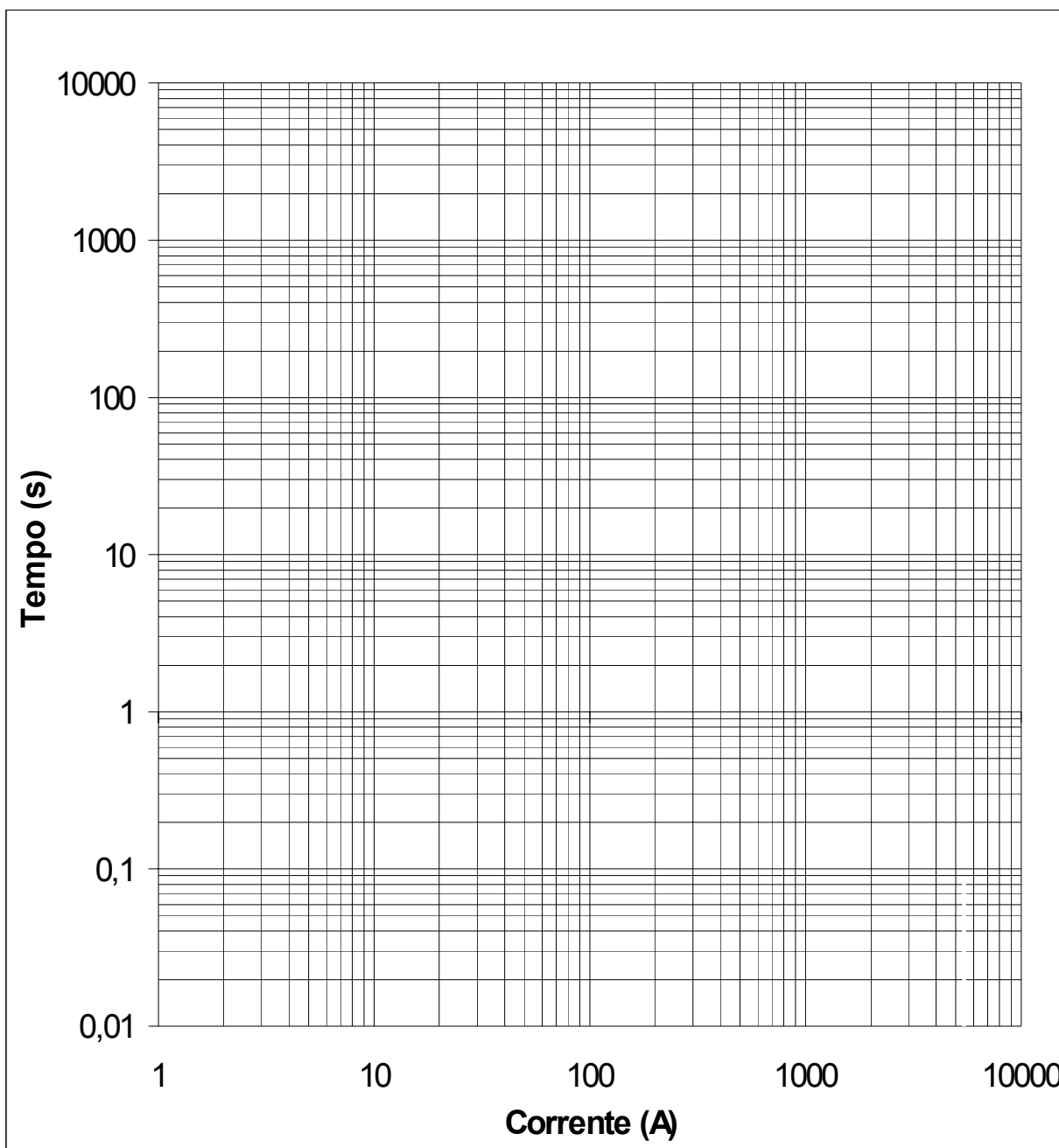
#### Nota 2


Distância mínima exigida de 1,5m e máxima de 3m.



Tipo de Documento: Norma Técnica  
Área de Aplicação: Distribuição  
Título do Documento: Fornecimento em Tensão Primária 15kV, 25kV e 34,5kV  
- Volume 3 - Anexos

## ANEXO II Gráfico Tempo x Corrente



	Tipo de Documento: Norma Técnica
	Área de Aplicação: Distribuição
	Título do Documento: Fornecimento em Tensão Primária 15kV, 25kV e 34,5kV - Volume 3 - Anexos

## ANEXO III-a


### ROTEIRO DE INSPEÇÃO DE INSTALAÇÕES PARTICULARES POSTO DE MEDIÇÃO E TRANSFORMAÇÃO EM CABINE

#### 1. ENTRADA AÉREA EM MT

- 1.1- Verificar se os Corta-circuitos (chaves-fusíveis) e Garra de Linha Viva estão abertos.  
( ) s ( ) n
- 1.2- Seccionamento e aterramento de alambrados e cercas;
- 1.3- Estruturas intermediárias;
- 1.3.1- Padrão e material utilizado;
- 1.3.2- Enfincamento, apiloamento e prumo dos postes;
- 1.3.3- Esquadro e nivelamento das cruzetas;
- 1.3.4- Bitola, nivelamento e tensionamento dos condutores;
- 1.3.5- Afastamento dos cabos com relação a construções, placas, etc...
- 1.3.6- Altura da rede com relação ao solo;
- 1.4- Fixação da rede no prédio da cabina
- 1.4.1- Altura com relação ao solo;
- 1.4.2- Cadeia de isoladores e sua fixação;
- 1.4.3- Fixação do neutro e interligação com aterramento;
- 1.4.4- Fixação do pára raio e comprimento dos jumpers;
- 1.4.5- Chapa de aço galvanizada para fixação das buchas de passagem;
- 1.4.6- Aterramento;


#### 2. ENTRADA SUBTERRÂNEA EM MT

- 2.1- Verificar se os Corta-circuitos (chaves-fusíveis) e Garra de Linha Viva estão abertos.  
( ) s ( ) n
- 2.2- Ligação da mufla à chave
- 2.3- Placa de identificação da edificação na cruzeta da mufla
- 2.4- Aterramento, posicionamento e espaçamento das muflas
- 2.5- Interligação neutro-terra-neutro CPFL. ( ) s ( ) n
- 2.6- Identificação das fases nos cabos das muflas. ( ) s ( ) n
- 2.7- Posicionamento dos cabos em relação a rede secundária, braço de iluminação e derivações
- 2.8- Massa Calafetadora e bucha na entrada do Eletroduto. ( ) s ( ) n
- 2.9- Bandagem mínimo 3
- 2.10- Eletroduto (características, altura);
- 2.11- Caixas de passagem para os cabos de MT
- 2.11.1- Dimensionamento
- 2.11.2- Limpeza, brita, massa calafetadora e bucha nos dutos
- 2.11.3- Circuito completo em um só duto. ( ) s ( ) n
- 2.11.4- Folga e curvatura do cabo. ( ) s ( ) n
- 2.11.5- Alça da tampa. ( ) s ( ) n
- 2.11.6- Profundidade dos dutos
- 2.11.7- Verificar encaminhamento dos cabos e dutos até a cabine de acordo com o projeto.

	Tipo de Documento: Norma Técnica
	Área de Aplicação: Distribuição
	Título do Documento: Fornecimento em Tensão Primária 15kV, 25kV e 34,5kV - Volume 3 - Anexos

### 3. CABINE

- 3.1- Garagem em frente a cabine. ( ) s ( ) n
- 3.2- Ferrolho em cadeado. ( ) s ( ) n
- 3.3- Placa de advertência na porta. ( ) s ( ) n
- 3.4- Distância entre piso e porta (entre 0,5 a 1cm)
- 3.5- Nível entre piso de garagem e cabina (entrada de água na cabine)
- 3.6- Interruptor no lado de fora da cabina. ( ) s ( ) n
- 3.7- Caixa para guarda da chave reserva acima da porta da cabine
- 3.8- Iluminação da cabine
- 3.9- Identificação e aterramento da porta corta fogo
- 3.10- Suporte das grades de proteção removíveis. ( ) s ( ) n
- 3.11- Grades de proteção, aterramento, altura do piso e placa de advertência.
- 3.12- Altura e aterramento do suporte das muflas
- 3.13- Fixação da muflas e proteção dos cabos. ( ) s ( ) n
- 3.14- Aterramento das muflas. ( ) s ( ) n
- 3.15- Identificação do faseamento nos cabos das muflas. ( ) s ( ) n
- 3.16- Especificações dos cabos de média tensão
- 3.17- Vedação dos dutos de entrada dos cabos de média tensão. ( ) s ( ) n
- 3.18- Especificações e espaçamento dos vergalhões
- 3.19- Identificação do faseamento de acordo com o trafo. ( ) s ( ) n
- 3.20- Isoladores 15kV ou 25kV ou 34,5kV. ( ) s ( ) n
- 3.21- Aterramento do suporte dos isoladores. ( ) s ( ) n
- 3.22- Fusíveis limitadores (amperagem e marca de acordo com trafo)
- 3.23- Aterramento suporte dos fusíveis limitadores. ( ) s ( ) n
- 3.24- N° do trafo a vista pelo lado de fora da grade de proteção ( ) s ( ) n
- 3.25- Interligação do neutro ao aterramento do trafo. ( ) s ( ) n
- 3.26- Espaçamento e esforço dos cabos secundários na saída do trafo
- 3.27- Especificações dos cabos secundários, identificação das fases
- 3.28- Especificações da calha, canaleta, eletrodutos ou bandeja e acomodação dos cabos
- 3.29- Aterramento da calha ou bandeja e tampas. ( ) s ( ) n
- 3.30- Aterramento suporte dos cabos secundários quando existir. ( ) s ( ) n
- 3.31- Caixas de inspeção da malha de aterramento, massa e brita
  - 3.31.1- Bitola dos cabos
  - 3.31.2- Conexão da haste ao cabo de aterramento
  - 3.31.3- Massa calafetadora após a inspeção
- 3.32- Anel de aterramento. ( ) s ( ) n
- 3.33- Medição do aterramento na caixa de inspeção em que ocorre a interligação do neutro da rua com a malha de terra;
- 3.34- Trava, acionamento, aterramento, abafadores
- 3.35- Vidro e aterramento vitraux
- 3.36- Verificar e conferir: dimensões, disposição da cabina, abafadores e vitraux de acordo com projeto e norma
- 3.37- Espaçamento da área de circulação;

	Tipo de Documento: Norma Técnica
	Área de Aplicação: Distribuição
	Título do Documento: Fornecimento em Tensão Primária 15kV, 25kV e 34,5kV - Volume 3 - Anexos

#### 4. COMPARTIMENTO DO DISJUNTOR

- 4.1- Dimensões do compartimento;
- 4.2- Espaçamento entre equipamentos/acessórios e a parede ou grade de proteção;
- 4.3- Aterramento das partes metálicas e grade
- 4.4- Especificações, posicionamento e acionamento da chave faca
- 4.5- Aterramento do suporte e manúbrio da chave faca. ( ) s ( ) n
- 4.6- Especificações e espaçamento dos vergalhões
- 4.7- Especificações do disjuntor
- 4.8- Posicionamento do disjuntor. ( ) s ( ) n
- 4.9- Acionamento do disjuntor ;
- 4.10- Verificação dos ajustes do disjuntor;


#### 5. MEDIÇÃO EM MÉDIA TENSÃO

- 5.1- Compartimento de medição em média tensão
  - 5.1.1- Dimensões do compartimento
  - 5.1.2- Espaçamento entre equipamentos / acessórios e a parede ou grade de proteção;
  - 5.1.3- Estrutura, dutos, caixas de passagem, dimensão, disposição, fixação e aterramento da prateleira;
  - 5.1.4- Fixação dos TPs e TCs;
  - 5.1.5- Grades de proteção;
  - 5.1.6- Dispositivos para lacre nas portas de acesso à MT;
- 5.2- Quadro de medição
  - 5.2.1- Eletrodutos;
  - 5.2.2- Dimensão, altura e espessura do quadro de madeira;
  - 5.2.3- Tomada de energia para o QM;

#### 6. MEDIÇÃO NA BAIXA TENSÃO

- 6.1- Dimensões da caixa, espessura e material da chapa, portas, arruelas, buchas e calafetação;
- 6.2- Altura do quadro, calçamento, acesso, área de circulação;
- 6.3- Dimensão e espessura do quadro de madeira para fixação dos equipamentos e medidores;
- 6.4- Aterramento do QM e caixas
- 6.5- Faseamento dos cabos de entrada e saída da chave. ( ) s ( ) n
- 6.6- Aterramento da chave ( ) s ( ) n
- 6.7- Alça na tampa da caixa do TC. ( ) s ( ) n
- 6.8- Especificações da caixa de proteção do TC
- 6.9- Aterramento da caixa do TC. ( ) s ( ) n
- 6.10- Especificações e faseamento dos cabos
- 6.11- Suporte para cabos acima de 150mm<sup>2</sup>. ( ) s ( ) n
- 6.12- Materiais para ligação dos TC's. ( ) s ( ) n
- 6.13- Posição e medidas das caixas proteção dos medidores de kWh e kVA<sub>rh</sub>
- 6.14- Especificações da chave após medição (deve ser de abertura com carga);
- 6.15- Capacidade do disjuntor ou fusíveis da chave geral. ( ) s ( ) n
- 6.16- Aterramento do compartimento do TC. ( ) s ( ) n
- 6.17- Anel de aterramento de QM afastado do posto de transformação (verificar interligação com o posto de transformação e distância máxima entre QM e o posto);
- 6.18- Verificação da existência dos 6 terminais e o conector parafuso fendido necessários para ligação dos TCs;

N.Documento: 2858	Categoria: Manual	Versão: 2.1	Aprovado por: Paulo Ricardo Bombassaro	Data Publicação: 10/09/2012	Página: 6 de 16
----------------------	----------------------	----------------	---	--------------------------------	--------------------

	Tipo de Documento: Norma Técnica
	Área de Aplicação: Distribuição
	Título do Documento: Fornecimento em Tensão Primária 15kV, 25kV e 34,5kV - Volume 3 - Anexos

## ANEXO III-b ROTEIRO DE INSPEÇÃO DE INSTALAÇÕES PARTICULARES POSTO DE TRANSFORMAÇÃO AO TEMPO

### 1. ENTRADA AÉREA EM MT

- 1.1- Verificar se os Corta-circuitos (chaves-fusíveis) e Garras de Linha Viva estão abertos.  
( ) s ( ) n;
- 1.2- Seccionamento e aterramento de alambrados e cercas;
- 1.3- Estruturas intermediárias;
- 1.3.1- Padrão e material utilizado;
- 1.3.2- Enfincamento, apiloamento e prumo dos postes;
- 1.3.3- Esquadro e nivelamento das cruzetas;
- 1.3.4- Bitola, nivelamento e tensionamento dos condutores;
- 1.3.5- Afastamento dos cabos com relação a construções, placas, etc...;
- 1.3.6- Altura da rede com relação ao solo.


### 2. ESTRUTURA DE TRANSFORMAÇÃO AO TEMPO

- 2.1- Postes, cruzetas e isoladores (padrão, prumo, capacidade, altura);
- 2.2- Eletroduto (diâmetro, altura, bandagem, bucha, massa de calafetação e material);
- 2.3- Transformador (capacidade, padrão, aterramento, fixação);
- 2.4- Chaves corta circuitos (inclinação, ângulo, fixação, distâncias, capacidade, fusíveis);
- 2.5- Jumper (padrão, material, conexões);
- 2.6- Pára-raios (fixação, aterramento, conexões);
- 2.7- Conexões (quantidade e qualidade de compressões);
- 2.8- Neutro (fixação, interligação com o aterramento, conexões, flecha, tensionamento e altura);

### 3. QUADRO DE MEDIÇÃO

- 3.1- Dimensões da caixa, espessura e material da chapa, portas, arruelas, buchas e calafetação;
- 3.2- Acabamento da alvenaria, altura do quadro, calçamento, acesso, área de circulação, pingadeira;
- 3.3- Dimensão e espessura do quadro de madeira para fixação dos equipamentos e medidores;
- 3.4- Aterramento do QM e caixas;
- 3.5- Faseamento dos cabos de entrada e saída da chave. ( ) s ( ) n;
- 3.6- Aterramento da chave ( ) s ( ) n;
- 3.7- Alça na tampa da caixa do TC. ( ) s ( ) n;
- 3.8- Especificações da caixa de proteção do TC;
- 3.9- Aterramento da caixa do TC. ( ) s ( ) n;
- 3.10- Especificações e faseamento dos cabos;
- 3.11- Suporte para cabos acima de 150mm<sup>2</sup>. ( ) s ( ) n;
- 3.12- Materiais para ligação dos TC's. ( ) s ( ) n;
- 3.13- Posição e medidas das caixas proteção dos medidores de kWh e kVarh;
- 3.14- Especificações da chave após medição (deve ser de abertura com carga);
- 3.15- Capacidade do disjuntor ou fusíveis da chave geral. ( ) s ( ) n;
- 3.16- Aterramento do compartimento do TC. ( ) s ( ) n;
- 3.17- Anel de aterramento de QM afastado do posto de transformação (verificar interligação com o posto de transformação e distância máxima entre QM e o posto);
- 3.18- Os 6 terminais e o conector parafuso fendido disponíveis;


N.Documento: 2858	Categoria: Manual	Versão: 2.1	Aprovado por: Paulo Ricardo Bombassaro	Data Publicação: 10/09/2012	Página: 7 de 16
----------------------	----------------------	----------------	---	--------------------------------	--------------------

	Tipo de Documento: Norma Técnica
	Área de Aplicação: Distribuição
	Título do Documento: Fornecimento em Tensão Primária 15kV, 25kV e 34,5kV - Volume 3 - Anexos

#### 4. ATERRAMENTO

- 4.1- Medição do aterramento na caixa de inspeção em que ocorre a interligação do neutro da rua com a malha de terra;
- 4.2- Caixas de inspeção do aterramento;
- 4.2.1- Bitola dos cabos;
- 4.2.2- Conexão da haste ao cabo de aterramento;
- 4.2.3- Massa calafetadora após a inspeção;



	Tipo de Documento: Norma Técnica
	Área de Aplicação: Distribuição
	Título do Documento: Fornecimento em Tensão Primária 15kV, 25kV e 34,5kV - Volume 3 - Anexos

**ANEXO IV**  
**ESTUDO DE COORDENAÇÃO DA PROTEÇÃO DE UM CONSUMIDOR**  
 (modelo)  
**Proteção de consumidores - MT**

## INTRODUÇÃO

Este estudo tem por objetivo mostrar um exemplo com os requisitos mínimos necessários para aprovação do projeto de coordenação de distribuição, para consumidores na área de concessão da CPFL.

## MEMORIAL DESCRITIVO

### 1- Identificação

Interessado: Cliente XXX Ltda.

Carga total: 1000kVA


Demanda contratada: 900kVA

### 2- Exemplo de valores de curto-circuito fornecidos pela CPFL

As correntes de curto-circuito e as impedâncias informadas são referentes ao ponto de entrega do cliente e poderão sofrer alterações em função de eventuais alterações na configuração do sistema elétrico de distribuição. O máximo valor de curto circuito previsto nas barras de média tensão das subestações é de **10kA simétrico**, valor este que deve ser utilizado para os cálculos de saturação do TCs, pois assim o sistema de proteção do cliente estará resguardado de qualquer alteração no sistema elétrico de distribuição.

Os valores de correntes de curto circuito no ponto de entrega do cliente são os seguintes:

Curto circuito	Simétrica (A)	Assimétrica (A)
Trifásico	4735	7617
Bifásico	4101	6596
Fase - Terra ( $Z_n = 0\Omega$ )	3551	5385
Fase - Terra ( $Z_n = 40\Omega$ )	170	173

	Tipo de Documento: Norma Técnica
	Área de Aplicação: Distribuição
	Título do Documento: Fornecimento em Tensão Primária 15kV, 25kV e 34,5kV - Volume 3 - Anexos

### 3- Exemplo de ajustes da proteção do alimentador fornecidos pela CPFL:

RTC: 600 / 5

Relés	Fase	Neutro	51GS
Fabricante	XXXXX	XXXXX	XXXXX
Tipo	XXXXX	XXXXX	XXXXX
Tap	5,0	0,5	0,1
Corrente primária	600	60	12
Curva	0,2 MI	0,2 NI	0,4 NI
Instantâneo	32	21	-
Corrente primária	3840	2520	-

### 4- Potência Instalada e Demanda Prevista

4.1 – Potência(s) do(s) trafo(s):

$$P = 1000 \text{ kVA}$$

4.2 - Demanda prevista:

$$D = 900 \text{ kVA}$$

4.3 - Impedância de Curto-Circuito: Catálogo do fabricante ou de acordo com a NBR 12454 (Tabela 3)

$$Z\%_{\text{trafo}} = 5\%$$

4.4 - Corrente Nominal:


$$I_n = \frac{P(\text{kVA})}{\sqrt{3} \times V_{\text{ff}}(\text{kV})} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 11,9} \rightarrow I_n = 48,5 \text{ A}$$

4.5 - Corrente de Inrush e ponto ANSI do Trafo:

Conforme catálogo do fabricante

$$I_{\text{inrush}} = 582 \text{ A}$$

$$P_{\text{ansi}} = 562,6 \text{ A}$$

	Tipo de Documento: Norma Técnica
	Área de Aplicação: Distribuição
	Título do Documento: Fornecimento em Tensão Primária 15kV, 25kV e 34,5kV - Volume 3 - Anexos

## 5- Dimensionamento dos TCs

É importante que os TCs de proteção retratem com fidelidade as correntes de defeito, sem sofrer os efeitos da saturação. Somente devem entrar em saturação para valores de elevada indução magnética, o que corresponde a uma corrente de 20 vezes a corrente nominal primária.

$$I_{np} = \frac{I_{cc3\phi}(assim)}{20} \rightarrow I_{np} = 380 A$$

**Adotando corrente nominal de 300A  $\rightarrow$  300/5 (Como a carga do TC é bem menor que sua carga nominal, tentaremos um TC: relação 300/5 e 10B50, para obtermos uma melhor precisão)**

Como a corrente de curto-circuito assimétrica no ponto de entrega é menor que 10 kA o cálculo de saturação do TC será feito para 10 kA.

### • Cálculo de saturação dos TCs para 10 kA

Utilizando um relé com carga de 0,3 VA e 20 m de condutores de cobre de 2,5 mm<sup>2</sup>, temos:

$$Z_{Total} = Z_{Fiação} + Z_{Relé} + Z_{TC}$$

$$Z_{Fiação} = 0,02 \times \frac{L}{S} \rightarrow Z_{Fiação} = 0,02 \times \frac{20}{2,5} \rightarrow Z_{Fiação} = 160 m\Omega$$

$$Z_{Relé} = Z_{Fase} + 3 \times Z_{Neutro}$$

$Z_{Fase} \rightarrow$  potência requerida pela unidade de fase

$Z_{Neutro} \rightarrow$  potência requerida pela unidade de neutro

$$Z_{Relé} = (0,3/25) + 3 (0,01/25) \rightarrow \text{Catálogo do Relé}$$

$$Z_{Relé} = 13,2 \text{ miliohms}$$

A impedância do TC deve ser obtida com o fabricante. Na falta de maiores informações, e considerando-se um TC com baixa reatância de dispersão, apenas a resistência é importante e pode ser considerada com 20 % da carga do TC. Assim, para o TC que estamos verificando, com impedância de carga de 0,5  $\Omega$  (obtido da tabela 10 da NBR 6856/1992):


$$Z_{TC} = 0,1\Omega$$

$$Z_{Total} = 160 + 13,2 + 100$$

$$Z_{Total} = 273,2 m\Omega$$

$$I_{cc} = \frac{I_{cc}(3\phi sim)}{RTC}$$

N.Documento: 2858	Categoria: Manual	Versão: 2.1	Aprovado por: Paulo Ricardo Bombassaro	Data Publicação: 10/09/2012	Página: 11 de 16
----------------------	----------------------	----------------	---	--------------------------------	---------------------

	Tipo de Documento: Norma Técnica
	Área de Aplicação: Distribuição
	Título do Documento: Fornecimento em Tensão Primária 15kV, 25kV e 34,5kV - Volume 3 - Anexos

$$I_{cc} = \frac{10.000}{60} = 166,7 A$$

$$V_{sat} = I_{cc} \times Z_{Total}$$

$$V_{sat} = 166,7 \times 0,2732$$

$V_{sat} = 45,5V \rightarrow$  mesmo a CPFL alterando a corrente de curto-circuito, a tensão de máxima do TC está abaixo do ponto de saturação (que é de 50V já que a precisão adotada, inicialmente, foi 10B50) e portanto dentro do padrão.

Assim, os TCs terão as seguintes características técnicas:

- Relação  $\rightarrow$  300 / 5 A
- Precisão  $\rightarrow$  10B50

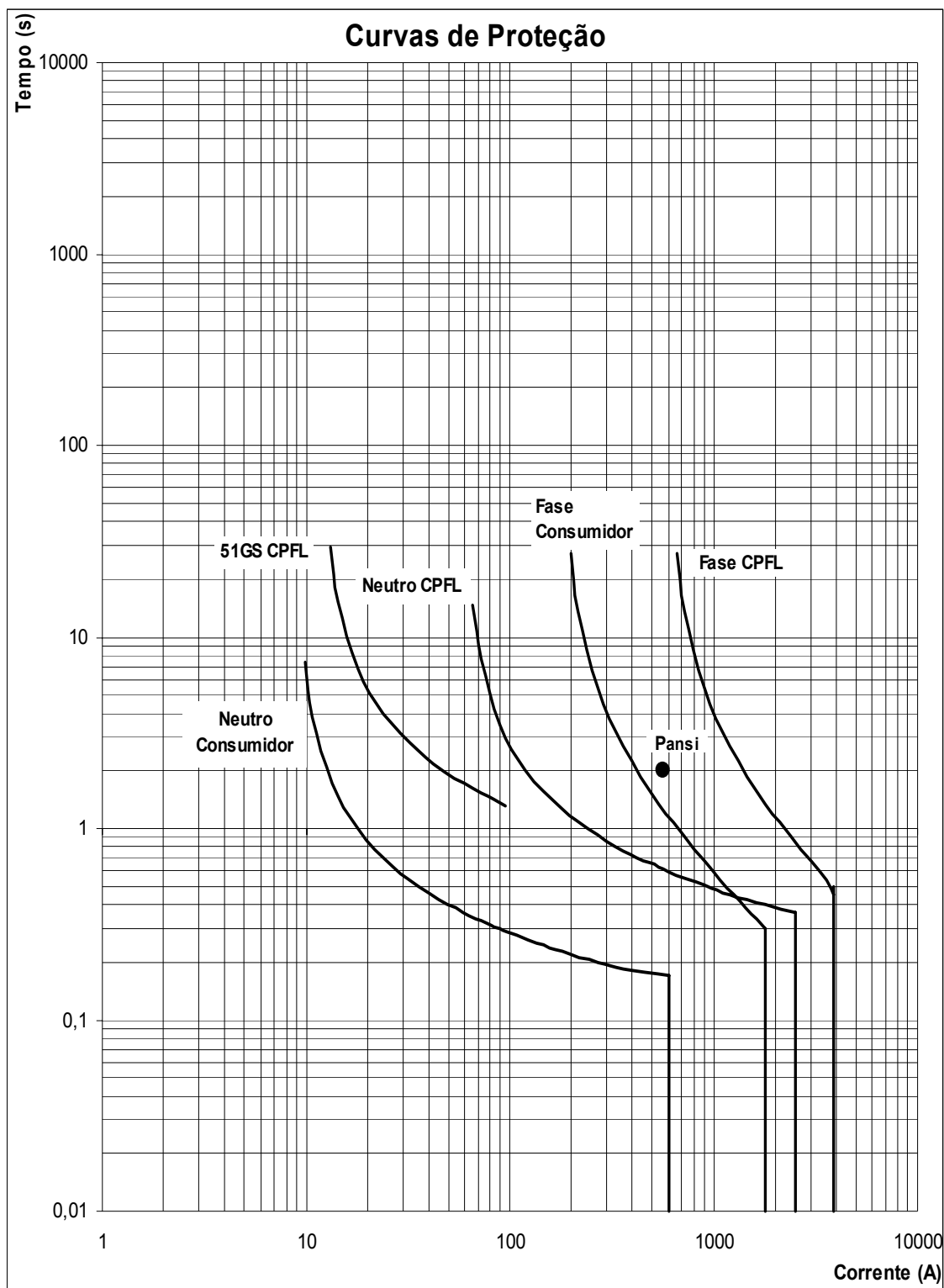
## 6- Proteção de Sobrecorrente

Ajustes do consumidor  
RTC: 300 / 5

Relés	Fase	Neutro
<b>Fabricante</b>	XXXXX	XXXXX
<b>Tipo</b>	XXXXX	XXXXX
<b>Tap</b>	3	0,15
<b>Corrente primária</b>	180	9
<b>Curva</b>	0,2 MI	0,1 NI
<b>Instantâneo</b>	30	10
<b>Corrente primária</b>	1800	600

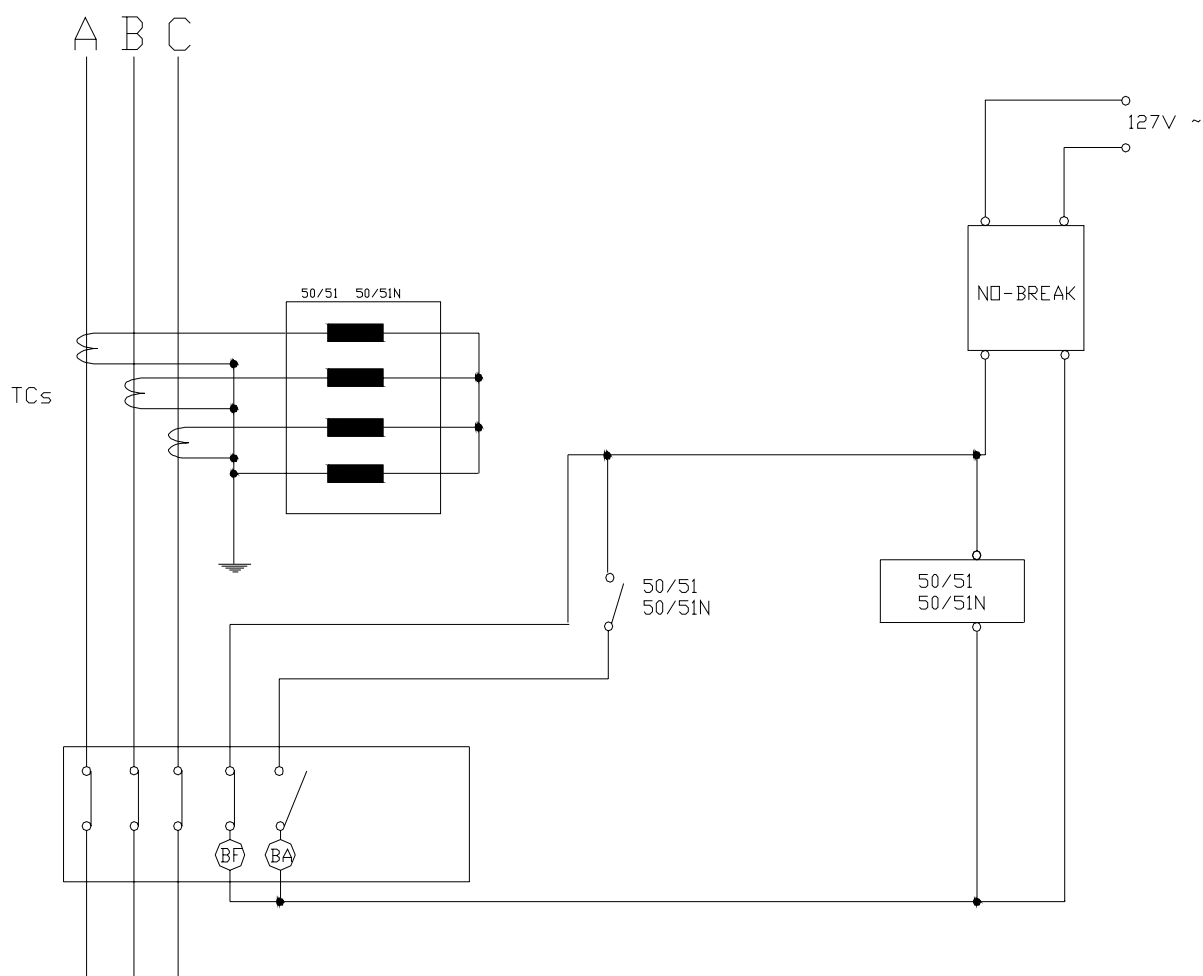


## 7- Gráfico tempo x corrente



## 8. Diagrama Funcional do Sistema

O Diagrama Funcional deve mostrar as ligações dos TCs, o relé de sobrecorrente, as bobinas do disjuntor (liga, desliga e mínima tensão, se houver). Não se deve esquecer de mostrar a fonte auxiliar alimentando o relé de sobrecorrente e a bobina de abertura do Disjuntor.

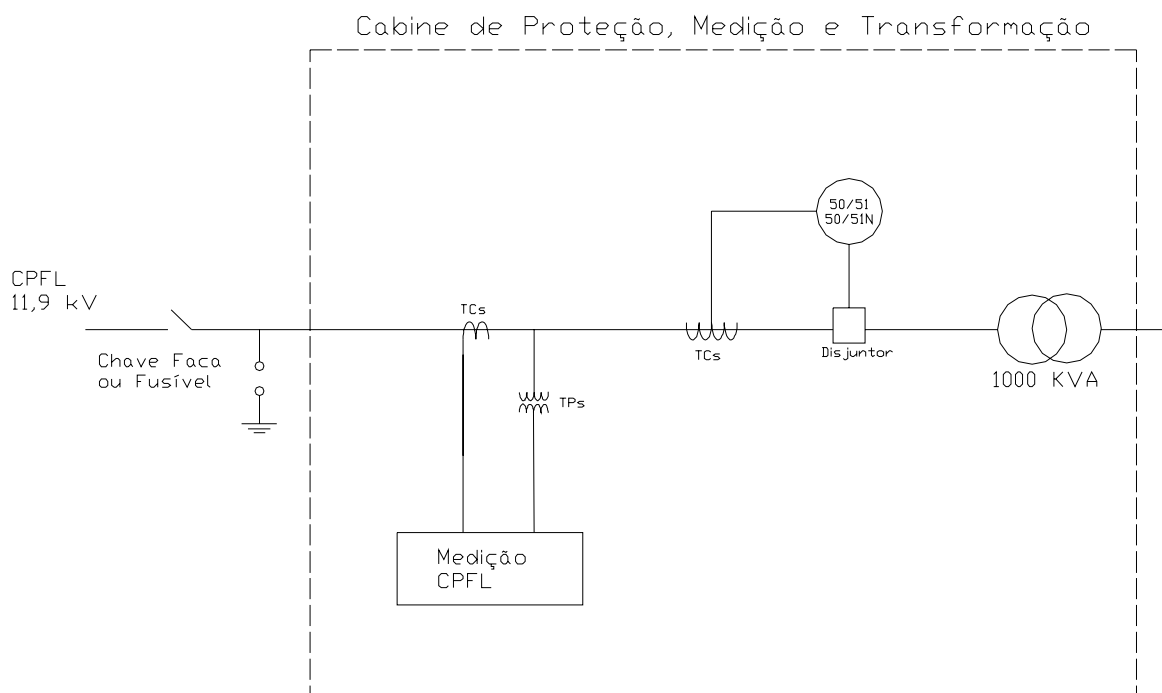





Tipo de Documento:	Norma Técnica
Área de Aplicação:	Distribuição
Título do Documento:	Fornecimento em Tensão Primária 15kV, 25kV e 34,5kV - Volume 3 - Anexos

## 9- Diagrama Unifilar do Projeto

O diagrama unifilar deve conter a Cabine de Medição e Proteção e Transformação do Consumidor, indicando-se claramente onde está o disjuntor, TCs, TPs e outros equipamentos.



	Tipo de Documento: Norma Técnica
	Área de Aplicação: Distribuição
	Título do Documento: Fornecimento em Tensão Primária 15kV, 25kV e 34,5kV - Volume 3 - Anexos

## REGISTRO DE REVISÃO

Este documento foi revisado com a colaboração dos seguintes profissionais das empresas da CPFL Energia.

Empresa	Colaborador
CPFL-Piratininga	Rogério Macedo Moreira
CPFL-Paulista	José Aparecido Cavalcante
CPFL-Jaguari CPFL-Leste Paulista CPFL-Sul Paulista CPFL-Mococa	Marco Antonio Brito
CPFL-Santa Cruz	Marcelo Henrique Ferreira

Alterações efetuadas:

Versão anterior	Data da versão anterior	Alterações em relação à versão anterior
1.4	22/06/2005	Reformulação geral da norma
2.0	22/10/2008	<b>Anexo III-a-</b> Inclusão da tensão 34,5kV.