

**Assunto: Transformadores de Corrente de Alta Tensão****Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

**CONTEÚDO**

1.	OBJETIVOS DO DOCUMENTO E ÁREA DE APLICAÇÃO .....	2
2.	GESTÃO DA VERSÃO DO DOCUMENTO.....	2
3.	UNIDADES DA VERSÃO DO DOCUMENTO .....	2
4.	REFERÊNCIAS .....	2
5.	POSIÇÃO DO PROCESSO ORGANIZACIONAL NA TAXONOMIA DE PROCESSOS .....	3
6.	SIGLAS E PALAVRAS-CHAVE.....	3
7.	DESCRIÇÃO DO PROCESSO.....	3
7.1	Condições de Serviço.....	3
7.2	Características Gerais dos Sistemas Elétricos.....	4
7.3	Transformadores de Potencial.....	4
7.3.1.	Carga Nominal ou Carregamento.....	4
7.3.2.	Precisão .....	4
7.3.2.1.	Precisão para Núcleos de Medição .....	4
7.3.2.2.	Precisão para Núcleos de Proteção .....	5
7.3.3.	Fator Térmico Nominal .....	5
7.3.4.	Corrente Térmica de Curta Duração e Corrente Dinâmica .....	5
7.4	Características Construtivas.....	5
7.5	Ensaio .....	8
7.6	Fornecimento .....	9
7.7	Transporte, Embalagem e Acondicionamento .....	9
7.8	Garantia .....	10
8.	ANEXOS.....	10

RESPONSÁVEL POR GESTÃO DE PROJETOS E CONSTRUÇÃO BRASIL

**Fernando Andrade**

**Assunto: Transformadores de Corrente de Alta Tensão****Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

**1. OBJETIVOS DO DOCUMENTO E ÁREA DE APLICAÇÃO**

Este documento tem como objetivo estabelecer os requisitos mínimos aplicáveis ao fornecimento de Transformadores de Corrente de Alta Tensão, utilizados na Enel Distribuição Ceará, Enel Distribuição Goiás, Enel Distribuição Rio e Enel Distribuição São Paulo.

Este documento se aplica a Infraestruturas e Redes Brasil na Operação de Distribuição.

**2. GESTÃO DA VERSÃO DO DOCUMENTO**

Versão	Data	Descrição das mudanças
1	18/11/2020	Emissão da especificação técnica.
2	02/07/2021	Inserção de item C7 (530092) novo código no Anexo 8.1

**3. UNIDADES DA VERSÃO DO DOCUMENTO**

Responsável pela elaboração do documento:

- Gestão de Projetos e Construção Brasil

Responsável pela autorização do documento:

- Qualidade de Processos Brasil.

**4. REFERÊNCIAS**

- ABNT NBR 5426: Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos;
- ABNT NBR 6856: Transformador de corrente - especificação e ensaios;
- ABNT NBR 15218: Critérios para qualificação e certificação de inspetores de pintura industrial;
- IEC 60296: Fluids for electrotechnical applications – Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear;
- IEC 61462: Composite hollow insulators – Pressurized and unpressurized insulators for use in electrical equipment with rated voltage greater than 1000V – Definitions, test methods, acceptance criteria and design recommendations;
- IEC 62155: Hollow pressurized and unpressurized ceramic and glass insulators for use in electrical equipment with rated voltages greater than 1000V;
- SIS 05-5900: Pictorial Surface Preparation Standards for Painting Steel Surfaces.
- Resolução ANP n° 36 de 05.12.2008

**Assunto: Transformadores de Corrente de Alta Tensão****Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

**5. POSIÇÃO DO PROCESSO ORGANIZACIONAL NA TAXONOMIA DE PROCESSOS**

Cadeia de Valor / Área do Processo: Gestão de Redes

Macroprocesso: Gestão de Materiais

Processo: Padronização de Componentes da Rede

**6. SIGLAS E PALAVRAS-CHAVE**

Palavras Chaves	Descrição
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ALF	Fator limite de precisão
AT	Alta tensão
CA	Corrente alternada
CC	Corrente contínua
IEC	Comissão eletrotécnica internacional
ISO	Organização Internacional para Padronização
NBR	Norma brasileira
PCB	Bifenilos policlorados
SF6	Hexafluoreto de enxofre
SIS	Instituto Sueco de Padrões
TC	Transformador de Corrente

**7. DESCRIÇÃO DO PROCESSO****7.1 Condições de Serviço**

Os Transformadores de Corrente devem ser apropriados ao uso externo, observando de forma direta as influências, em clima tropical, das condições ambientais da **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

**Assunto: Transformadores de Corrente de Alta Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

**Tabela 1 - Condições Ambientais**

Caraterísticas	Ceará	Rio	Goiás	São Paulo
Altitude Máxima (m)	1.000	1.000	1.000	1.000
Temperatura Mínima (°C)	+14°	0°	0°	0°
Temperatura Máxima (°C)	+40°	+40°	+40°	+40°
Temperatura Média (°C)	+30°	+30°	+30°	+30°
Umidade Relativa Média (%)	> 80	> 80	> 80	> 80
Pressão Máxima do Vento (N/m <sup>2</sup> )	700	700	700	700
Nível de Contaminação (ABNT IEC/TR 60815)	Muito Alto (IV)	Muito Alto (IV)	Médio	Médio
Nível de Salinidade (mg/cm <sup>2</sup> dia)	> 0,3502	> 0,3502	-	-
Radiação Solar Máxima (wb/m <sup>2</sup> )	1.000	1.000	1.000	1.000

**7.2 Características Gerais dos Sistemas Elétricos**
**Tabela 2 - Características gerais dos sistemas elétricos**

Características		Ceará	Goiás	Rio de Janeiro	São Paulo
Tensão nominal do sistema (kV)	AT1	69	138	138	138
	AT2	-	69	69	88
Classe de Tensão (kV)	AT1	72,5	145	145	145
	AT2	-	72,5	72,5	92,4
NBI AT (kV)	AT1	325	550	550	650
	AT2	-	325	325	450
Frequência (Hz)		60	60	60	60
Nível de curto-circuito (kA)	AT1	31,5	40	40 / 50	40
	AT2	-	31,5	31,5	31,5
Tensão Auxiliar CA (Vca)		380/220	380/220	220/127	220/127
Tensão Auxiliar CC (Vcc)		125 +10%	125 +10%	125 +10%	125 +10%
		-20%	-20%	-20%	-20%

**7.3 Transformadores de Potencial**
**7.3.1. Carga Nominal ou Carregamento**

A carga nominal necessária para os transformadores de corrente será especificada por núcleo de forma independente, tanto para medição quanto para proteção.

**7.3.2. Precisão**
**7.3.2.1. Precisão para Núcleos de Medição**

A precisão dos núcleos de medição será considerada conforme especificado no Anexo 8.1 – Características Técnicas Garantidas. No entanto, para pontos destinados a faturamento e/ou trocas de energia, serão aceitos núcleos de medição com precisão de 0,2%.

**Assunto: Transformadores de Corrente de Alta Tensão****Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

Não exigirá transformadores de corrente de classe especial ou faixa estendida, ou seja, sobrecarga permanente maior que 120%.

O fornecedor deve garantir a classe de precisão do transformador de uma carga permanente de 100% a 120% da corrente nominal primária. Da mesma forma, a classe de precisão deve ser garantida para uma faixa de 25% a 100% da carga nominal.

Em relação ao fator limite de segurança (FS), para a proteção dos instrumentos de medição conectados ao núcleo de medição, será permitida a faixa dada por  $FS \leq 10\%$ , conforme ABNT NBR 6856.

**7.3.2.2. Precisão para Núcleos de Proteção**

Os núcleos de proteção nos transformadores de corrente devem ser especificados com um fator limite de precisão (ALF) igual a 20 e uma classe de conforme Anexo 8.1.

Para núcleos destinados à proteção, a classe de precisão para a carga nominal e até 20 vezes a corrente nominal deve ser garantida.

**7.3.3. Fator Térmico Nominal**

O fator térmico nominal ou permanente exigido nos transformadores de corrente destinados à medição e/ou proteção será igual a 1,2.

**7.3.4. Corrente Térmica de Curta Duração e Corrente Dinâmica**

A corrente térmica de curta duração será especificada por um tempo de 1s e será determinada pela corrente de curto-circuito no ponto de conexão do TC. A corrente térmica de curta duração será garantida em todas as taxas de transformação dos TCs e o mesmo valor será especificado para os núcleos de medição e proteção. A tabela de dados garantidos anexa a este documento especifica a corrente térmica de acordo com o equipamento.

A corrente dinâmica especificada para os transformadores de corrente será igual a 2,6 vezes a corrente térmica.

**7.4 Características Construtivas****7.4.1. Isolação Interna**

O meio de isolamento interno dos transformadores de corrente AT devem ser conforme especificado no anexo 8.1.

O equipamento isolado a óleo deve estar equipado com uma câmara de expansão de óleo com foies metálicos, para absorver as contrações térmicas e as expansões do óleo. O óleo utilizado deve estar sem inibidores ou aditivos, estar comprovadamente isento de bifenilos policlorados (PCBs) e deve atender aos requisitos da norma IEC - 60296. Deve indicar suas principais características, sua composição típica, indicando a porcentagem de aromáticos, isoparafinas e naftênicos.

**7.4.2. Isolação Externa**

**Assunto: Transformadores de Corrente de Alta Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

Os meios externos de isolamento dos transformadores de instrumentação podem ser porcelana, resina ou borracha de silicone. A distância de fuga dos isoladores deve estar de acordo com o nível de poluição de cada empresa e de acordo com o indicado na Tabela 3.

**Tabela 3 - Distância de escoamento exigido nos isoladores dos transformadores de medição**

Classe de tensão (kV)	Mínima distância de escoamento do isolador (mm)	Enel Ceará	Enel Goiás	Enel Rio	Enel SP
72,5	1.450		X		
72,5	2.250	X		X	
92,4	1.848				X
145	2.900		X		X
145	4.495	X		X	

A parte ativa dos transformadores de corrente deve estar localizada nos corpos metálicos (superior ou inferior, conforme o caso), não aceitando desenhos com a parte ativa localizada dentro da porcelana.

**7.4.3. Pintura e Galvanização**

A tinta e a galvanização devem ser adequadas às condições ambientais indicadas na Tabela 1.

A espessura da galvanização deve obedecer à indicada na Tabela 4 para as diferentes espessuras de chapa e condições ambientais.

**Tabela 4 - Esquema de pintura**

Tipo de Tanque	Pintura Interna	Pintura Externa				
		Metalização	Wash-primer	Epoxi-poliamina	Tinta de acabamento	Total
Aço galvanizado com zinco (à quente)	30 µm	80 µm	10-15 µm	70 µm	70 µm	230 µm

As superfícies metálicas não energizadas dos transformadores de corrente devem ser feitas de aço e/ou galvanizadas a quente ou pintadas.

Para os equipamentos destinados à Enel Distribuição Ceará e Enel Distribuição Rio, o fabricante aplicará procedimentos adequados de pintura para ambientes com alta contaminação salina.

Na etapa da realização dos serviços de pintura, o fornecedor deve manter em sua planta, em tempo integral, um inspetor de pintura industrial qualificado, conforme ABNT NBR 15218.

O inspetor qualificado deve registrar, em relatório de pintura, todos os resultados das etapas e observações realizadas, bem como preencher relatório de não conformidades apontadas.

**Assunto: Transformadores de Corrente de Alta Tensão**
**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil  
 Função Apoio: -  
 Função Serviço: -  
 Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

A pintura deve atender a NBR 11388, A cor de tinta de acabamento deve ser cinza claro, notação MUNSSELL 6,5. Toda superfície que ficar energizada deverá ser da cor vermelha, notação MUNSSELL 5R4/14.

**7.4.4. Acessórios**

Os transformadores de corrente devem ter os seguintes acessórios, quando aplicável:

**7.4.4.1. Indicador do Nível do Óleo**

Esse elemento deve possuir indicação de nível máximo e mínimo do óleo e deve ser de fácil leitura para um operador em pé no chão.

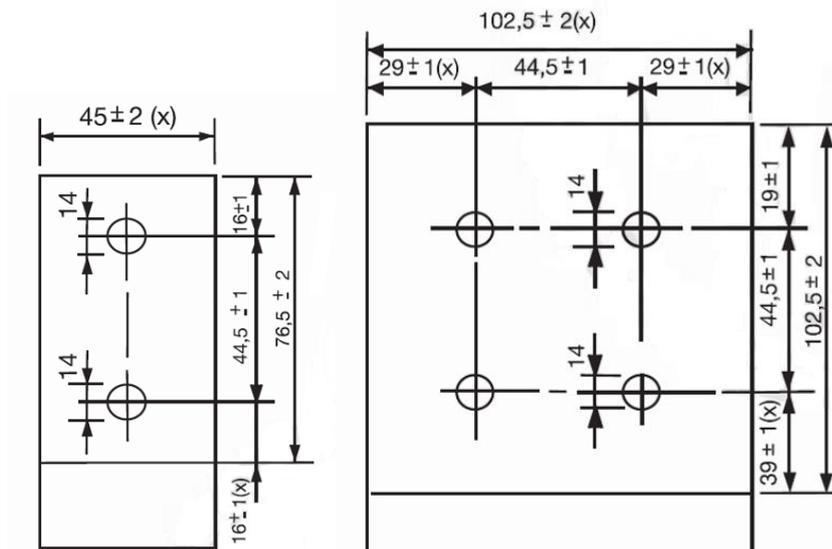
**7.4.4.2. Dispositivo de Amostragem de Óleo**

O transformador deve ter um dispositivo para colher amostras do óleo e que garanta a hermeticidade.

**7.4.4.3. Terminais Primários**

Os terminais primários dos transformadores de instrumentação podem ser feitos de alumínio, cobre estanhado ou prata. O tipo de terminal pode ser placa (2N) ou (4N), conforme indicado na Figura 1.

Os terminais devem ter marcações claramente distintas de terminal e de polaridade. O fornecedor deve informar em sua proposta as características dos terminais do equipamento oferecido.



**Figura 1 - Terminais primários**

**7.4.4.4. Terminais Secundários**

Os terminais secundários devem ser de bronze fosforoso e devem ser conectados aos terminais localizados dentro de uma caixa. Esta caixa deve ser adequada para uso externo, com grau de proteção IP54, e permitir conexões de cabos externos pela parte de baixo ou pela lateral da caixa.

Os terminais secundários devem ter marcações claramente distintas de terminal e de polaridade.

**7.4.4.5. Terminais de Aterramento**

**Assunto: Transformadores de Corrente de Alta Tensão**

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil  
 Função Apoio: -  
 Função Serviço: -  
 Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

O fabricante deve fornecer terminais para conectar os transformadores de corrente ao sistema de aterramento da subestação. Para isso, deve-se considerar que as conexões à malha de terra serão feitas com cabo de cobre com uma seção entre 70 e 240 mm<sup>2</sup> ou uma placa de cobre de 3x40 mm.

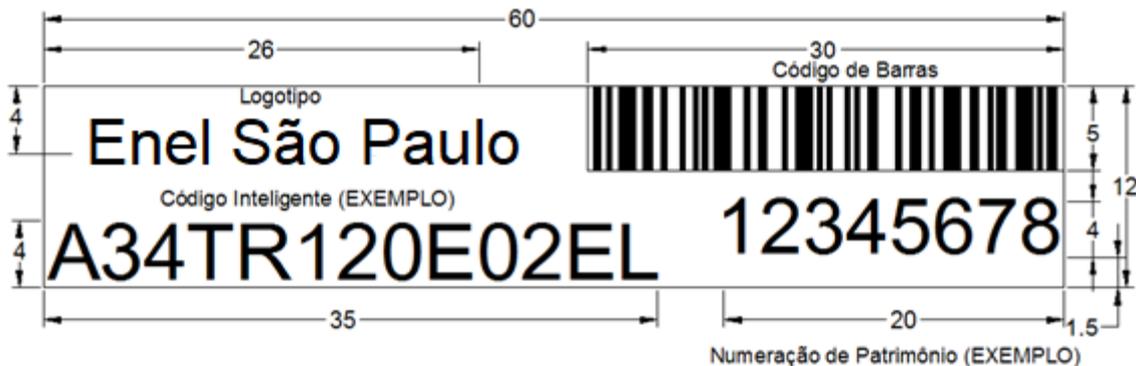
**7.4.4.6. Placa de Identificação**

Todas as identificações e avisos afixados no equipamento devem ser redigidos em língua portuguesa do Brasil.

Os TCs deverão ser fornecidos com as seguintes placas, fabricadas em aço inoxidável, com o texto em português:

- a) Placa de identificação conforme norma ABNT NBR 6856;
- b) Placa com o diagrama de conexão dos enrolamentos;
- c) Placa de aviso, com o seguinte texto: **"Atenção! Não deixe o circuito secundário aberto."**

**NOTA:** Para Enel SP devem ser fornecidas placas de identificação com código de barras no padrão EAN 128, conforme imagens abaixo.



**Figura 2 - Padrão de identificação dos equipamentos de medição (medidas em milímetros)**



**Figura 3 - Escala 1:1**

**7.5 Ensaios**

**7.5.1. Ensaios de Tipo**

Os ensaios de tipo deverão ser feitos conforme a ABNT NBR 6856:

- a) Elevação de temperatura;
- b) Corrente suportável nominal de curta duração e valor de crista da corrente suportável;
- c) Impulso atmosférico;
- d) Impulso de manobra;
- e) Tensão aplicada sob chuva;
- f) Tensão de radiointerferência;

**Assunto: Transformadores de Corrente de Alta Tensão****Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

- g) Resistência ôhmica dos enrolamentos;
- h) Estanqueidade;
- i) Exatidão;
- j) Erro composto para classes P e PR;
- k) Todos os ensaios de rotina definidos em 7.5.2.

**7.5.2. Ensaios de Rotina**

Os ensaios de rotina se aplicam individualmente a cada transformador e deverão ser feitos conforme a ABNT NBR 6856.

- a) Verificação de marcação dos terminais e polaridade;
- b) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial em enrolamentos primários;
- c) Medição de descargas parciais;
- d) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial em enrolamentos secundários e entre seções;
- e) Medição de capacitância e fator de perdas dielétricas;
- f) Sobretensão entre espiras;
- g) Estanqueidade;
- h) Exatidão;
- i) Fator de segurança do instrumento;
- j) Erro composto para classes P e PR;
- k) Levantamento das características de excitação para núcleos de proteção;
- l) Resistência ôhmica dos enrolamentos para equipamento com  $U_m \geq 72,5$  kV;
- m) Ensaios no óleo mineral isolante.
- n) Avaliação dos relatórios de pintura, conforme item 7.4.3.
- o) Ensaios do óleo isolante, conforme Regulamento Técnico ANP N° 36/2008

**7.5.3. Ensaios Especiais**

Os seguintes ensaios deverão ser realizados conforme a ABNT NBR 6856.

- a) Ensaios mecânicos;
- b) Medição de sobretensões transmitidas;
- c) Múltiplos impulsos cortados;
- d) Sobretensão sustentada;
- e) Ensaio de tensão de circuito aberto.

**7.5.4. Amostragem**

Conforme a ABNT NBR 6856.

**7.6 Fornecimento**

Para fornecimento à Enel Distribuição Ceará, Enel Distribuição Goiás, Enel Distribuição Rio e Enel Distribuição São Paulo deve-se ter protótipo previamente homologado.

**7.7 Transporte, Embalagem e Acondicionamento**

Cada transformador e seus acessórios devem ser embalados para o transporte marítimo e terrestre de exportação, preparando a embalagem para evitar danos (choque, corrosão, absorção de umidade etc.) e roubo.

**Assunto: Transformadores de Corrente de Alta Tensão****Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

Cada pacote deve conter apenas uma unidade. Os pacotes devem ser adequados para suportar as operações normais de carregamento, descarregamento e eventual empilhamento de um pacote em outro.

Cada um dos pacotes deve incluir instalações para levantá-lo por meio de correias.

Para o transporte marítimo de exportação, o fabricante deve obter a aprovação das embalagens das Empresas de Transporte, antes de despachar o equipamento da fábrica.

Todas as embalagens devem conter os detalhes necessários de identificação e manuseio, de forma clara e indelével, tanto de seu conteúdo quanto dos detalhes do Pedido de Compra, especialmente da Empresa receptora.

O tipo de embalagem e sua identificação devem ser submetidos à aprovação dos representantes do Cliente antes da expedição da fábrica e podem ser rejeitados no caso de não cumprimento das condições especificadas.

**7.8 Garantia**

Os transformadores de corrente, bem como seus componentes e acessórios, devem estar cobertos por uma garantia contra qualquer defeito de fabricação, por um período de 24 meses a partir da data de entrega de todo o item ou 18 meses da data de entrada em operação, prevalecendo o que ocorrer primeiro.

Se, durante o período de garantia, certas peças apresentarem defeitos frequentes, o Cliente poderá exigir a substituição dessas peças em todas as unidades do suprimento, sem nenhum custo para ele. As peças de reposição estarão sujeitas ao período de garantia novamente.

**8. ANEXOS****8.1 Características Técnicas Garantidas (CTG - MAT-0943)****8.2 Detalhes de fixação dos Transformadores de Corrente de 72,5 kV tipos C1, C2, C3 e C4.**

**Assunto: Transformadores de Corrente de Alta Tensão**

**Áreas de aplicação**

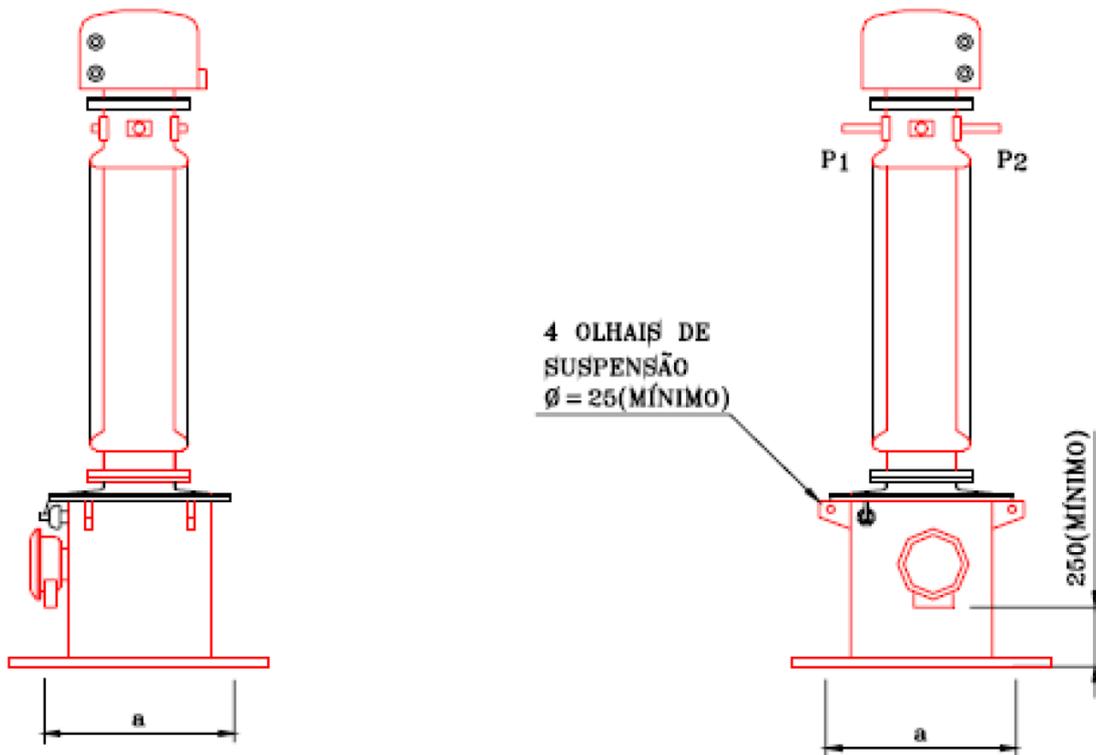
Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

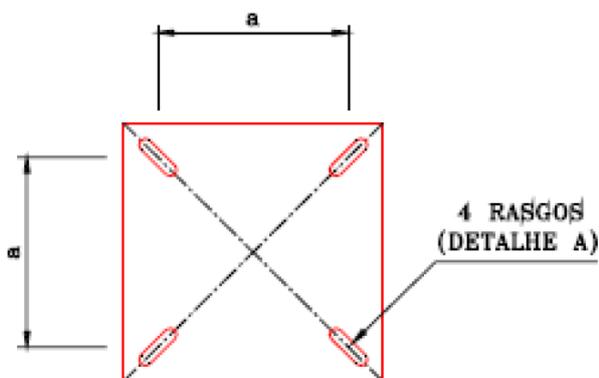
Função Serviço: -

Linha de Negócio: Infraestrutura e Redes

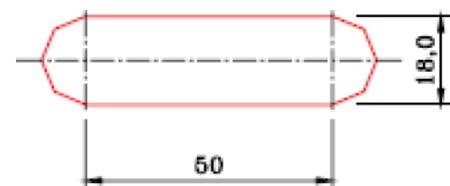
**ANEXO 8.2 Detalhes de Fixação dos Transformadores de Corrente de 72,5 kV tipos C1, C2, C3 e C4.**



CONDIÇÕES NA BASE PARA FIXAÇÃO



DETALHE "A"



a
350-550

**NOTA:** Dimensões em milímetros.