

TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL

Especificação Técnica – ET.00017

Revisão 01 - 2023



FINALIDADE


Esta especificação técnica apresenta as características técnicas mínimas exigíveis junto aos fornecedores, referentes aos Transformadores Tipo Pedestal, utilizados nas redes de distribuição subterrâneas de energia elétrica e nas subestações de unidades consumidoras individuais atendidas em média tensão, nas áreas de concessão das distribuidoras de energia elétrica do Grupo Equatorial Energia, respeitando-se o que prescrevem as legislações oficiais, as normas técnicas da ABNT, os documentos técnicos e procedimentais em vigor, no âmbito das Distribuidoras de Energia do Grupo Equatorial, doravante denominadas apenas de CONCESSIONÁRIA.

Esta versão vigente cancela as versões anteriores.




SUMÁRIO


1	CAMPO DE APLICAÇÃO	8
2	RESPONSABILIDADES	8
3	DEFINIÇÕES	8
4	REFERÊNCIAS	14
5	CONDIÇÕES GERAIS	18
5.1	Condições do Local de Instalação	18
5.2	Condições de Fornecimento	18
5.3	Embalagem	19
5.4	Garantia	20
5.5	Aprovação de Propostas, Documentos e Protótipos	20
6	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS	22
6.1	Tipo do Transformador	22
6.2	Potências Padronizadas	22
6.3	Tensões	22
6.4	Nível de Isolamento	23
6.5	Frequência Nominal	24
6.6	Limites de Elevação de Temperatura	24
6.7	Perdas, Correntes de Excitação e Tensão de Curto-circuito	25
6.8	Diagramas Fasoriais e de Ligação	27
6.9	Tensões de Rádio Interferência (TRI)	28
6.10	Capacidade de Resistir a Curto-Circuito	29
6.11	Nível de Ruído	29
7	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS	29
7.1	Identificação	29
7.2	Massa Total	30
7.3	Pintura	31
7.4	Espessura das Chapas do Transformador	32
7.5	Compartimentos	32
7.6	Parte Ativa	33

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 4 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito
	<input type="checkbox"/> confidencial		

7.7	Grade de Proteção	33
7.8	Proteção de BT.....	34
7.9	Aberturas de ventilação.....	34
7.10	Base de fixação	34
7.11	Tampa superior	34
7.12	Comutador de Derivações.....	34
7.13	Placas de Advertência.....	35
7.14	Dispositivo de Alívio de Pressão	35
7.15	Buchas de Baixa Tensão (BT)	35
7.16	Buchas de Média Tensão (MT)	35
7.17	Chave de Abertura em Carga	36
7.18	Termômetro	36
7.19	Radiadores	36
7.20	Orelhas para Suspensão.....	36
7.21	Válvula Tipo Globo de Óleo	36
7.22	Válvula de Enchimento de Gás.....	37
7.23	Dispositivo de Aterramento	37
7.24	Indicador do Nível de Óleo.....	37
7.25	Manovacuômetro.....	37
7.26	Anéis Internos.....	37
7.27	Dispositivo para Repouso de Cabos e Para-raios	37
7.28	Óleo Isolante	37
7.29	Partes Componentes.....	39
7.30	Características Dimensionais.....	39
7.31	Proteção Contra Sobrecorrente	39
7.32	Resfriamento	41


	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 5 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações <input checked="" type="checkbox"/> público <input type="checkbox"/> interno <input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial			

8	CAPITALIZAÇÃO DO CUSTO DE PERDAS EM TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO.	41
8.1	Perdas	41
8.2	Capitalização dos Custos em Transformadores de Distribuição	42
9	INSPEÇÕES E ENSAIOS	43
9.1	Generalidades	43
9.2	Ensaio de Tipo.....	45
9.3	Ensaio de Rotina	45
9.4	Ensaio de Recebimento	45
9.5	Relatórios de Ensaio	46
9.6	Amostragem	47
9.7	Aceitação e Rejeição.....	47
9.8	Requisitos e Procedimento de Execução dos Ensaio.....	48
8	DESENHOS.....	52
9	CÓDIGOS PADRONIZADOS DA CONCESSIONÁRIA	68
10	ANEXOS.....	70
11	CONTROLE DE REVISÕES	74
12	APROVAÇÃO	76

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 6 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações X público ___interno ___restrito ___confidencial			


LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Derivações, Tensões Nominais e Relações de Tensão para Transformadores Tipo Pedestal	23
Tabela 2 – Níveis de Isolamento para Transformadores Tipo Pedestal	23
Tabela 3 – Limites de Elevação de Temperatura	24
Tabela 4 – Valores Garantidos de Perdas, Correntes de Excitação e Tensões de Curto-Circuito para Transformadores Trifásicos de 15 kV	25
Tabela 5 – Valores Garantidos de Perdas, Correntes de Excitação e Tensões de Curto-Circuito para Transformadores Trifásicos de 24,2 kV	26
Tabela 6 – Valores Garantidos de Perdas, Correntes de Excitação e Tensões de Curto-Circuito para Transformadores Trifásicos de 36,2 kV	26
Tabela 7 – Tolerâncias para Valores Individuais	27
Tabela 8 – Diagrama Fasorial	28
Tabela 9 – Diagramas de Ligação dos Transformadores	28
Tabela 10 – Níveis Máximos de Ruído	29
Tabela 11 – Dimensões e Pesos para Transformadores Tipo Pedestal	31
Tabela 12 – Características do Óleo Isolante	38
Tabela 13 – Capacidade Recomendada dos Fusíveis de Expulsão	40
Tabela 14 – Capacidade Recomendada dos Fusíveis Limitadores de Corrente	40
Tabela 15 – Ensaio de Tipo, Rotina e Recebimento em Transformadores Tipo Pedestal	45
Tabela 16 – Plano de Amostragem, Exceto Tensão Aplicada, Tensão Induzida e Óleo Isolante	47
Tabela 17 – Plano de Amostragem para os Ensaio no Óleo Isolante	47
Tabela 18 – Inspeção Visual e Dimensional	48
Tabela 19 – Códigos dos Transformadores Trifásicos de 13,8kV para Aplicação na Rede de Distribuição Subterrânea	68
Tabela 20 – Códigos dos Transformadores Trifásicos de 23,1kV para Aplicação na Rede de Distribuição Subterrânea	68
Tabela 21 – Códigos dos Transformadores Trifásicos de 34,5kV para Aplicação na Rede de Distribuição Subterrânea	69

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 7 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações <input checked="" type="checkbox"/> público <input type="checkbox"/> interno <input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial			

LISTA DE DESENHOS

Desenho 1 – Transformador Tipo Pedestal (Pad Mounted) - Vista Frontal Externa	52
Desenho 2 – Transformador Tipo Pedestal (Pad Mounted) - Vista Lateral Externa	53
Desenho 3 – Transformador Tipo Pedestal (Pad Mounted) – Parte Interna do Transformador Utilizado na Rede de Distribuição Subterrânea	54
Desenho 4 – Transformador Tipo Pedestal (Pad Mounted) – Parte Interna do Transformador Utilizado na Subestação de Unidade Consumidora Atendida em Média Tensão	55
Desenho 5 – Placas de Advertência e Sinalização.....	56
Desenho 6 – Modelo de Placa de Identificação do Transformador	57
Desenho 7 – Modelo de Placa da ENCE	58
Desenho 8 – Fusível de Expulsão Tipo Baioneta	59
Desenho 9 – Válvula de Alívio de Pressão	60
Desenho 10 – Bucha de Média Tensão	61
Desenho 11 – Terminal de Baixa Tensão – Padrão Nema 4 Furos	62
Desenho 12 – Terminal de Baixa Tensão – Padrão Nema 2 Furos	63
Desenho 13 – Dispositivo de Aterramento.....	64
Desenho 14 – Termômetro	65
Desenho 15 – Modelos de Engradado para os Transformadores	66

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 8 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial

1 CAMPO DE APLICAÇÃO

Esta especificação técnica se aplica aos transformadores tipo pedestal utilizados nas redes de distribuição subterrâneas da CONCESSIONÁRIA, em sistemas radiais e radiais em anel, nas tensões primárias até 34,5kV. Os transformadores tipo pedestal para esta aplicação possuem duas buchas de média tensão para cada fase, conforme indicado no [Desenho 3](#).

O transformador tipo pedestal padronizado por esta especificação técnica também pode ser utilizado nos padrões de entrada de energia de unidades consumidoras individuais atendidas em média tensão. Os transformadores para esta aplicação possuem uma bucha de média tensão para cada fase, conforme indicado no [Desenho 4](#).

2 RESPONSABILIDADES

2.1 Gerência Corporativa de Normas e Qualidade

Estabelecer as normas e padrões técnicos para o fornecimento de transformadores tipo pedestal.

Coordenar o processo de revisão desta especificação técnica.

Homologar tecnicamente apenas fabricantes de transformadores tipo pedestal que seus processos de fabricação estejam de acordo com os padrões, critérios e especificações estabelecidas e definidas nesta norma e nas normas técnicas dos órgãos competentes.

2.2 Gerência Corporativa de Planejamento e Logística

Executar em sua rotina operacional, a aquisição, o armazenamento e a distribuição deste material, estando este, em conformidade com esta especificação técnica.

2.3 Fornecedor (Projetista / Construtor)

Realizar as atividades de projeto e construção, seguindo rigorosamente o que detalha o projeto, quanto a aplicação adequada deste material, obedecendo as recomendações desta especificação.


2.4 Fornecedor (Fabricante)

Fabricar e/ou fornecer os transformadores tipo pedestal conforme as exigências desta especificação técnica.

3 DEFINIÇÕES

3.1 Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL

Autoridade criada pela Lei 9.427 de 26/12/1996 com a finalidade de regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, de acordo com a legislação e em conformidade com as diretrizes e as políticas do governo federal.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 9 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial

3.2 ANP

Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), autarquia integrante da Administração Pública Federal, vinculada ao Ministério de Minas e Energia.

3.3 Bucha

Peça ou estrutura de material isolante, que assegura a passagem isolada de um condutor através de uma parede não isolante. Uma bucha completa inclui, também, o dispositivo de fixação à parede. Pode ainda incluir, dependendo do tipo da bucha, o condutor central e os dispositivos de ligação destes aos condutores externos à bucha (ABNT NBR 5458 item 3.94).

3.4 Classe Térmica

Designação correspondente ao valor numérico da temperatura de utilização contínua máxima recomendada, em graus Celsius.

3.5 Corrente de Excitação

Valor eficaz da corrente que percorre um terminal de linha de um enrolamento, quando a tensão nominal (tensão de derivação) à frequência nominal é aplicada a este enrolamento, estando o(s) outro(s) enrolamentos em circuito aberto (ABNT NBR 5458 item 3.76).

3.6 Coluna

Cada uma das partes do núcleo paralela aos eixos dos enrolamentos, e envolvida ou não por enrolamentos (ABNT NBR 5458 item 3.88).

3.7 Comutador de Derivação


Dispositivo para mudança de ligação de derivação de um enrolamento de um transformador (ABNT NBR 5458 item 3.95).

3.8 Comutador de Derivação sem Tensão

Comutador de derivação adequado somente para operações com o transformador desenergizado (ABNT NBR 5458 item 3.97).

3.9 Defeito Crítico

Defeito que pode produzir condições perigosas ou inseguras para quem usa ou mantém o produto. É também o defeito que pode impedir o funcionamento ou o desempenho de uma função importante de um produto mais complexo (ABNT NBR 5426 item 3.4.1).

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 10 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito
<input type="checkbox"/> confidencial			

3.10 Defeito Grave

Defeito considerado não crítico que pode resultar em falha ou reduzir substancialmente a utilidade da unidade de produto para o fim a que se destina (ABNT NBR 5426 item 3.4.2).

3.11 Defeito Tolerável

Defeito que não reduz, substancialmente, a utilidade da unidade de produto para o fim a que se destina ou não influi substancialmente no seu uso efetivo ou operação (ABNT NBR 5426 item 3.4.3).

3.12 Derivação

Ligação feita em qualquer ponto do enrolamento, de modo a permitir a mudança da relação das tensões do transformador (ABNT NBR 5458 item 3.50).

3.13 Derivação Principal

Derivação à qual é referida a característica nominal de um enrolamento (ABNT NBR 5458 item 3.51).

3.14 Deslocamento Angular


Diferença angular entre os fasores que representam as tensões entre o ponto neutro (real ou fictício) e os terminais correspondentes de dois enrolamentos, quando um sistema de tensões de sequência positiva é aplicado aos terminais do enrolamento de mais alta tensão, em ordem de sequência alfabética, se eles forem identificados por letras ou em sequência numérica, se identificados por números e com os fatores, por convecção, girando em sentido anti-horário (ABNT NBR 5458 item 3.83).

3.15 Dispositivo de Alívio de Pressão

Dispositivo de proteção para transformadores em líquido isolante que alivia a sobrepressão interna anormal (ABNT NBR 5458 item 3.99).

3.16 Distância de Escoamento

Distância mais curta, ou a soma das distâncias mais curtas ao longo do contorno da superfície externa do invólucro isolante, entre as partes metálicas, entre as quais normalmente existe a tensão de funcionamento. Ao medir a distância de escoamento, convém que seja levada em conta, quando existente, uma camada semicondutora de alta resistência na superfície externa do invólucro (ABNT NBR 5435 item 3.5).

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 11 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito
			<input type="checkbox"/> confidencial

3.17 Distância de Arco

Distância mais curta, ou a soma das distâncias mais curtas externamente à bucha (medida por um fio), entre as partes metálicas, entre as quais normalmente existe a tensão de funcionamento (ABNT NBR 5435 item 3.6).

3.18 Enrolamento

Conjunto de espiras que constituem um circuito elétrico associado a uma das tensões para as quais o transformador foi concebido (ABNT NBR 5356-1 item 3.3.1).

3.19 Enrolamento de Fase

Conjunto das espiras que constituem uma das partes de um enrolamento polifásico de fases. Este termo não pode ser utilizado para designar o conjunto das bobinas em uma determinada coluna de núcleo (ABNT NBR 5458 item 3.31).

3.20 Enrolamento Primário

Enrolamento que recebe energia (ABNT NBR 5458 item 3.37).

3.21 Enrolamento Secundário

Enrolamento que fornece energia (ABNT NBR 5458 item 3.38).

3.22 Impedância de Curto-circuito


Para uma dada combinação de dois enrolamentos de um transformador, é a impedância entre os terminais de um desses enrolamentos, com os terminais do outro enrolamento em curto-circuito, nas condições especificadas (ABNT NBR 5458 item 3.77).

3.23 Indicador de Nível de Óleo

Dispositivo de proteção cuja finalidade é indicar o nível de óleo no transformador ou reator de potência, de modo que ele possa ser monitorado visualmente, eletricamente e/ou eletronicamente (ABNT NBR 16367-5).

3.24 Inspeção

Processo de medir, ensaiar e examinar a unidade de produto ou comparar suas características com as especificações (ABNT NBR 5426 item 3.1).

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 12 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações <input checked="" type="checkbox"/> público <input type="checkbox"/> interno <input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial			

3.25 Inspeção por Atributos

Inspeção segundo a qual a unidade de produto é classificada simplesmente como defeituosa ou não (ou o número de defeitos é contado) em relação a um dado requisito ou conjunto de requisitos (ABNT NBR 5426 item 3.2).

3.26 Jugo

Cada uma das partes do núcleo que interliga as colunas (ABNT NBR 5458 item 3.89).

3.27 Lote de Inspeção

Conjunto de unidades de produto a ser amostrado para verificar conformidade com as exigências de aceitação (ABNT NBR 5426 item 3.8).

3.28 Manovacuômetro

Dispositivo para a medição de pressão baixa próxima ao vácuo (ABNT NBR 14105-1).

3.29 Nível de Isolamento

Conjunto de valores de tensões suportáveis nominais (ABNT NBR 5458 item 3.65).

3.30 Nível de Qualidade Aceitável – NQA

Máxima porcentagem defeituosa (ou máximo número de “defeitos” por cem unidades) que, para fins de inspeção por amostragem, pode ser considerada satisfatória como média de um processo. O NQA, juntamente com o código literal do tamanho da amostra, é usado para classificar os planos de amostragem (ABNT NBR 5426 item 3.7).

3.31 Perdas em vazio


Potência ativa absorvida por um transformador quando alimentado por um de seus enrolamentos, com os terminais dos outros enrolamentos em circuito aberto (ABNT NBR 5458 item 3.73).

3.32 Perdas em Carga

Perdas em carga ou perdas em curto-circuito, é a potência ativa absorvida por um transformador quando alimentado por um de seus enrolamentos, à frequência nominal e à temperatura de referência quando a corrente nominal (corrente de derivação) flui através do terminal de linha de um dos enrolamentos, com os terminais de um outro enrolamento em curto-circuito, nas condições prescritas na norma pertinente (ABNT NBR 5458 item 3.74).

3.33 Perdas Totais

Soma das perdas em vazio e das perdas em carga de um transformador (ABNT NBR 5458 item 3.75).

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 13 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito
<input type="checkbox"/> confidencial			

3.34 Plano de Amostragem

É o plano que determina o número de unidades de produto de cada lote a ser inspecionado (tamanho de amostra ou série de tamanhos de amostra) e o critério para aceitação o lote (número de aceitação e de rejeição) (ABNT NBR 5426 item 4.7).

3.35 Radiador

Dispositivo que aumenta a superfície de irradiação, para facilitar a dissipação de calor (ABNT NBR 5458 item 3.93).

3.36 Reatância de Curto-circuito

Componente reativo da impedância de curto-circuito (ABNT NBR 5458 item 3.78).

3.37 Rendimento (de um Transformador)

Relação, geralmente expressa em porcentagem, entre a potência ativa fornecida e a potência ativa recebida pelo transformador (ABNT NBR 5458 item 3.84).

3.38 Tamanho do lote

Número de unidades de produto contido no lote (ABNT NBR 5458 item 3.9).

3.39 Tanque

Recipiente que contém a parte ativa e o meio isolante (ABNT NBR 5458 item 3.91).

3.40 Tensão Máxima do Equipamento

Máxima tensão de linha para a qual o equipamento é projetado, considerando-se a sua isolamento, bem como outras características que podem ser referidas a essa tensão, na respectiva norma do equipamento considerado (ABNT NBR 5458 item 3.64).

3.41 Tensão Máxima do Sistema


Máxima tensão de linha que pode ser mantida em condições normais de operação, em qualquer instante e em qualquer ponto do sistema (ABNT NBR 5458 item 3.63).

3.42 Terminal

Parte condutora de um transformador destinada à sua ligação elétrica a um circuito externo (ABNT NBR 5458 item 3.26).

3.43 Terminal de Linha

Terminal destinado a ser ligado a uma fase do circuito externo (ABNT NBR 5458 item 3.27).

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 14 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial

3.44 Terminal de Neutro

Terminal destinado a ser ligado ao neutro do circuito externo (ABNT NBR 5458 item 3.28).

3.45 Termômetro de Expansão à Líquido

Instrumento de medição de temperatura que tem como princípio de medição a expansão térmica de um líquido em relação à do bulbo de vidro que o contém.

3.46 Transformador

Equipamento estático que, por indução eletromagnética, transforma tensão e corrente alternadas entre dois ou mais enrolamento, elevando ou reduzindo tensão e corrente, sem mudança de frequência (ABNT NBR 5458 item 3.1).

3.47 Transformador Imerso em Óleo

Transformador no qual o circuito magnético e enrolamentos são imersos em óleo (ABNT NBR 5356-1 item 3.1.4)

3.48 Transformador Tipo Pedestal (Pad Mounted)

Padrão de transformador utilizado em instalações externas (ao tempo) ou subterrâneas para as potências de 75, 112,5, 150, 225 e 300 kVA, em tensões primárias até 34,5kV, somente utilizado em substituição à subestação aérea, quando esta, por falta de espaço ou outro motivo de natureza técnica, não puder ser implementada e com medição em baixa tensão.

3.49 Válvula Tipo Globo de Óleo

Dispositivo utilizado para bloquear e controlar manualmente vapor saturado, ar, gases, óleo térmico, amônia, água quente, vácuo e líquidos neutros (ABNT NBR 15055).

4 REFERÊNCIAS


ABNT NBR 5034:2014 – Buchas para tensões alternadas superiores a 1 kV;

ABNT NBR 5356-1:2007 – Transformadores de potência - Parte 1: Generalidades;

ABNT NBR 5356-2:2007 – Transformadores de potência - Parte 2: Aquecimento;

ABNT NBR 5356-3:2007 – Transformadores de potência - Parte 3: Níveis de isolamento, ensaios dielétricos e espaçamentos externos em ar;

ABNT NBR 5356-4:2007 – Transformadores de potência - Parte 4: Guia para ensaio de impulso atmosférico e de manobra para transformadores e reatores;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 15 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial

ABNT NBR 5356-5:2015 – Transformadores de potência - Parte 5: Capacidade de resistir a curtos-circuitos;

ABNT NBR 5370:1990 – Conectores de cobre para condutores elétricos em sistemas de potência;

ABNT NBR 5426:1985 – Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos;

ABNT NBR 5435:2015 - Buchas para transformadores imersos em líquido isolante – Tensão nominal 15kV, 24,2kV e 36,2kV – Especificações;

ABNT NBR 5440:2014 – Transformadores para redes aéreas de distribuição – Requisitos;

ABNT NBR 5458:2010 – Transformador de potência – Terminologia;

ABNT NBR 5590:2015 – Tubos de aço-carbono com ou sem solda longitudinal, pretos ou galvanizados – Requisitos;

ABNT NBR 5906:2008 – Bobinas e chapas laminadas a quente de aço-carbono para estampagem – Especificação;

ABNT NBR 5915-1:2013 – Chapas e bobinas de aço laminadas a frio. Parte 1: Requisitos;

ABNT NBR 6234:2015 – Óleo mineral isolante – Determinação da tensão interfacial de óleo-água pelo método do anel – Método de ensaio;

ABNT NBR 6323:2016 – Galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido – Especificação;

ABNT NBR 6649:2014 – Bobinas e chapas finas a frio de aço carbono para uso estrutural – Especificação;

ABNT NBR 6650:2014 – Bobinas e chapas finas a quente de aço carbono para uso estrutural – Especificação;


ABNT NBR 6869:1989 – Líquidos isolantes elétricos - Determinação da rigidez dielétrica (eletrodos de disco);

ABNT NBR 7148:2013 – Petróleo e derivados de petróleo – Determinação da massa específica, densidade relativa e °API – Método do Densímetro;

ABNT NBR 7277:1988 – Transformadores e reatores - Determinação do nível de ruído;

ABNT NBR 7397:2016 – Produto de aço ou ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Determinação da massa do revestimento por unidade de área - Método de ensaio;

ABNT NBR 7398:2015 – Produto de aço ou ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da aderência do revestimento - Método de ensaio;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 16 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito
		<input type="checkbox"/> confidencial	

ABNT NBR 7399:2015 – Produto de aço ou ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo - Método de ensaio;

ABNT NBR 7400:2015 – Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido por imersão a quente - Verificação da uniformidade do revestimento - Método de ensaio;

ABNT NBR 10441:2014 – Produtos de petróleo – Líquidos transparentes e opacos – Determinação da viscosidade cinemática e cálculo da viscosidade dinâmica;

ABNT NBR 10443:2008 – Tintas e vernizes - Determinação da espessura de película seca sobre superfícies rugosas - Método de ensaio;

ABNT NBR 10505:2017 – Líquidos isolantes elétricos - Determinação de enxofre corrosivo;

ABNT NBR 10710:2022 – Líquido isolante elétrico - Determinação do teor de água – Método coulométrico de Karl Fischer;

ABNT NBR 11003:2023 – Pintura industrial – Determinação da aderência pelos métodos de corte na pintura;

ABNT NBR 11341:2014 – Derivados de petróleo - Determinação dos pontos de fulgor e de combustão em vaso aberto Cleveland;

ABNT NBR 11349:2009 – Produto de petróleo – Determinação do ponto de fluidez;

ABNT NBR 11388:1990 – Sistemas de pintura para equipamentos e instalações de subestações elétricas – Especificação;

ABNT NBR 11407:1990 – Elastômero vulcanizado - Determinação das alterações das propriedades físicas, por efeito de imersão em líquidos - Método de ensaio;

ABNT NBR 11835:1991 – Acessórios isolados desconectáveis para cabos de potência para tensões de 15 kV a 35 kV – Especificação;


ABNT NBR 11888:2015 – Bobinas e chapas finas a frio e a quente de aço carbono e de aço de alta resistência e baixa liga - Requisitos gerais.

ABNT NBR 12133:1991 – Líquidos isolantes elétricos - Determinação do fator de perdas dielétricas e da permissividade relativa (constante dielétrica) - Método de ensaio;

ABNT NBR 12134:2018 – Óleo mineral isolante - determinação do teor de 2,6-diterciário-butil paracresol;

ABNT NBR 13882:2021 – Líquidos isolantes elétricos - Determinação do teor de bifenilas policloradas (PCB);

ABNT NBR 14105-1:2013 – Medidores de pressão – Parte 1: Medidores analógicos de pressão com sensor de elemento elástico – Requisitos de fabricação, classificação, ensaios e utilização;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 17 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial

ABNT NBR 14248:2009 – Produtos de petróleo - Determinação do número de acidez e da basicidade - Método do indicador;

ABNT NBR 14274:2021 – Óleo mineral isolante - Determinação da compatibilidade de materiais empregados em equipamentos elétricos;

ABNT NBR 14483:2015 – Produtos de petróleo – Determinação da cor – Método do Colorímetro ASTM;

ABNT NBR 15055:2004 – Válvulas-gaveta, globo, angular e de retenção de bronze – Requisitos;

ABNT NBR 15121:2004 – Isolador para alta tensão - Ensaio de medição da radiointerferência;

ABNT NBR 15422:2022 – Óleo vegetal isolante para equipamentos elétricos;

ABNT NBR 16856:2020 – Buchas para transformadores imersos em líquido isolante – Tensão nominal de 1,2kV e correntes de 160A até 8000A – Especificação;

ABNT NBR 17088 – Corrosão por exposição à névoa salina – Métodos de ensaio;

ABNT NBR NM IEC 60811-4-1:2005 – Métodos de ensaios comuns para materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 4: Métodos específicos para os compostos de polietileno e polipropileno;

ABNT NBR IEC 60060-1:2013 – Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão. Parte 1: Definições gerais e requisitos de ensaio;

ABNT NBR IEC 60085:2017 – Isolação elétrica – Avaliação e designação térmicas;

ABNT NBR IEC 60156:2019 – Líquidos isolantes - Determinação da rigidez dielétrica à frequência industrial - Método de ensaio;

ABNT NBR IEC 60529:2017 – Graus de proteção providos por invólucros (códigos IP);

ABNT NBR ISO 724:2004 – Rosca métrica ISO de uso geral - Dimensões básicas;

INMETRO – Portaria n° 378 de 28 de setembro de 2010;


INMETRO – Portaria n° 510 de 07 de novembro de 2016;

INMETRO – Portaria n° 382 de 17 de setembro de 2021;

Ministério de Minas e Energia – Portaria Interministerial n° 104 de 22 de março de 2013;

Ministério de Minas e Energia – Portaria Interministerial n° 3 de 31 de julho de 2018;

NT.00002 – Fornecimento de Energia Elétrica em Média Tensão (13,8kV, 23,1kV e 34,5kV).

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 18 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial

5 CONDIÇÕES GERAIS

5.1 Condições do Local de Instalação


Os equipamentos devem ser fabricados para operação em regiões com alta agressividade salina ou industrial com as seguintes condições ambientais:

- Altitude limitada a 1000 m;
- Temperatura máxima do ar ambiente 40°C e média, em um período de 24 horas, 30°C;
- Temperatura mínima do ar ambiente: 0°C;
- Pressão máxima do vento: 700 Pa (70 daN/m²);
- Umidade relativa do ar até 100%;
- Exposição direta a sol, chuva, poeira, salinidade e poluição industrial;
- Precipitação pluviométrica média anual 1500 A 3000 mm;
- Nível de radiação solar: 1,1 kW/m², com alta incidência de raios ultravioleta.

5.2 Condições de Fornecimento

Os transformadores devem:

- Ser fornecidos completos, com todos os componentes necessários ao seu perfeito funcionamento;
- Ter todas as peças correspondentes intercambiáveis, quando de mesmas características nominais e fornecidas pelo mesmo fabricante;
- Ter o mesmo projeto e serem essencialmente idênticos quando fizerem parte de um mesmo item do pedido de compra;
- Ser projetados de modo que as manutenções possam ser efetuadas pela CONCESSIONÁRIA ou em oficinas por ela qualificadas, sem o emprego de máquinas ou ferramentas especiais;
- Atender, no que lhe couber, às exigências constantes das últimas revisões das normas ABNT NBR 5356 e ABN NBR 5440, salvo quando explicitamente citado em contrário;
- Atender os requisitos de nível de eficiência admissível para as perdas, de acordo com o Ministério de Minas e Energia (MME), através das portarias interministeriais nº 104 de 22 de março de 2013 e nº 3 de 31 de julho de 2018. O atendimento ao nível de eficiência mínimo admissível deve ser evidenciado nos

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 19 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações <input checked="" type="checkbox"/> público <input type="checkbox"/> interno <input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial			

laudos de ensaios e na Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), conforme o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) do INMETRO, segundo critérios estabelecidos na Portaria nº 378 de 28 de setembro de 2010, atendendo os prazos referidos nos artigos 12 e 13 e a Portaria nº 510 de 07 de novembro de 2016.

5.3 Embalagem

Os transformadores devem ser embalados individualmente, em embalagens de madeira, que permitam o manuseio, transporte e armazenagem, sem causar qualquer tipo de dano aos equipamentos, devendo a madeira empregada ser de boa qualidade, certificada pelo IBAMA e as tábuas possuírem espessura mínima de 25 mm. As embalagens de madeira devem ser adequadas ao transporte ferroviário, rodoviário e fluvial.

A embalagem deve ser feita de modo que o peso e as dimensões sejam conservados dentro de limites razoáveis a fim de facilitar o manuseio, o armazenamento e o transporte.

As embalagens devem ser construídas de modo a possibilitar:

- Uso de empilhadeiras e carro hidráulico;
- Carga e descarga, através da alça de suspensão do transformador, com o uso de pontes rolantes ou monovias;
- Transporte e ou armazenamento superposto de dois transformadores.


Os transformadores deverão ser acondicionados de modo a proteger todas as partes da melhor maneira possível contra danos e perdas, oriundas de manuseio e condições climáticas extremas, durante o transporte.

Os materiais de acondicionamento não devem ser retornáveis.

O fabricante deve apresentar, anexo à proposta, desenho detalhado da embalagem, especificando os materiais empregados, conforme indicado no [Desenho 15](#).

Cada volume deve trazer, indelevelmente marcadas, no mínimo as seguintes informações:

- Nome e/ou marca comercial do fabricante;
- A sigla da CONCESSIONÁRIA;
- Nome do equipamento;
- Tipo e/ou modelo;
- Tensão nominal;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 20 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial

- f) Potência nominal;
- g) Número do Pedido de Compra;
- h) Número da nota fiscal;
- i) Massa bruta do volume, em kg;
- j) Outras informações exigidas no Pedido de Compra.

5.4 Garantia

O fornecedor deve dar garantia de 24 meses a partir da data de entrega no local indicado no Pedido de Compra e de 18 meses após a entrada em operação, prevalecendo o que ocorrer primeiro, contra defeito de material ou fabricação dos transformadores ofertados.

Caso o equipamento e/ou componente apresentem qualquer tipo de defeito ou deixem de atender aos requisitos exigidos por este instrumento normativo, que comprometa o funcionamento do conjunto ou de outras partes, um novo período de garantia de doze meses de operação satisfatória, a partir da data de solução do defeito, deve entrar em vigor para o lote em questão. Dentro do referido período as despesas com mão-de-obra decorrentes da retirada e instalação de equipamentos comprovadamente com defeito de fabricação, bem como o transporte destes entre o almoxarifado da concessionária e o fornecedor, incidirão sobre o fornecedor.

Se o defeito for restrito a algum componente ou acessório o(s) qual(is) não comprometam substancialmente o funcionamento das outras partes ou do conjunto, deverá ser estendido somente o período de garantia da(s) peça(s) afetadas, a partir da solução do problema, prosseguindo normalmente a garantia para o restante do equipamento.


Nota 1: A diferença entre as datas de fabricação e de entrega não deve ser superior a dois meses.

Em caso de devolução dos transformadores para reparo ou substituição, no período de garantia, todos os custos de material e transporte para a inspeção, para a entrega e para a instalação dos transformadores, novos e reparados, serão de responsabilidade exclusiva do fornecedor e a extensão da garantia deverá ser considerada de no mínimo por mais doze meses contados a partir da data da nova entrega, acrescido do tempo de indisponibilidade.

5.5 Aprovação de Propostas, Documentos e Protótipos

5.5.1 Informações Técnicas Necessárias com a Proposta

Na parte técnica da proposta devem, obrigatoriamente, ser apresentadas, no mínimo, as informações a seguir relacionadas, sob pena de desclassificação:


	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 21 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial

- a) Características técnicas garantidas do equipamento ofertado, conforme Anexo I desta especificação;
- b) Declaração de Exceção às Especificações, conforme Anexo II desta especificação;
- c) Desenhos com a indicação da localização dos principais componentes;
- d) Prazos de garantia ofertados;
- e) Demais informações pertinentes a análise técnica do equipamento.

5.5.2 Desenhos

O Fornecedor deve submeter a CONCESSIONÁRIA, antes do início da fabricação e no prazo máximo de 30 (trinta) dias da aceitação, os seguintes documentos:

- a) Desenhos de contorno do equipamento, demonstrando dimensões principais, furações de fixação, peso, detalhes de montagem e detalhes dos terminais;
- b) Desenhos dos conectores de fases e de aterramento, indicando dimensões, material e acabamento;
- c) Desenhos das buchas de AT e BT;
- d) Desenho da válvula de alívio de pressão;
- e) Desenhos e detalhes de montagem dos componentes e acessórios;
- f) Desenho da placa de identificação, conforme Desenho 6;
- g) Desenho da placa da ENCE, conforme Desenho 7;
- h) Desenho com características técnicas do equipamento;
- i) Desenhos da embalagem para transporte, contendo:
 - dimensões;
 - massa;
 - detalhes para içamento;
 - tipo de madeira e tratamento utilizado;
 - localização do centro de gravidade.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 22 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial

6 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS

6.1 Tipo do Transformador

O transformador pedestal utilizado nas redes de distribuição subterrâneas deverá permitir a conexão em anel e deve ser composto de seis (06) buchas primárias interligadas internamente, conforme mostrado no Desenho 3.

O transformador pedestal utilizado nas subestações de unidades consumidoras atendidas em média tensão deverá permitir a conexão radial e deve ser composto de três (03) buchas primárias, conforme mostrado no Desenho 4.

6.2 Potências Padronizadas

As potências padronizadas para os transformadores tipo pedestal trifásicos são: 75 kVA; 112,5 kVA; 150 kVA; 225 kVA e 300 kVA.

6.3 Tensões

6.3.1 Tensão Primária

Os transformadores desta especificação são das classes 15 kV, 24,2 kV ou 36,2 kV, para operação em sistemas elétricos de 13,8 kV, 23,1 kV ou 34,5 kV, em frequência nominal de 60Hz com as características elétricas indicadas na Tabela 1.

6.3.2 Tensão Secundária

As tensões secundárias padronizadas são indicadas na Tabela 1.


	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 23 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações <input checked="" type="checkbox"/> público <input type="checkbox"/> interno <input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial			

Tabela 1 – Derivações, Tensões Nominais e Relações de Tensão para Transformadores Tipo Pedestal


Classe de Tensão (kV)	Derivações	Ligação Primário/Secundário	Tensão (V)	
			Primário (Triângulo)	Secundário (Estrela com Neutro Acessível)
			Trifásico (FF)	Trifásico (FF)
15	1	Dyn1	13.800	380/220 ou 220/127
	2		13.200	
	3		12.600	
24,2	1		23.100	
	2		22.000	
	3		20.900	
36,2	1		34.500	
	2		33.000	
	3		31.500	

6.4 Nível de Isolamento

Os transformadores devem atender o nível de isolamento conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Níveis de Isolamento para Transformadores Tipo Pedestal

Classe de Tensão (kV _{eficaz})	Tensão Suportável Nominal à Frequência Industrial durante 1 Minuto (kV _{eficaz})	Tensão Suportável Nominal de Impulso Atmosférico (kV _{eficaz})	Espaçamento Mínimo no Ar (mm)	
			Fase-fase	Fase-terra
1,2	10	30	25	25

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 24 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações <input checked="" type="checkbox"/> público <input type="checkbox"/> interno <input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial			

Classe de Tensão (kV _{eficaz})	Tensão Suportável Nominal à Frequência Industrial durante 1 Minuto (kV _{eficaz})	Tensão Suportável Nominal de Impulso Atmosférico (kV _{eficaz})	Espaçamento Mínimo no Ar (mm)	
			Fase-fase	Fase-terra
15	34	95	130	140
24,2	50	125	200	230
36,2	50	150	200	230

Nota 2: O nível de isolamento correspondente a 1,2 kV só é aplicável à baixa tensão do transformador.

6.5 Frequência Nominal

A frequência nominal dos transformadores deve ser 60Hz.

6.6 Limites de Elevação de Temperatura

Os transformadores devem atender aos limites de elevação de temperatura indicados na Tabela 3.


Tabela 3 – Limites de Elevação de Temperatura

Temperatura	Limite de Elevação de Temperatura (°C)		
	Alternativa 1 ^a	Alternativa 2 ^b	Alternativa 3 ^c
Média dos enrolamentos	55	65	75
Ponto mais quente dos enrolamentos	65	80	90
Óleo isolante (topo do óleo)	50	60	70
Temperatura de referência das perdas totais e impedância	75	85	95

^a Transformadores com elevação de temperatura média dos enrolamentos de 55°C, a isolação dos enrolamentos (condutores e isolamento entre camadas) pode ser em papel kraft ou termoestabilizado.

^b Transformadores com elevação de temperatura média dos enrolamentos de 65°C, a isolação dos enrolamentos (condutores e isolamento entre camadas) deve ser em papel termoestabilizado.

^c Transformadores com elevação de temperatura média dos enrolamentos de 75°C, a isolação dos enrolamentos (condutores e isolamento entre camadas) deve ser em papel termoestabilizado e utilizar somente óleo vegetal.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 25 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial

6.7 Perdas, Correntes de Excitação e Tensão de Curto-circuito

Para o lote adquirido com mais de uma unidade, os valores médios de perdas (vazio e total), correntes de excitação e impedância de curto-circuito, devem ser no máximo aqueles apresentados nas Tabelas 4, 5 e 6 e devem ser garantidos pelo fabricante em sua proposta.

No entanto, valores individuais, não podem ultrapassar as tolerâncias mostradas na Tabela 7.

Tabela 4 – Valores Garantidos de Perdas, Correntes de Excitação e Tensões de Curto-Circuito para Transformadores Trifásicos de 15 kV

Potência do Transformador (kVA)	Nível de Eficiência	Perda em Vazio (W)	Perda Total (W)	Rendimento Mínimo $\eta=0,5$ e $FP=0,92$ (%)	Corrente de Excitação (%)	Tensão de Curto-Circuito (%)
75	A	150	895	99,03	2,7	3,5
	B	175	990	98,91		
	C	215	1.125	98,73		
112,5	A	195	1.210	99,14	2,5	
	B	230	1.340	99,03		
	C	285	1.525	98,86		
150	A	245	1.500	99,20	2,3	
	B	285	1.655	99,10		
	C	350	1.880	98,95		
225	A	330	2.100	99,26	2,1	4,5
	B	380	2.315	99,17		
	C	470	2.630	99,03		
300	A	410	2.610	99,31	1,9	
	B	475	2.885	99,23		
	C	585	3.275	99,10		

Nota 3: Os transformadores trifásicos adquiridos pela CONCESSIONÁRIA ou para obras de incorporação devem ser de nível de eficiência C.


	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 26 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações <input checked="" type="checkbox"/> público <input type="checkbox"/> interno <input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial			


Tabela 5 – Valores Garantidos de Perdas, Correntes de Excitação e Tensões de Curto-Circuito para Transformadores Trifásicos de 24,2 kV

Potência do Transformador (kVA)	Nível de Eficiência	Perda em Vazio (W)	Perda Total (W)	Rendimento Mínimo $\eta=0,5$ e FP=0,92 (%)	Corrente de Excitação (%)	Tensão de Curto-Circuito (%)
75	A	160	955	98,97	3,2	4,0
	B	185	1.055	98,85		
	C	230	1.200	98,65		
112,5	A	220	1.270	99,08	2,8	
	B	255	1.405	98,96		
	C	310	1.595	98,79		
150	A	270	1.605	99,13	2,6	
	B	310	1.770	99,03		
	C	380	2.010	98,87		
225	A	370	2.200	99,21	2,4	5,0
	B	430	2.435	99,11		
	C	530	2.770	98,96		
300	A	435	2.740	99,27	2,1	
	B	505	3.030	99,18		
	C	620	3.440	99,05		

Nota 4: Os transformadores trifásicos adquiridos pela CONCESSIONÁRIA ou para obras de incorporação devem ser de nível de eficiência C.

Tabela 6 – Valores Garantidos de Perdas, Correntes de Excitação e Tensões de Curto-Circuito para Transformadores Trifásicos de 36,2 kV

Potência do Transformador (kVA)	Nível de Eficiência	Perda em Vazio (W)	Perda Total (W)	Rendimento Mínimo c=0,5 e FP=0,92 (%)	Corrente de Excitação (%)	Tensão de Curto-Circuito (%)
75	A	175	1.025	98,89	3,8	4,0
	B	200	1.135	98,76		
	C	240	1.285	98,57		
112,5	A	240	1.335	99,02	3,4	
	B	275	1.470	98,9		
	C	330	1.665	98,73		
150	A	295	1.720	99,06	3,0	

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 27 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações X público ___interno ___restrito ___confidencial			

Potência do Transformador (kVA)	Nível de Eficiência	Perda em Vazio (W)	Perda Total (W)	Rendimento Mínimo c=0,5 e FP=0,92 (%)	Corrente de Excitação (%)	Tensão de Curto-Circuito (%)
	B	340	1.895	98,95		
	C	405	2.145	98,80		
225	A	410	2.340	99,15	2,5	
	B	470	2.585	99,04		
	C	565	2.925	98,90		
300	A	495	2.900	99,21	2,2	
	B	565	3.195	99,12		
	C	675	3.615	98,99		

Nota 5: Os transformadores trifásicos adquiridos pela CONCESSIONÁRIA ou para obras de incorporação devem ser de nível de eficiência C.

Tabela 7 – Tolerâncias para Valores Individuais

Características Especificadas	Tolerância para Valores Individuais
Corrente de excitação	+ 20%
Perdas em vazio	+ 10%
Impedância de curto-circuito dos enrolamentos	$\pm 7,5\%$
Perdas totais	+ 6%

Para a compra de apenas uma unidade, serão admitidos valores máximos iguais as tolerâncias apresentadas na Tabela 7.

6.8 Diagramas Fasoriais e de Ligação

A Tabela 8 mostra o diagrama fasorial Dyn1 30° dos transformadores trifásicos, em conformidade com a norma ABNT NBR 5440.

O diagrama de ligação dos transformadores trifásicos é mostrado na figura ilustrativa da Tabela 9.


	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 28 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações X público ___interno ___restrito ___confidencial			

Tabela 8 – Diagrama Fasorial

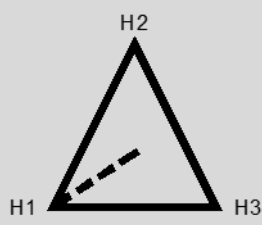
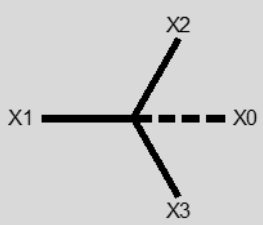
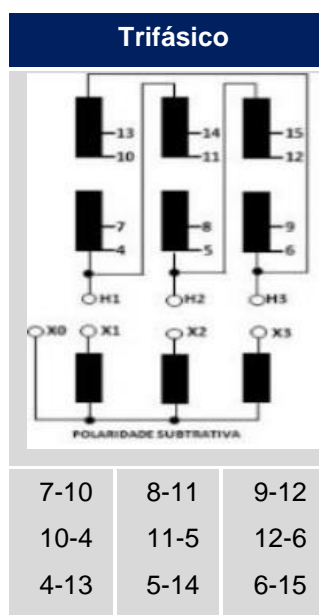

Tensão Máxima do Equipamento Fase-Fase (kV)	Primário	Primário Secundário
15, 24,2 ou 36,2		

Tabela 9 – Diagramas de Ligação dos Transformadores



6.9 Tensões de Rádio Interferência (TRI)

O transformador deve ser submetido ao ensaio de tensão de rádio interferência segundo a CISPR/TR 18-2 com a tensão máxima de 1,1 vez o valor da tensão da maior derivação entre terminais AT acessíveis. O valor máximo da tensão de rádio interferência deve ser de 250 μ V (classe de tensão 15 kV) ou 650 μ V (classes de tensão 24,2 e 36,2 kV).

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 29 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	X público	__interno	__restrito
			__confidencial

6.10 Capacidade de Resistir a Curto-Circuito

O transformador deve resistir aos esforços de curto-circuito, quando ensaiado de acordo com a norma ABNT NBR 5356-5, sendo a corrente simétrica do ensaio limitada ao máximo de 25 vezes a corrente nominal do transformador.

6.11 Nível de Ruído

O transformador deve atender aos níveis médios de ruído conforme especificado na ABNT NBR 5440. Os níveis máximos de ruído que devem ser atendidos pelos transformadores de distribuição, quando ensaiados em conformidade com a norma ABNT NBR 7277, são mostrados na Tabela 10.

Tabela 10 – Níveis Máximos de Ruído

Nível Máximo de Ruído (dB)	Potência do Transformador (kVA)
51	75
55	112,5 – 150 – 225 - 300

7 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

7.1 Identificação

7.1.1 Placa de Identificação

Todos os transformadores fornecidos devem possuir placa de identificação fixada no lado interno do compartimento de BT, conforme indicado no [Desenho 3](#) e no [Desenho 4](#), de modo a permitir a leitura de suas características técnicas e construtivas.

A placa de identificação deve ser de alumínio anodizado ou aço inoxidável, dimensões (105 ± 1) mm x (148 ± 1) mm x (0,8 ± 0,1) mm. As informações mínimas obrigatórias que devem estar presentes na placa são indicadas no [Desenho 6](#).


7.1.2 ENCE (Etiqueta Nacional de Conservação de Energia)

Todos os transformadores fornecidos devem possuir a etiqueta nacional de conservação de energia fixada no lado interno do compartimento de BT, seguindo os modelos indicados no [Desenho 7](#) que estão em conformidade com as Portarias nº 378/2010 e nº 510/2016 do INMETRO.

7.1.3 Marcações

Os terminais de média tensão dos transformadores com seis (06) buchas primárias devem ser identificados, nas posições indicadas no [Desenho 3](#), da seguinte maneira:

a) Olhando-se o transformador de frente, deverão ser utilizados 2 grupos de terminais, denominados A e B;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 30 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito
			<input type="checkbox"/> confidencial

- b) Os terminais “A” deverão ser posicionados do lado esquerdo, quando se olha o transformador de frente, e os terminais “B” do lado direito;
- c) O terminal H1, lado “A”, deve ficar na parte superior e os demais na sequência numérica de cima para baixo, marcados como H1A, H2A e H3A;
- d) Os terminais do lado “B” deverão ser posicionados da mesma forma e marcados como H1B, H2B e H3B.

Os terminais de média tensão dos transformadores com três (03) buchas primárias devem ser identificados, nas posições indicadas no [Desenho 4](#), como: H1, H2 e H3.

Os terminais de baixa tensão devem ser identificados como: X0, X1, X2 e X3.

Devem ser pintados no tanque dos transformadores, nas posições indicadas no [Desenho 1](#) e no [Desenho 2](#), os seguintes itens:

- Logotipo da CONCESSIONÁRIA;
- Potência do transformador em kVA;
- Número do patrimônio.

Próximo ao comutador de derivações deve ser pintado o texto com os seguintes dizeres “OPERAR SEM TENSÃO”.

O número de série do fabricante deve ser gravado em baixo relevo nas seguintes partes do transformador:

- No tanque, logo acima da placa de identificação.
- Na tampa.
- Na orelha de suspensão.

Todas as marcações devem ser na cor preta, padrão Munsell N1.

7.2 Massa Total

A Tabela 11 apresenta as dimensões e as massas máximas para os transformadores.


	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 31 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações X público ___interno ___restrito ___confidencial			

Tabela 11 – Dimensões e Pesos para Transformadores Tipo Pedestal

Classe de Tensão (kV)	Potência (kVA)	Desenho de Referência	Dimensões Máximas (mm)			Distância Mínima do Terminal AT para o Nível do Solo (mm)	Peso Máximo (kg)
			Altura	Largura	Profundidade		
15, 24,2 ou 36,2	75	1 e 2	1700	1300	1250	650	1000
	112,5						1100
	150		1750	1400	1300		1200
	225		1750	1500	1400		1500
	300		1850	1500	1500		1800

7.3 Pintura

7.3.1 Pintura Interna

A pintura interna do tanque deve ser na cor branca e conforme ANBT NBR 5440, com espessura seca mínima de 40 µm.

7.3.2 Pintura Externa


A pintura externa do transformador e interna aos compartimentos de AT e BT deve ser na cor verde, notação MUNSELL 2,5G ¾, com espessura seca mínima de 220 µm.

O processo de pintura deve ser conforme indicado abaixo:

- Uma demão de epóxi, rico em zinco, com espessura mínima final da película seca de 80 µm;
- Uma demão intermediária de epóxi óxido de ferro micáceo, espessura mínima da película seca de 60 µm;
- Uma demão de acabamento de poliuretano acrílico alifático com espessura mínima da película seca de 80 µm, na cor verde, notação MUNSELL 2,5G ¾.

As demais peças não pintadas internas e externas, assim como, do compartimento de AT e BT deverão ser zincadas a quente ou fabricadas em aço inox.

Nota 6: Outros procedimentos de pintura, diferentes do apresentado no item 7.3, que visem melhoria técnica e redução de custos nos processos de pintura, serão objetos de aprovação na apresentação da proposta técnica,

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 32 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial

desde que sejam próprios para ambientes agressivos e mantenham a espessura final mínima da película seca de 220 µm.

7.4 Espessura das Chapas do Transformador

A espessura das chapas deve ser definida pelo fabricante, devem atender normas específicas (ABNT NBR 6650) e requisitos próprios de projeto. No entanto, o fabricante deverá garantir as seguintes espessuras mínimas listadas abaixo:

- a) tampa e fundo: 6,35 mm;
- b) laterais: 4,76 mm;
- c) compartimentos: 2,65 mm;
- d) radiadores: 1,2 mm.

7.5 Compartimentos

O transformador deverá possuir dois compartimentos devidamente protegidos. Os compartimentos de baixa e média tensão devem ser localizados lado a lado, numa das laterais maiores do transformador. Quando visto de frente, o compartimento de baixa tensão deve estar localizado à direita. Esses compartimentos deverão conter os itens conforme descrito a seguir:

7.5.1 Portas


Os compartimentos de baixa e média tensão devem ter portas de acesso independentes. A abertura da porta do compartimento de média tensão somente pode ser feita após a abertura da porta do compartimento de baixa tensão, através de dispositivos triplos de segurança que exijam o uso de ferramentas apropriadas.

As portas deverão abrir num ângulo mínimo de 120° em relação à posição fechada com dispositivos de travamento quando abertas. No lado interno da porta do compartimento de AT deverá haver um compartimento para disposição de fusíveis reserva. Desta forma, juntamente com o transformador, deverão ser enviados 06 fusíveis reservas (deverão ser acondicionados em saco plástico com instruções para substituição e referência do fabricante).

As dobradiças internas, devem permitir a fácil remoção da porta após aberta e impedir a sua remoção quando fechadas.

7.5.2 Fechaduras

No lado do compartimento de baixa tensão deve ser utilizada fechadura tipo cremona, com maçaneta e com hastes para fixação na parte inferior e superior das portas e para utilização com cadeado. No lado do compartimento de alta tensão devem ser utilizados dois parafusos de 1/2" e cabeça sextavada de 3/4", voltada para o lado frontal do transformador.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 33 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial

7.5.3 Dimensões

As dimensões internas deverão garantir as distâncias mínimas de segurança e devem ser adequadas para a instalação de PIS (plugue de inserção simples) ou PID (plugue de inserção duplo) com os terminais desconectáveis tipo cotovelo (TDC) e para-raios do tipo desconectável.

Devem atender a norma ANSI C 57.12.26.

7.5.4 Divisória

A divisória dos compartimentos de baixa e alta tensão devem ser do tipo removível e deve ser projetada de maneira que impeça a sua queda após a retirada dos parafusos de fixação. Entre os compartimentos não poderá possuir travessas que dificultem a passagem e instalação de cabos e permitindo, após a retirada da divisória dos compartimentos, que o acesso aos compartimentos fique totalmente livre (uma janela única).

7.6 Parte Ativa

7.6.1 Núcleo

O núcleo deverá ser constituído de chapas planas de aço silício de grãos orientados de alta permeabilidade e baixas perdas. O tipo de construção deve permitir o seu reaproveitamento, em caso de manutenção, sem a necessidade do uso de máquinas ou ferramentas especiais.

As lâminas devem ser presas por uma estrutura apropriada que sirva como meio de centrar e firmar o conjunto núcleo-bobina ao tanque, de tal modo que esse conjunto não tenha movimento em qualquer direção. Esta estrutura deve propiciar a retirada do conjunto do tanque.

Os tirantes que atravessam as lâminas do núcleo devem ser isolados destas e aterrados.

Todas as porcas dos parafusos utilizados na construção do núcleo devem ser providas de travamento mecânico ou químico.


O núcleo e suas ferragens de fixação devem ser conectados ao tanque do transformador, através de um único ponto, utilizando-se como meio de ligação uma fita de cobre.

7.6.2 Enrolamentos

Os enrolamentos deverão ser construídos com condutores de cobre ou alumínio e devem ser capazes de suportar, sem danos, os efeitos térmicos e mecânicos de correntes de curto-circuito externos.

7.7 Grade de Proteção

Os transformadores devem possuir uma grade de proteção contra toques acidentais obrigatoriamente nos radiadores e opcionalmente na carcaça do transformador (caso o fabricante verifique risco de queimaduras nestas partes).

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 34 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial

7.8 Proteção de BT

No lado do compartimento de baixa tensão deverá possuir uma placa de proteção de policarbonato instalada logo após a abertura da porta externa.

A placa de proteção deverá ser de fácil remoção sem uso de ferramenta e nela deverá ser instalada a placa de advertência interna da BT para garantir o grau de proteção mínimo IP40, conforme a ABNT NBR IEC 60529.

7.9 Aberturas de ventilação

Caso seja necessário instalar aberturas de ventilação nos compartimentos, elas deverão possuir tela de proteção interna em malha de 1,00mm (máxima).

7.10 Base de fixação

A base do transformador deverá possuir 04 (quatro) pontos de fixação junto ao fundo do transformador para fixação à base de concreto. Os furos de fixação devem ser apropriados para parafusos de ½" de diâmetro (mínimo).

7.11 Tampa superior

O transformador deverá possuir tampa resistente a pressão interna. Se soldada ao tanque deverá possuir tampa de inspeção com dimensões mínimas que permitam o acesso aos fusíveis limitadores internos, porta fusíveis, comutador de derivações e buchas primárias e secundárias sem a necessidade do esgotamento do óleo ou uso de ferramenta especial.


Se a tampa for aparafusada, então, deverá possuir uma sobre tampa de segurança ou meio devidamente apropriado para impedir o acesso e retirada dos parafusos de fixação, estes de ½" com cabeça sextavada de ¾". A retirada da fixação desta sobre tampa deverá ser feita somente pela parte interna dos compartimentos de alta e baixa tensão.

A tampa deve ainda possuir inclinação para evitar o acúmulo de água.

7.12 Comutador de Derivações

O transformador pedestal deverá possuir comutador rotativo com as derivações indicadas na Tabela 1, que deverá ser acessível pelo lado interno do compartimento de média tensão. O transformador deverá ser enviado no TAP nominal.

O comutador de derivações deverá ser operado somente SEM TENSÃO.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 35 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito
	<input type="checkbox"/> confidencial		

7.13 Placas de Advertência

Os transformadores deverão possuir placas de advertência conforme descrito nos subitens a seguir e nos desenhos desta especificação. Os dizeres da placa devem ser gravados de forma legível, visível e indelével em placa de aço inoxidável ou alumínio anodizado atendendo ao especificado no [Desenho 5](#).

7.13.1 Placa de Advertência Externa de MT

A placa de advertência externa de MT deverá ficar localizada no lado externo da porta do compartimento de média tensão, conforme indicado no [Desenho 1](#).

7.13.2 Placa de Advertência Interna de MT

No interior do compartimento de média tensão deverá ser instalada placa de advertência em relação a instalação/retirada dos fusíveis baioneta, terminais desconectáveis e para-raios. A placa deve atender ao especificado no [Desenho 5](#).

7.13.3 Placa de Advertência Externa de BT

A placa de advertência externa de BT deverá ficar localizada no lado externo da porta do compartimento de BT, conforme indicado no [Desenho 1](#).

7.14 Dispositivo de Alívio de Pressão

Os transformadores devem ser providos de válvula de alívio de pressão localizada no lado do compartimento de média tensão. A válvula deve possuir sistema de indicação de atuação. A válvula deve operar e prevenir o colapso ou explosão do tanque e radiadores do transformador.


7.15 Buchas de Baixa Tensão (BT)

As buchas secundárias devem atender a ABNT NBR 16856 e deverão ser fornecidas com os terminais padrão NEMA.

Nos transformadores de 75, 112,5 e 150 kVA os terminais de baixa tensão deverão atender ao especificado no [Desenho 12](#). Nos transformadores de 225 e 300 kVA os terminais de baixa tensão deverão atender ao especificado no [Desenho 11](#).

7.16 Buchas de Média Tensão (MT)

O transformador tipo pedestal utilizado na rede de distribuição subterrânea deverá possuir 06 (seis) buchas de cavidade de inserção (poço) no lado de média tensão, próprias para o uso de para-raios e terminais desconectáveis tipo cotovelo (TDCs), com dispositivo para instalação dos grampos de fixação dos TDCs, fornecidas com buchas de inserção para operação sob carga (LOAD BREAK). Devem ser fornecidos ainda 03 (três) receptáculos isolantes blindados (RIB) com dispositivos de fixação instalados em 03 (três) das 06

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 36 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial

(seis) buchas. As buchas de média tensão devem ser dispostas em formato de “V”, conforme indicado no [Desenho 3](#).

O transformador tipo pedestal utilizado na subestação de unidades consumidoras atendidas em média tensão deverá possuir 03 (três) buchas de cavidade de inserção (poço) no lado de média tensão, próprias para o uso de terminais desconectáveis tipo cotovelo (TDCs), com dispositivo para instalação dos grampos de fixação dos TDCs, fornecidas com buchas de inserção para operação sob carga (LOAD BREAK).

7.17 Chave de Abertura em Carga

Os transformadores devem ser equipados com uma chave tripolar, abertura sob carga, interrupção no óleo, operável por intermédio de bastão de manobra e dispositivo instalado na parte interna do cubículo de MT, corrente nominal mínima compatível com a potência do transformador e corrente momentânea 10 kA, 2s.

7.18 Termômetro

O transformador deve ser fornecido com termômetro do tipo haste reta, a expansão de líquido com escala de 0-120°C, em intervalos de no máximo 5°C e precisão mínima de $\pm 3^\circ\text{C}$. A fixação do corpo do termômetro deve ser no lado do compartimento de baixa tensão, conforme indicado no [Desenho 3](#) e no [Desenho 4](#). Deverá possuir ponteiro de arraste retornável por imã. O termômetro deve ter grau de proteção mínimo equivalente a IP 65 com poço.

7.19 Radiadores


O transformador deve estar munido de radiadores do tipo tubo ou aleta, conforme ABNT NBR 5906 e ABNT NBR 5915 partes 1 a 6 e no caso de tubos devem resistir aos ensaios previstos na norma ABNT NBR 5356 partes (1 a 5).

7.20 Orelhas para Suspensão

Em número de quatro, devem permitir a suspensão em equilíbrio de todo o conjunto, com o transformador em seu nível normal de óleo, conforme [Desenho 1](#) e [Desenho 3](#) ou [Desenho 4](#). O posicionamento das orelhas não deve interferir com a possível necessidade de remoção da tampa do transformador, e permitir o seu içamento e locomoção sem causar danos na pintura e acessórios. As orelhas devem ser isentas de rebarbas.

7.21 Válvula Tipo Globo de Óleo

O transformador deve ser provido de válvula de drenagem e enchimento com bujão, instaladas na parte inferior e superior da lateral do tanque, no lado interno do compartimento de média tensão, conforme apresentado no [Desenho 3](#) ou no [Desenho 4](#). O material da válvula de drenagem deve ser bronze. Os bujões e meios de conexão soldados ao tanque e à tampa devem ser de aço zincado.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 37 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito
			<input type="checkbox"/> confidencial

7.22 Válvula de Enchimento de Gás

O transformador pedestal deverá possuir válvula para enchimento de gás inerte, com tampa de proteção. Esta válvula deverá suportar uma pressão superior à pressão normal de operação do transformador. A válvula deverá ficar localizada no lado do compartimento de média tensão, conforme apresentado no [Desenho 3](#) ou no [Desenho 4](#).

7.23 Dispositivo de Aterramento

O transformador pedestal deverá possuir dois (02) dispositivos de aterramento localizados nos compartimentos de média e baixa tensão, conforme apresentado no [Desenho 3](#) ou no [Desenho 4](#).

7.24 Indicador do Nível de Óleo

O transformador pedestal deverá possuir indicador de nível de óleo instalado conforme apresentado no [Desenho 3](#) ou no [Desenho 4](#).

7.25 Manovacuômetro

No transformador pedestal deverá ser instalado um manovacuômetro no lado do compartimento de baixa tensão, conforme indicado no [Desenho 3](#) ou no [Desenho 4](#).

7.26 Anéis Internos

A ligação interna entre as buchas primárias deverá ser feita em cobre eletrolítico e dimensionado para a corrente nominal de 200A considerando-se os valores de curto-circuito mínimo de 10 kA em 0.17s.

7.27 Dispositivo para Repouso de Cabos e Para-raios

Os transformadores devem ser equipados com suporte apropriado para repouso de cabos e de para-raios de média tensão, quando desconectados, conforme indicado no [Desenho 3](#) ou no [Desenho 4](#).

7.28 Óleo Isolante

O líquido isolante deve ser de origem vegetal conforme a ABNT NBR 15422 e deve ter as características da Tabela 12, após contato com o equipamento, deve possuir as seguintes características abaixo:

- Deve ter aparência clara e límpida e ser isento de matérias em suspensão ou sedimentadas. Os valores limites das propriedades físicas, químicas, elétricas e ambientais do referido óleo, estão contidos na referida NBR e deverão ser verificados por ocasião da inspeção;
- Deve ser isento de ascaréis (PCB - bifenilas policloradas). Esta informação deverá constar no Boletim de Inspeção de Material – BIM.



	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 38 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial

Tabela 12 – Características do Óleo Isolante

Características		Unidade	Vegetal	
			Método	Valor Esperado
Aspecto visual		-	-	O óleo deve ser claro, límpido e isento de materiais em suspensão ou sedimentados
Cor		-	ABNT NBR 14483	≤ 1,0
Densidade relativa a 20/4 °C		-	ABNT NBR 7148	≤ 0,960
Viscosidade	20 °C	mm ² /s	ABNT NBR 10441	≤ 150
	40 °C			≤ 50
	100 °C			≤ 15
Ponto de fulgor		°C	ABNT NBR 11341	≥ 275
Ponto de combustão		°C	ABNT NBR 11341	≥ 300
Ponto de fluidez		°C	ABNT NBR 11349	≤ -10
Tensão interfacial à 25 °C		mN/m	-	NA
Teor de água		mg/kg (ppm)	ABNT NBR 10710	≤ 300
Rigidez dielétrica	Eletrodo de calota	kV	ABNT NBR IEC 60156	≥ 45
	Eletrodo de disco		ABNT NBR 6869	≥ 30
Fator de perdas dielétricas ou fator de dissipação a 100 °C	25 °C	%	ABNT NBR 12133	≤ 0,5
	100 °C			≤ 8,0
Índice de neutralização		mgKOH/g	ABNT NBR 14248	≤ 0,06
Teor de bifenilas policloradas		mg/kg	ABNT NBR	Não detectado

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 39 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial

Características	Unidade	Vegetal	
		Método	Valor Esperado
(PCB)		13882	
Cloretos	-	-	Ausentes
Sulfatos	-	-	Ausentes
Enxofre corrosivo	-	ABNT NBR 10505	Ausente

7.29 Partes Componentes

Os parafusos de ligação e porcas (quando aplicável), devem ser em liga de cobre totalmente estanhados, conforme ABNT NBR 5435, com camada de estanho com espessura mínima de 8µm para qualquer amostra e 12µm na média das amostras. A arruela de pressão dos parafusos de ligação deve ser de bronze silício, bronze fosforoso ou de aço zincado.

Os isoladores utilizados nas buchas secundárias devem ser de porcelana vidrada nas cores cinza claro (notação MUNSSELL 5.0 BG 7.0/0.4 ou N6.5) ou marrom escuro (notação MUNSSELL 5YR 3/3). As demais características devem estar de acordo com as normas ABNT NBR 5034, ABNT NBR 5435 e ABNT NBR 16856.

7.30 Características Dimensionais

Conforme Desenho 1, Desenho 2 e Tabela 11.

7.31 Proteção Contra Sobrecorrente


A proteção contra sobrecorrente do transformador do tipo pedestal deverá ser feita por fusíveis de expulsão do tipo baioneta em série com fusíveis de tipo limitador de corrente submersos em óleo e instalados no lado de média tensão dos transformadores.

Os fusíveis tipo baioneta devem ser montados de acordo com o [Desenho 8](#).

7.31.1 Fusíveis de expulsão tipo baioneta

Os fusíveis de expulsão do tipo baioneta deverão proteger o transformador contra defeitos externos no lado de BT considerados defeitos de impedância elevada. Os fusíveis de expulsão do tipo baioneta deverão ser para operação em carga e instalados internamente imersos no óleo do tanque do transformador e extraíveis sem que seja necessário abrir o tanque.

Os fusíveis de expulsão do tipo baioneta deverão ser do tipo *Dual-Sensing (Load-Sensing)* e definidos de forma a coordenar com a proteção de retaguarda (elos fusíveis tipo K, disjuntores, religadores) e serem

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 40 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito
	<input type="checkbox"/> confidencial		

seletivos com a proteção de baixa tensão (fusíveis NH e interruptores), e seu dimensionamento dependerá de prévia aprovação da CONCESSIONÁRIA.

Os elos fusíveis do tipo baioneta deverão suportar a corrente de energização dos transformadores (*inrush*): 12 vezes a corrente nominal dos transformadores durante 0,1s e 25 vezes a corrente nominal durante 0,01 s, para a temperatura ambiente de 35°C.

O dimensionamento dos fusíveis de expulsão tipo baioneta deve ser conforme a Tabela 13.

Tabela 13 – Capacidade Recomendada dos Fusíveis de Expulsão

Potência (kVA)	Elo Recomendado
75	3H
112,5	5H
150	6K
225	10K
300	15K

7.31.2 Fusíveis do tipo limitadores de corrente


Os fusíveis do tipo limitador de corrente deverão proteger o transformador contra defeitos internos ao tanque, considerados de baixa impedância. Os fusíveis são instalados internamente imersos no óleo do tanque, sendo que sua operação implica na substituição do transformador para reparo.

Os fusíveis do tipo limitador deverão suportar a corrente de energização dos transformadores (*inrush*): 12 vezes a corrente nominal dos transformadores durante 0,1 s e 25 vezes a corrente nominal durante 0,01 s, para a temperatura ambiente de 35°C.

O dimensionamento dos fusíveis limitadores de corrente deve ser conforme Tabela 14.

Tabela 14 – Capacidade Recomendada dos Fusíveis Limitadores de Corrente

Potência (kVA)	Corrente Nominal do Fusível HH
75	10
112,5	12,5
150	15

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 41 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	X público	__interno	__restrito
			__confidencial

Potência (kVA)	Corrente Nominal do Fusível HH
225	20
300	32

7.32 Resfriamento

Os transformadores devem ter resfriamento do tipo ONAN por circulação natural do óleo isolante.

8 CAPITALIZAÇÃO DO CUSTO DE PERDAS EM TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO

8.1 Perdas

8.1.1 Avaliação das Perdas

Para determinação do custo final do transformador são levados em consideração pela CONCESSIONÁRIA, os valores das perdas totais calculadas, conforme o item 8.2.

8.1.2 Perdas Superiores ao Valor Garantido

Caso a média das perdas em vazio e total, verificadas na inspeção, seja superior ao valor garantido pelo Fabricante, todo o lote deve ser recusado. A critério da CONCESSIONÁRIA, os transformadores podem ser aceitos com a seguinte redução no preço:

$$R_p = \left[\frac{C_{tp}}{C_p} - 1 \right] \times C_{compra} \quad (1)$$

Onde:

R_p = Redução de preço dos transformadores, em reais.

C_{tp} = Custo das perdas, de acordo com o item 9.2, porém considerando os valores de perdas em vazio e total obtidos nos ensaios de recebimento, em reais.

C_p = Custo das perdas, conforme valores da proposta, em reais.


C_{compra} = Custo de compra, calculado quando da avaliação das propostas, em reais.

Nota 7: Caso somente a média das perdas em vazio seja superior ao limite contratado, a fórmula acima será aplicada considerando somente o custo das perdas em vazio, com as seguintes considerações:

R_p = redução de preço dos transformadores, em reais, considerando somente as perdas em vazio.

C_{tp} = considerar somente o custo das perdas em vazio, de acordo com o Anexo XIII, porém considerando os valores das perdas em vazio obtidos nos ensaios de recebimento, em reais.

C_p = custo das perdas em vazio, conforme valores das propostas, em reais.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 42 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	X público	__ interno	__ restrito
			__ confidencial

C_{compra} = custo de compra calculado quando da avaliação das propostas, em reais.

Para o cálculo do custo final do transformador, deverá ser aplicado a "Rp" de maior valor calculado nas condições acima, considerando os dois critérios, custo das perdas em vazio e perdas totais ou somente custo das perdas em vazio.

8.2 Capitalização dos Custos em Transformadores de Distribuição

8.2.1 Finalidade

Este trabalho tem a finalidade de estabelecer uma metodologia para capitalização de perdas em vazio e em carga de transformadores de distribuição que poderá ser utilizada no processo de aquisição pela CONCESSIONÁRIA.

No presente trabalho será adotado como premissa o tempo de capitalização de 10 anos, face essa se mostrar mais atrativa do que a capitalização para 20 anos, inclusive com possível redução do preço de aquisição do transformador.

8.2.2 Custo de Avaliação das Perdas

O custo do transformador durante o período n , a uma taxa de remuneração de capital i , é dado pelas expressões:

$$C_{tp} = P_{compra} + A \times P_{vazio} + B \times P_{cc} \quad (2)$$

$$A = \frac{(1+i)^n - 1}{i \cdot (1+i)^n} \times C_{kwh} \times 8,76 \quad (3)$$

$$B = f_c^2 \times A \quad (4)$$

Onde:

C_{tp} = Custo do Transformador após a capitalização em 10 anos;

P_{compra} = Preço de compra do transformador;

C_{kwh} = Valor do Kwh para tarifação convencional;


P_{vazio} = Perdas em vazio, em watts;

P_{cc} = Perdas em curto-circuito, em watts;

i = taxa de remuneração de capital, em percentagem por ano (%/ano). Será adotada a Taxa Selic;

n = vida útil esperada do transformador de 10 anos;

f_c = fator de carga.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 43 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial

9 INSPEÇÕES E ENSAIOS

9.1 Generalidades

Os transformadores devem ser submetidos a inspeção e ensaios na fábrica, de acordo com esta especificação técnica e com as normas técnicas da ABNT aplicáveis, na presença de inspetores credenciados pela CONCESSIONÁRIA, devendo a CONCESSIONÁRIA ser comunicada pelo fornecedor com pelo menos 10 (dez) dias de antecedência se fornecedor nacional e 30 (trinta) dias se fornecedor estrangeiro, das datas em que os lotes estiverem prontos para inspeção final, completos com todos os acessórios.

A CONCESSIONÁRIA reserva-se o direito de inspecionar e testar os transformadores e o material utilizado durante o período de sua fabricação, antes do embarque ou a qualquer tempo em que julgar necessário. O fabricante deve proporcionar livre acesso do inspetor aos laboratórios e às instalações onde o equipamento em questão estiver sendo fabricado, fornecendo-lhe as informações solicitadas e realizando os ensaios necessários. O inspetor poderá exigir certificados de procedências de matérias primas e componentes, além de fichas e relatórios internos de controle.

O fornecedor deve apresentar, para aprovação da CONCESSIONÁRIA, o seu Plano de Inspeção e Testes – PIT, tomando como referência o PIT do Anexo IV desta especificação, que deverá conter as datas de início da realização de todos os ensaios, os locais e a duração de cada um deles, sendo que o período para inspeção deve ser dimensionado pelo proponente de tal forma que esteja contido nos prazos de entrega estabelecidos na proposta de fornecimento. O plano de inspeção e testes deve indicar os requisitos de controle de qualidade para utilização de matérias primas, componentes e acessórios de fornecimento de terceiros, assim como as normas técnicas empregadas na fabricação e inspeção dos equipamentos.


O fabricante deve dispor de pessoal e de aparelhagem, próprios ou contratados, necessários à execução dos ensaios, sendo de sua responsabilidade os custos relativos à realização dos ensaios.

Todos os instrumentos e aparelhos de medição, máquinas de ensaios, etc., devem ter certificado de aferição emitido por instituições acreditadas pelo INMETRO, válidos por um período máximo de um ano. Por ocasião da inspeção, os certificados de aferição devem estar dentro do período de validade, podendo acarretar desqualificação do fornecedor o não cumprimento dessa exigência.

O fabricante deve assegurar ao inspetor da CONCESSIONÁRIA o direito de familiarizar-se, em detalhes, com as instalações e os equipamentos a serem utilizados, estudar todas as instruções e desenhos, verificar calibrações, presenciar ensaios, conferir resultados e, em caso de dúvida, efetuar novas inspeções e exigir a repetição de qualquer ensaio.

A aceitação dos equipamentos e/ou a dispensa de execução de qualquer ensaio:

Não exime o fabricante da responsabilidade de fornecê-lo de acordo com os requisitos desta norma.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 44 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito
			<input type="checkbox"/> confidencial

Não invalida qualquer reclamação posterior da CONCESSIONÁRIA a respeito da qualidade do material e/ou da fabricação.

Mesmo após a entrega do lote fabricado, os transformadores podem ser inspecionados e submetidos a ensaios, com prévia notificação ao fabricante e, eventualmente, em sua presença. Em caso de qualquer discrepância em relação às exigências desta norma, eles podem ser rejeitados e sua reposição será por conta do fabricante.

Após a inspeção dos transformadores, o fabricante deve encaminhar à CONCESSIONÁRIA, por lote ensaiado, um relatório completo dos ensaios efetuados, incluindo oscilogramas, devidamente assinado pelo responsável técnico pelos ensaios e pelo inspetor credenciado pela CONCESSIONÁRIA.

Esse relatório deverá conter todas as informações necessárias para o seu completo entendimento, tais como: métodos, instrumentos, constantes e valores utilizados nos ensaios e os resultados obtidos.

Todas as unidades de produto rejeitadas, pertencentes a um lote aceito, devem ser substituídas por unidades novas e perfeitas, por conta do fabricante, sem ônus para a CONCESSIONÁRIA, sendo o fabricante responsável pela recomposição de unidades ensaiadas, quando isto for necessário, antes da entrega à CONCESSIONÁRIA.

Nenhuma modificação no transformador deve ser feita "a posteriori" pelo fabricante sem a aprovação da CONCESSIONÁRIA. No caso de alguma alteração, o fabricante deve realizar todos os ensaios de tipo, na presença do inspetor da CONCESSIONÁRIA, sem qualquer custo adicional.


A CONCESSIONÁRIA reserva-se o direito de exigir a repetição de ensaios em transformadores já aprovados. Neste caso, as despesas serão de sua responsabilidade se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção, caso contrário correrão por conta do fabricante.

Os ensaios devem ser realizados à temperatura ambiente. Quando solicitado que os resultados dos ensaios sejam corrigidos a uma temperatura de referência, esta deve ser uma das temperaturas informadas na Tabela 3.

Todos os componentes externos e acessórios que são suscetíveis de influenciar o funcionamento do transformador durante os ensaios devem ser instalados.

Os enrolamentos com derivação devem ser conectados à sua derivação principal, a menos que seja especificado de outra forma por acordo entre o fabricante e a CONCESSIONÁRIA.

Para todas as características, excetuando-se as de isolamento, os ensaios são baseados em condições nominais, a menos que seja especificado de outra forma no item relativo ao ensaio em questão.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 45 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial

Todos os ensaios citados nos itens a seguir devem ser efetuados em transformadores prontos, montados e cheios de óleo isolante. As despesas relativas a material de laboratório e pessoal para execução dos ensaios correm por conta do fabricante.

Os instrumentos de medição usados devem ser de precisão ASA, classe de exatidão 0,5 ou inferior, e estarem aferidos por órgão oficial ou outros devidamente credenciados, e os certificados de aferição estar à disposição do inspetor.

9.2 Ensaios de Tipo

A relação dos ensaios de tipo necessários para os transformadores do tipo pedestal está apresentada na Tabela 15.

9.3 Ensaios de Rotina


A relação dos ensaios de rotina está apresentada na Tabela 15.

9.4 Ensaios de Recebimento

É obrigatória a realização dos ensaios de recebimento na presença do inspetor credenciado da CONCESSIONÁRIA. A relação dos ensaios de recebimento necessários para os transformadores do tipo pedestal está apresentada na Tabela 15.

Tabela 15 – Ensaios de Tipo, Rotina e Recebimento em Transformadores Tipo Pedestal

Item	Descrição dos Ensaios	Tipo	Rotina	Recebimento
1	Inspeção visual	-	-	X
2	Verificação dimensional	-	-	X
3	Tensão suportável nominal à frequência industrial (tensão aplicada)	-	X	X
4	Tensão induzida de curta duração	-	X	X
5	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico	X	-	-
6	Medição do nível de tensão de radiointerferência	X	-	-
7	Medição do nível de ruído	X	-	-
8	Medição da resistência de isolamento	-	X	X

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 46 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações <input checked="" type="checkbox"/> público <input type="checkbox"/> interno <input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial			


Item	Descrição dos Ensaios	Tipo	Rotina	Recebimento
9	Fator de potência do isolamento e capacitâncias	X	-	-
10	Relação de transformação	-	X	X
11	Medição do deslocamento angular e sequência de fases	-	X	X
12	Perdas em vazio e corrente de excitação	-	X	X
13	Perdas em carga e impedância de curto-circuito	-	X	X
14	Medição da resistência elétrica dos enrolamentos	-	X	X
15	Elevação de temperatura	X	-	-
16	Estanqueidade e resistência à pressão a frio	-	X	X
17	Ensaio de curto-circuito	X	-	-
18	Características físico-químicas do óleo isolante	X	-	X
19	Verificação da espessura e aderência da pintura da parte externa do transformador	X	-	X

9.5 Relatórios de Ensaios

O Fabricante deve fornecer, após execução dos ensaios, cópia dos relatórios impressa e digitalizada, com as seguintes informações:

- Data e local dos ensaios;
- Número do pedido e quantidade de transformadores do lote;
- Identificação (dados de placa) e valores garantidos pelo fabricante;
- Resultados de todos os ensaios relacionados no item 9;
- Data e assinatura do representante do fabricante e do inspetor da CONCESSIONÁRIA.

Nos relatórios dos ensaios com valores garantidos, devem ser anotados os respectivos valores máximos, médios e mínimos verificados no lote.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 47 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial

9.6 Amostragem

Os ensaios de recebimento para tensão suportável à frequência industrial (tensão aplicada), tensão induzida de curta duração e resistência de isolamento devem ser realizados em 100% do lote fabricado.

Os demais ensaios, exceto para os ensaios do óleo isolante, devem ser realizados conforme o plano de amostragem descrito na Tabela 16.

Tabela 16 – Plano de Amostragem, Exceto Tensão Aplicada, Tensão Induzida e Óleo Isolante

Plano de Amostragem Simples, Normal, Nível de Inspeção II, NQA 4%				
Ensaio de Recebimento				
Tamanho do Lote	Código Amostragem	Tamanho da Amostra	Ac	Re
2 a 25	B	3	0	1
26 a 150	E	13	1	2
151 a 280	F	20	2	3
281 a 500	G	32	3	4
501 a 1200	H	50	5	6
1201 a 3200	J	80	7	8

Os ensaios do óleo isolante devem ser realizados conforme o plano de amostragem da Tabela 17.

Tabela 17 – Plano de Amostragem para os Ensaio no Óleo Isolante


Plano de Amostragem Simples, Normal, Nível de Inspeção S4, NQA 1%				
Ensaio de Recebimento				
Tamanho do Lote	Código Amostragem	Tamanho da Amostra	Ac	Re
2 a 1200	E	13	0	1
1201 a 3200	H	50	1	2

9.7 Aceitação e Rejeição

O critério para aceitação e rejeição da inspeção visual e dimensional é o estabelecido na Tabela 16.

Serão rejeitados os transformadores que não suportarem os ensaios de tensão suportável à frequência industrial (tensão aplicada) ou tensão induzida.

Todo o lote será recusado se as médias dos valores de perdas em vazio, perdas totais e correntes de excitação forem superiores aos valores garantidos, estabelecidos nesta especificação técnica e declarados pelo fabricante na sua proposta.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 48 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial

Serão rejeitadas as unidades que apresentarem valores fora das tolerâncias estabelecidas nesta especificação técnica.

A aceitação e rejeição nos ensaios de aderência e espessura da camada de tinta deve levar em consideração o plano de amostragem estabelecido pela Tabela 16. Serão rejeitados também, transformadores que apresentarem pintura com empolamento, escorrimento e cor diferente da especificada.

Aprovado o lote, as unidades rejeitadas devem ser pintadas e submetidas novamente aos ensaios de pintura. O fabricante deve restaurar a pintura de todas as unidades ensaiadas.

Para aceitação e rejeição do óleo isolante observar o plano de amostragem estabelecido na Tabela 17. Os resultados devem estar de acordo com a Tabela 12, para óleo após contato com o equipamento.


9.8 Requisitos e Procedimento de Execução dos Ensaios

9.8.1 Inspeção visual e dimensional


A inspeção visual e dimensional deve ser realizada com base nos desenhos aprovados, em conformidade com os componentes, acessórios, dimensões e tolerâncias estabelecidas nesta especificação técnica. Os itens a serem inspecionados são os estabelecidos na Tabela 18.

Tabela 18 – Inspeção Visual e Dimensional

Descrição	Norma Aplicável	Método	Conforme (S/N)
Placa de Identificação	ABNT NBR 5440	Desenho 6	
Placa da ENCE	INMETRO Portaria nº 510/2016	Desenho 7	
Dimensões Gerais	ABNT NBR 5440	Tabela 9	
Marcações Gerais: - Logomarca da Concessionária; - Potência em kVA do transformador; - Nº Patrimônio; - Código do material; - Elo Fusível; - Comutador de TAP; - Terminais de AT;	ABNT NBR 5440	ET.00017, Desenhos 1, 3 e 4	

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 49 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial

Descrição	Norma Aplicável	Método	Conforme (S/N)
- Terminais de BT; - Número de série			
Radiadores	ABNT NBR 5440	Desenhos aprovados	
Alças de sustentação	ABNT NBR 5440	Desenhos aprovados	
Estrutura de apoio	ABNT NBR 5440	Desenhos aprovados	
Dispositivo de aterramento: - Posição no tanque; - Dimensões.	ABNT NBR 5440	Desenhos aprovados	
Bucha de AT	ABNT NBR 5440	Desenho 10	
Bucha de BT	ABNT NBR 5440	Desenhos 11 e 12	
Acionamento externo do comutador de TAP - Tipo - Localização	ABNT NBR 5440	Desenhos aprovados	
Dispositivo de alívio de pressão	ABNT NBR 5440	Item 7.14	
Chave de abertura em carga	ABNT NBR 5440	Item 7.17	
Termômetro	ABNT NBR 5440	Item 7.18	
Dispositivos de aterramento	ABNT NBR 5440	Item 7.23	
Válvula globo de óleo	ABNT NBR 5440	Item 7.21	
Indicador de nível de óleo	ABNT NBR 5440	Item 7.24	
Válvula de enchimento a gás	ABNT NBR 5440	Item 7.22	
Manovacuômetro	ABNT NBR 5440	Item 7.25	

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 50 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito
			<input type="checkbox"/> confidencial

9.8.2 Impedância de Curto-Circuito e Perdas em Carga

Devem ser medidas, para um par de enrolamentos, à frequência nominal, aplicando-se uma tensão praticamente senoidal aos terminais de um enrolamento, mantendo-se os do outro enrolamento curto-circuitado. A corrente de alimentação deve ser pelo menos igual a 50% da nominal. As medidas devem ser feitas rapidamente para que as elevações de temperatura não introduzam erros significativos. A diferença de temperatura do óleo entre as partes superior e inferior do tanque deve ser suficientemente pequena para permitir a determinação da temperatura média com a precisão requerida. O valor obtido deve ser corrigido para a temperatura de referência.

O valor relativo é também igual ao quociente da tensão aplicada durante o ensaio de curto-circuito para se fazer circular a corrente nominal (ou corrente de derivação) pela tensão nominal (ou tensão de derivação). Esta tensão corresponde à tensão de curto-circuito do par de enrolamentos. Ela é normalmente expressa em porcentagem.

9.8.3 Resistência Elétrica dos Enrolamentos

O ensaio de resistência de enrolamento a frio deve ser o primeiro ensaio a ser realizado após o descanso de 12 horas no local onde ele será ensaiado.

A limitação normativa da corrente contínua máxima de medição de resistência ôhmica dos enrolamentos deve ser < 15% da corrente de enrolamento de Alta tensão e Baixa tensão (ABNT NBR 5356 E.2.3).

O tempo de estabilização da resistência a frio deve ser registrado para referência como menor tempo da leitura a quente (ABNT NBR 5356 E.2.5).

A temperatura do topo do óleo deve ser medida como referência de temperatura e deve estar em equilíbrio com a temperatura ambiente do laboratório com uma diferença máxima de 3°C ($\Delta T < 3^\circ\text{C}$).


Este ensaio determina a resistência ôhmica dos enrolamentos de todas as conexões do transformador. A finalidade básica é verificar, além do valor da resistência ôhmica, aperto e conexões dos contatos, estes devem ser coerentes às medições de cada fase, não tendo valores muito distintos de uma fase para outra. As medições são realizadas através de uma fonte de corrente contínua e aconselha-se não ultrapassar o valor da corrente nominal do enrolamento considerado.

Considerando que a ligação do transformador seja Dyn1, as medições são realizadas da seguinte maneira:

No enrolamento de alta tensão: H1 – H2, · H1 – H3 e · H2 – H3;

No enrolamento de baixa tensão: X1 – X2, · X1 – X3 e X2 – X3.

Não existe um valor definido das resistências, pois cada transformador possui perdas específicas. A comparação deve ser feita sempre com a engenharia e na análise final das perdas em cargas e totais, caso

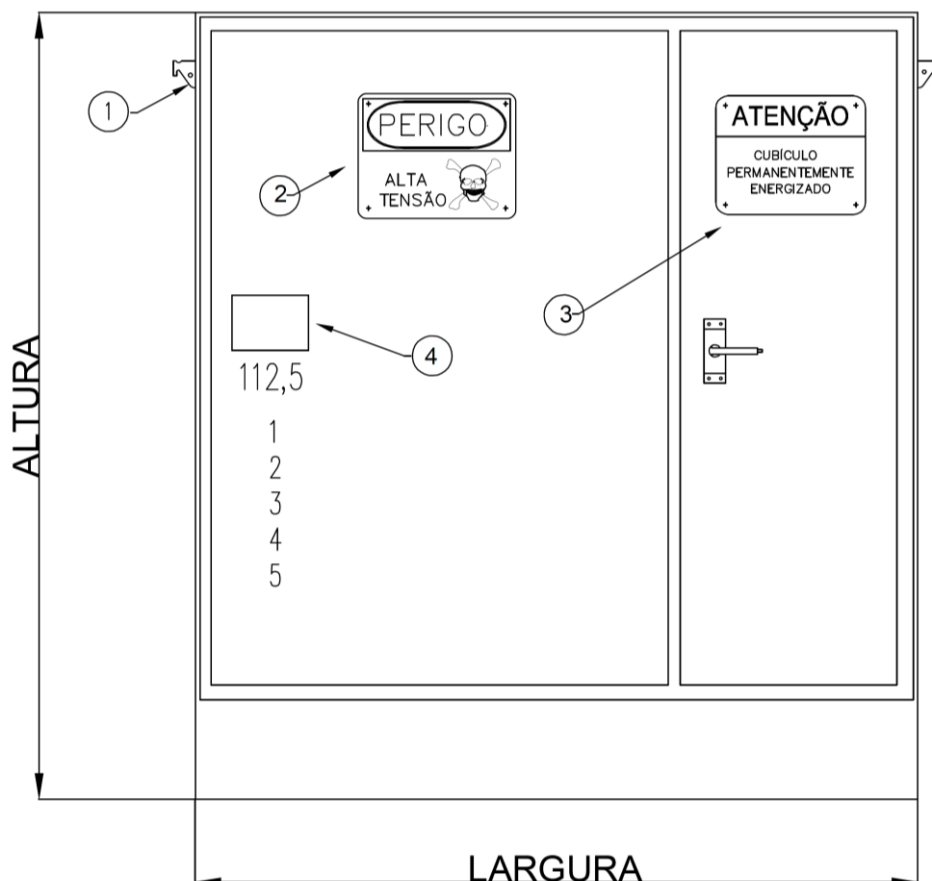
	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 51 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial

gere alguma anomalia. Deve-se ao final deste ensaio anotar o valor da temperatura na qual os enrolamentos foram medidos.

<p>GRUPO equatorial ENERGIA</p>	<p>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</p>	<p>Homologado em: 29/08/2023</p>	<p>Página: 52 de 77</p>
<p>Título: Transformador Tipo Pedestal</p>		<p>ET.00017.EQTL</p>	<p>Revisão: 01</p>
<p>Classificação das informações X público ___interno ___restrito ___confidencial</p>			

8 DESENHOS

Desenho 1 – Transformador Tipo Pedestal (Pad Mounted) - Vista Frontal Externa

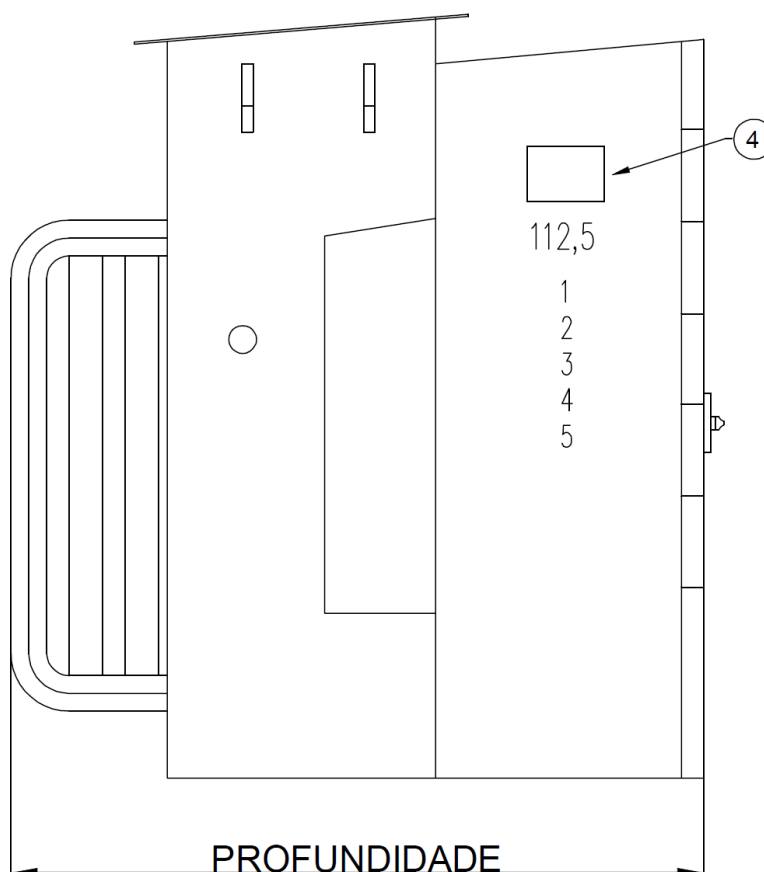


Legenda:

- 1) Orelhas de suspensão
- 2) Placa de advertência externa de média tensão
- 3) Placa de advertência externa de baixa tensão
- 4) Logotipo da CONCESSIONÁRIA

<p>GRUPO equatorial ENERGIA</p>	<p>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</p>	<p>Homologado em: 29/08/2023</p>	<p>Página: 53 de 77</p>
<p>Título: Transformador Tipo Pedestal</p>		<p>ET.00017.EQTL</p>	<p>Revisão: 01</p>
<p>Classificação das informações</p>			
	<p><input checked="" type="checkbox"/> público</p>	<p><input type="checkbox"/> interno</p>	<p><input type="checkbox"/> restrito</p>
<p><input type="checkbox"/> confidencial</p>			

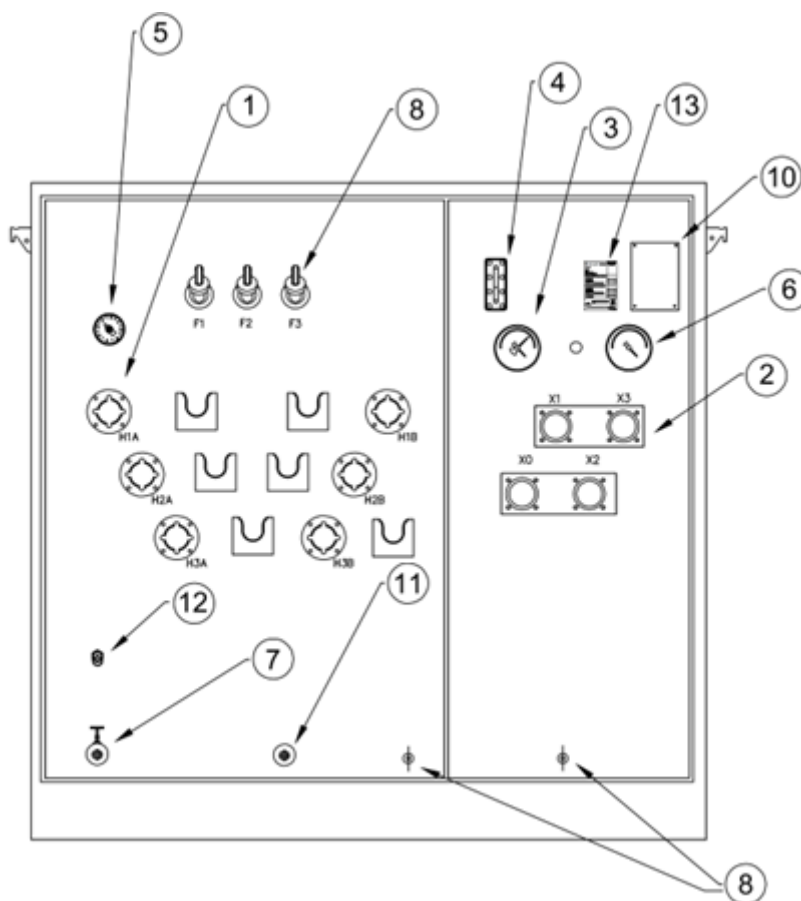
Desenho 2 – Transformador Tipo Pedestal (Pad Mounted) - Vista Lateral Externa



TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL (PAD MOUNTED) 75 a 300kVA

<p>GRUPO equatorial ENERGIA</p>	<p>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</p>	<p>Homologado em: 29/08/2023</p>	<p>Página: 54 de 77</p>
<p>Título: Transformador Tipo Pedestal</p>		<p>ET.00017.EQTL</p>	<p>Revisão: 01</p>
<p>Classificação das informações X público ___interno ___restrito ___confidencial</p>			

Desenho 3 – Transformador Tipo Pedestal (Pad Mounted) – Parte Interna do Transformador Utilizado na Rede de Distribuição Subterrânea

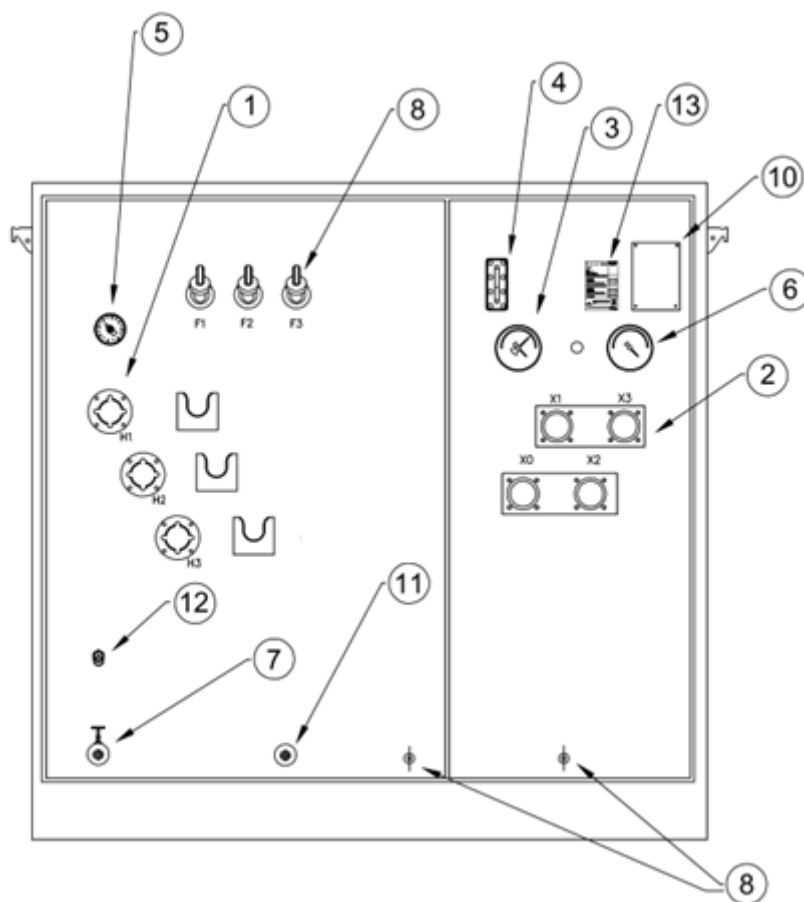


Legenda:

- 1) Bucha de alta tensão
- 2) Bucha de baixa tensão
- 3) Termômetro
- 4) Nível de óleo
- 5) Acionamento externo do comutador de TAP
- 6) Manovacuômetro
- 7) Válvula tipo globo de óleo
- 8) Dispositivo de aterramento
- 9) Fusível de expulsão tipo baioneta em série com o fusível limitador de corrente
- 10) Placa de identificação
- 11) Válvula de enchimento de gás
- 12) Válvula de alívio de pressão
- 13) Etiqueta ENCE- INMETRO

<p>GRUPO equatorial ENERGIA</p>	<p>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</p>	<p>Homologado em: 29/08/2023</p>	<p>Página: 55 de 77</p>
<p>Título: Transformador Tipo Pedestal</p>		<p>ET.00017.EQTL</p>	<p>Revisão: 01</p>
<p>Classificação das informações</p>			
	<p><input checked="" type="checkbox"/> público</p>	<p><input type="checkbox"/> interno</p>	<p><input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial</p>

Desenho 4 – Transformador Tipo Pedestal (Pad Mounted) – Parte Interna do Transformador Utilizado na Subestação de Unidade Consumidora Atendida em Média Tensão



Legenda:

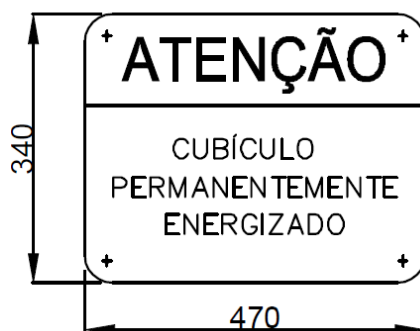
- 1) Bucha de alta tensão
- 2) Bucha de baixa tensão
- 3) Termômetro
- 4) Nível de óleo
- 5) Acionamento externo do comutador de TAP
- 6) Manuvacuômetro
- 7) Válvula tipo globo de óleo
- 8) Dispositivo de aterramento
- 9) Fusível de expulsão tipo baioneta em série com o fusível limitador de corrente
- 10) Placa de identificação
- 11) Válvula de enchimento de gás
- 12) Válvula de alívio de pressão
- 13) Etiqueta ENCE- INMETRO

<p>GRUPO equatorial ENERGIA</p>	<p>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</p>	<p>Homologado em: 29/08/2023</p>	<p>Página: 56 de 77</p>
<p>Título: Transformador Tipo Pedestal</p>		<p>ET.00017.EQTL</p>	<p>Revisão: 01</p>
<p>Classificação das informações X público ___interno ___restrito ___confidencial</p>			

Desenho 5 – Placas de Advertência e Sinalização



a) Placa de Advertência Externa ao Compartimento de Média Tensão



b) Placa de Advertência Externa ao Compartimento de Baixa Tensão



c) Placa de Advertência Interna ao Compartimento de Alta Tensão

Nota 8: Dimensões em milímetros.

<p>GRUPO</p> <p>equatorial</p> <p>ENERGIA</p>	<p>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</p>	<p>Homologado em:</p> <p>29/08/2023</p>	<p>Página:</p> <p>57 de 77</p>
<p>Título: Transformador Tipo Pedestal</p>		<p>ET.00017.EQTL</p>	<p>Revisão:</p> <p>01</p>
<p>Classificação das informações X público ___interno ___restrito ___confidencial</p>			

Desenho 6 – Modelo de Placa de Identificação do Transformador

Diagrama de uma placa de identificação de transformador. A placa tem dimensões de 148 ±1 mm de altura e 95 ±0,5 mm de largura. O conteúdo da placa é o seguinte:

(a) NOME DE MAIS DADOS DO FABRICANTE
E LOCAL DE FABRICAÇÃO

TRANSFORMADOR TRIFÁSICO

Nº (b) Data fabricação (c)
KVA (d) Norma NBR5440 (e)
Impedância (f) % Tipo de óleo isolante (g)

ALTA TENSÃO		TERMINAIS		COMUTADOR		LIGA		LIG.	
V	POS.	H1	H2	H3					
23.100	1	7-10	8-11	9-12					
22.000	2	10-4	11-5	12-6					
20.900	3	4-13	5-14	6-15					

BAIXA TENSÃO

TERMINAIS		COMUTADOR		LIGA		LIG.	
V	POS.	X0	X1	X2	X3		

Elevação da temperatura / óleo enrolamento (o) C°

Volume (l) Massa total (m) kg

Nível de eficiência (r) Nº do patrimônio (q)

Material do núcleo (h) Código do material (u)

Nº Pedido de compra (t) Nº do item (s)

Material dos enrolamentos AT/BT (p) Isento de PCB (n)

Diag. fasorial Dyn1

ÁREA PI / QR CODE

Dimensões: 148 ±1, 138 ±0,5, 95 ±0,5, 105 ±1, Ø4,5 ±0,5

Legenda:

- | | |
|---|---|
| a) Nome e demais dados do fabricante e local de fabricação | m) Massa total do transformador, em quilogramas |
| b) Número de série de fabricação | n) Número da placa de identificação |
| c) Mês e ano de fabricação | o) Elevação de temperatura óleo/enrolamento |
| d) Potência em quilovolts-ampère | p) Material dos enrolamentos AT/BT (por exemplo: Al/Cu) |
| e) Norma | q) Número do patrimônio |
| f) Impedância de curto-circuito, em porcentagem | r) Nível de eficiência (A, B ou C) |
| g) Tipo do óleo isolante (A ou vegetal) | s) Número do item |
| h) Material do núcleo | t) Pedido de compra |
| i) Tensão nominal de baixa tensão | u) Código do material |
| j) Diagrama de ligação dos enrolamentos | |
| k) Diagrama fasorial (por exemplo: Dyn1) | |
| l) Volume total do líquido isolante do transformador, em litros | |

Nota 9: Dimensões em milímetros.

Nota 10: O desenho apresenta como exemplo a placa de identificação de um transformador de 13,8kV. As placas devem ser fabricadas com as informações dos transformadores a serem fornecidos.

<p>GRUPO</p> <p>equatorial</p> <p>ENERGIA</p>	<p>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</p>	<p>Homologado em:</p> <p>29/08/2023</p>	<p>Página:</p> <p>58 de 77</p>
<p>Título: Transformador Tipo Pedestal</p>		<p>ET.00017.EQTL</p>	<p>Revisão:</p> <p>01</p>
<p>Classificação das informações X público ___ interno ___ restrito ___ confidencial</p>			

Desenho 7 – Modelo de Placa da ENCE

Diagram (a) shows the standard size label with overall dimensions of 82mm width and 123mm height. The layout includes:

- Top Section:** 57mm wide, 25mm high. Contains "Energia (Elétrica)" and "TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL PARA REDE DE DISTRIBUIÇÃO".
- Manufacturer Section:** 57mm wide, 35mm high. Fields for Fabricante, Modelo, Tipo, Potência (kVA), and Classe de Tensão (kV).
- Losses Section (Nominal):** 57mm wide, 25mm high. Fields for Vazio (W), Totais (W), and Relação de transformação (V).
- Losses Section (Critical):** 57mm wide, 25mm high. Fields for Vazio (W), Totais (W), and Relação de transformação (V).
- NBI Section:** 57mm wide, 8mm high. Field for NBI (kV).
- Bottom Section:** 57mm wide, 30mm high. Includes logos for Eletrobras and INMETRO, and the text "Etiqueta Nacional de Conservação de Energia - ENCE Transformadores de Distribuição Tipo Pedestal (Pad Mounted) Relatório".

(a) tamanho normal

Diagram (b) shows the reduced size label with overall dimensions of 130 ± 1mm width and 60 ± 1mm height. The layout includes:

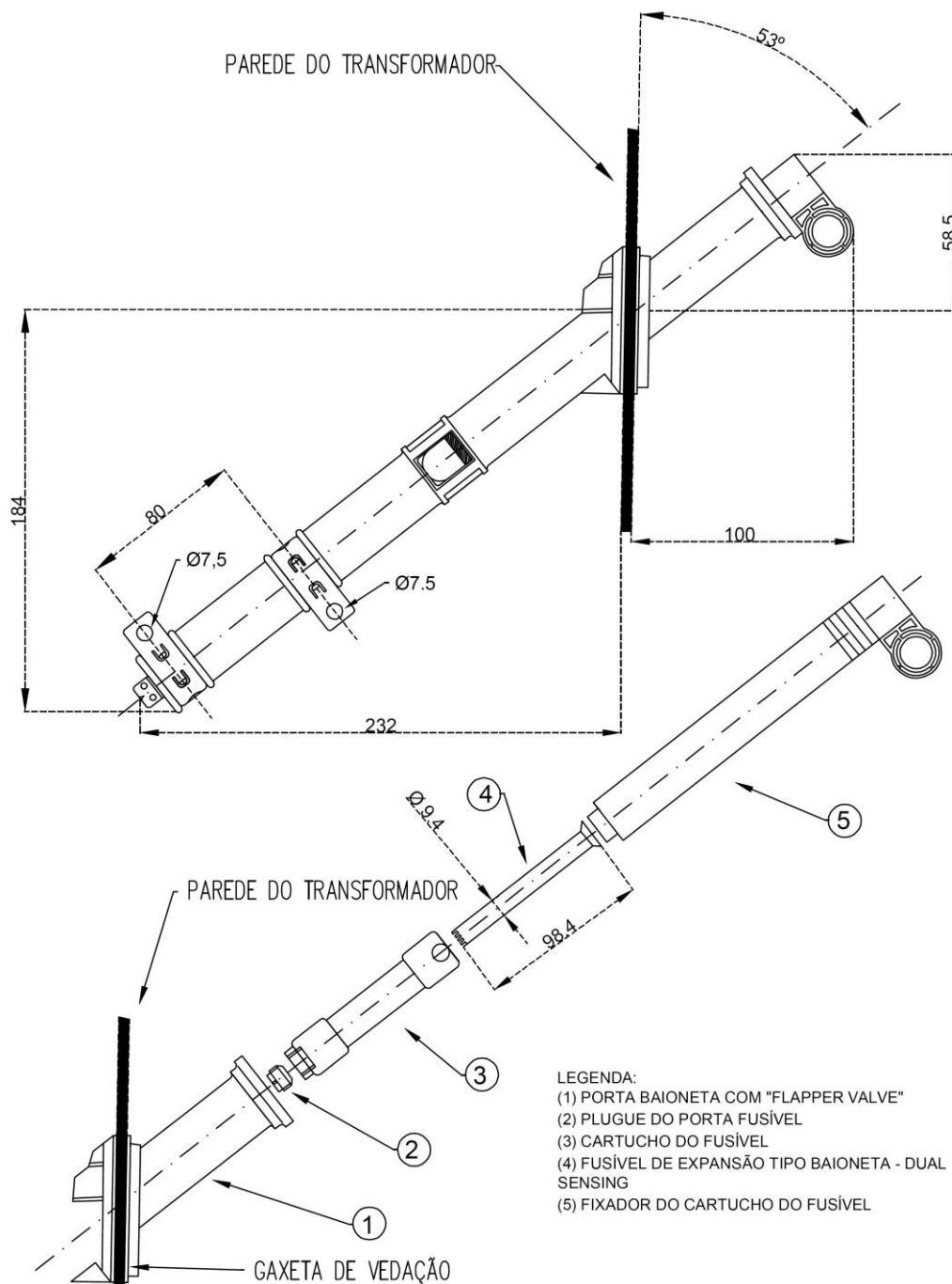
- Top Section:** 70mm wide, 60mm high. Contains "Energia (Elétrica)", "TRANSFORMADORES EM LÍQUIDO ISOLANTE PARA REDE DE DISTRIBUIÇÃO", and "LOGOMARCA".
- Manufacturer Section:** 70mm wide, 30mm high. Fields for Fabricante, Modelo, Tipo, and Potência (kVA)/Classe de Tensão (kV).
- Losses Section (Nominal):** 70mm wide, 20mm high. Fields for Vazio (W), Totais (W), and Relação de Transformação.
- Losses Section (Critical):** 70mm wide, 20mm high. Fields for Vazio (W), Totais (W), and Relação de Transformação.
- NBI Section:** 70mm wide, 10mm high. Field for NBI (kV).
- Bottom Section:** 70mm wide, 10mm high. Includes logos for PROCEL, Eletrobras, and INMETRO, and the text "Etiqueta Nacional de Conservação de Energia - ENCE Transformadores de Distribuição em Líquido Isolante Relatório".

(b) tamanho reduzido

Nota 11: Dimensões em milímetros.

<p>GRUPO equatorial ENERGIA</p>	<p>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</p>	<p>Homologado em: 29/08/2023</p>	<p>Página: 59 de 77</p>
<p>Título: Transformador Tipo Pedestal</p>		<p>ET.00017.EQTL</p>	<p>Revisão: 01</p>
<p>Classificação das informações</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> público</p>	<p><input type="checkbox"/> interno</p>	<p><input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial</p>

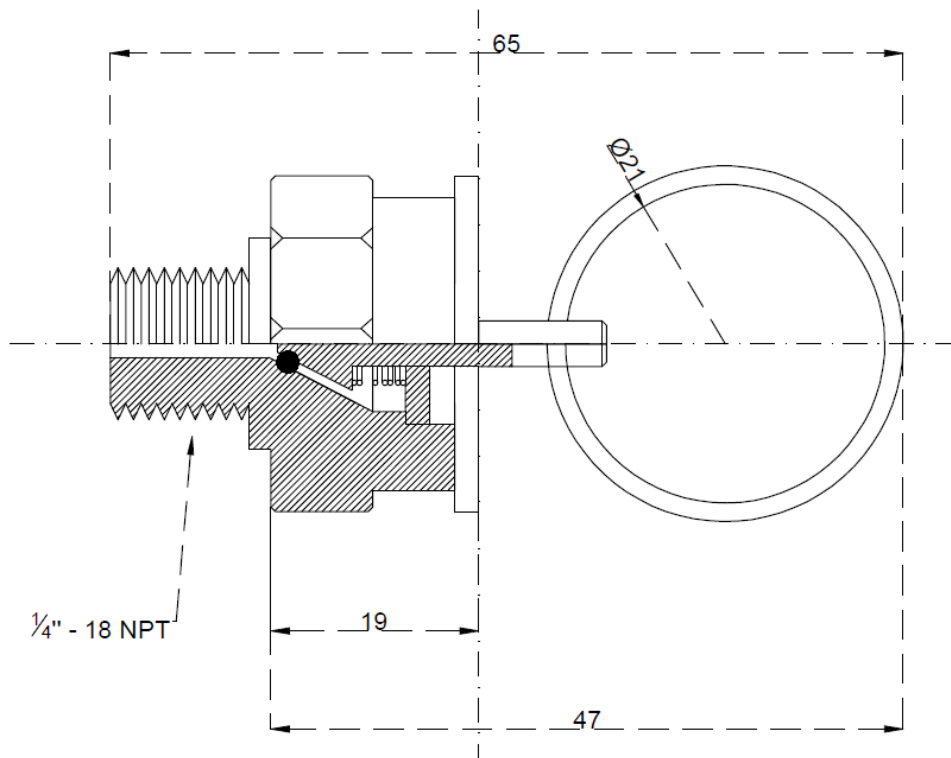
Desenho 8 – Fusível de Expulsão Tipo Baioneta



Nota 12: Dimensões em milímetros.

<p>GRUPO equatorial ENERGIA</p>	<p>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</p>	<p>Homologado em: 29/08/2023</p>	<p>Página: 60 de 77</p>
<p>Título: Transformador Tipo Pedestal</p>		<p>ET.00017.EQTL</p>	<p>Revisão: 01</p>
<p>Classificação das informações</p>			
	<p>X público</p>	<p>___interno</p>	<p>___restrito</p>
			<p>___confidencial</p>

Desenho 9 – Válvula de Alívio de Pressão



NOTAS:


1) A VÁLVULA DEVERÁ POSSUIR NO MÍNIMO, OS SEGUINTE REQUISITOS, DE ACORDO COM A NORMA ANSI C.57.12.20

- Pressão de alívio de 69kPa \pm 20%;
- Pressão de vedação de 55,2kPa \pm 20%;
- Taxa de vazão de 9,91 x 10 cm³/min, a 103,5 kPa e a 21,1°C;
- Taxa de admissão de ar de 55,2 kPa \pm 20% a -55,2 kPa, igual a zero;
- Temperatura de operação de -29°C a 105°C;

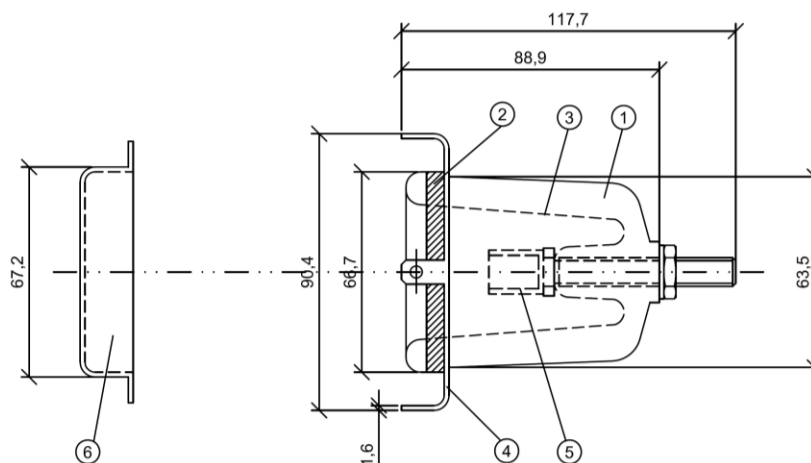
2) ALÉM DISSO, A VÁLVULA DEVE POSSUIR TAMBÉM AS SEGUINTE CARACTERÍSTICAS:

- Orifício de admissão de 1/4 (6,4 mm) - 18 NPT;
- Corpo hexagonal de latão de 16 mm, dimensionado para suportar uma força longitudinal de 45 daN;
- Disco externo de vedação para impedir de forma permanente a entrada de poeira, umidade e insetos;
- Anel externo de aço inoxidável, com diâmetro interno mínimo de 21 mm, para acionamento manual, para suportar uma força mínima de puxamento de 11 daN;
- Anéis de vedação e gaxetas internas compatíveis com a classe de temperatura do material isolante do transformador;
- Partes externas resistentes à umidade e à corrosão.

Nota 13: Dimensões em milímetros.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 61 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações	X público	__interno	__restrito
__confidencial			

Desenho 10 – Bucha de Média Tensão



ÍTEM	DESCRIÇÃO
1	Semicondutora interna
2	Interface
3	Corpo em epoxi
4	Flange de aço inoxidável
5	Pino de conexão de cobre
6	Capa protetora

Nota 14: Dimensões em milímetros.

Nota 15: As cotas apresentadas no desenho são para as buchas 8,7/15kV.

Nota 16: Operação em carga.

Nota 17: Invólucro polimérico.

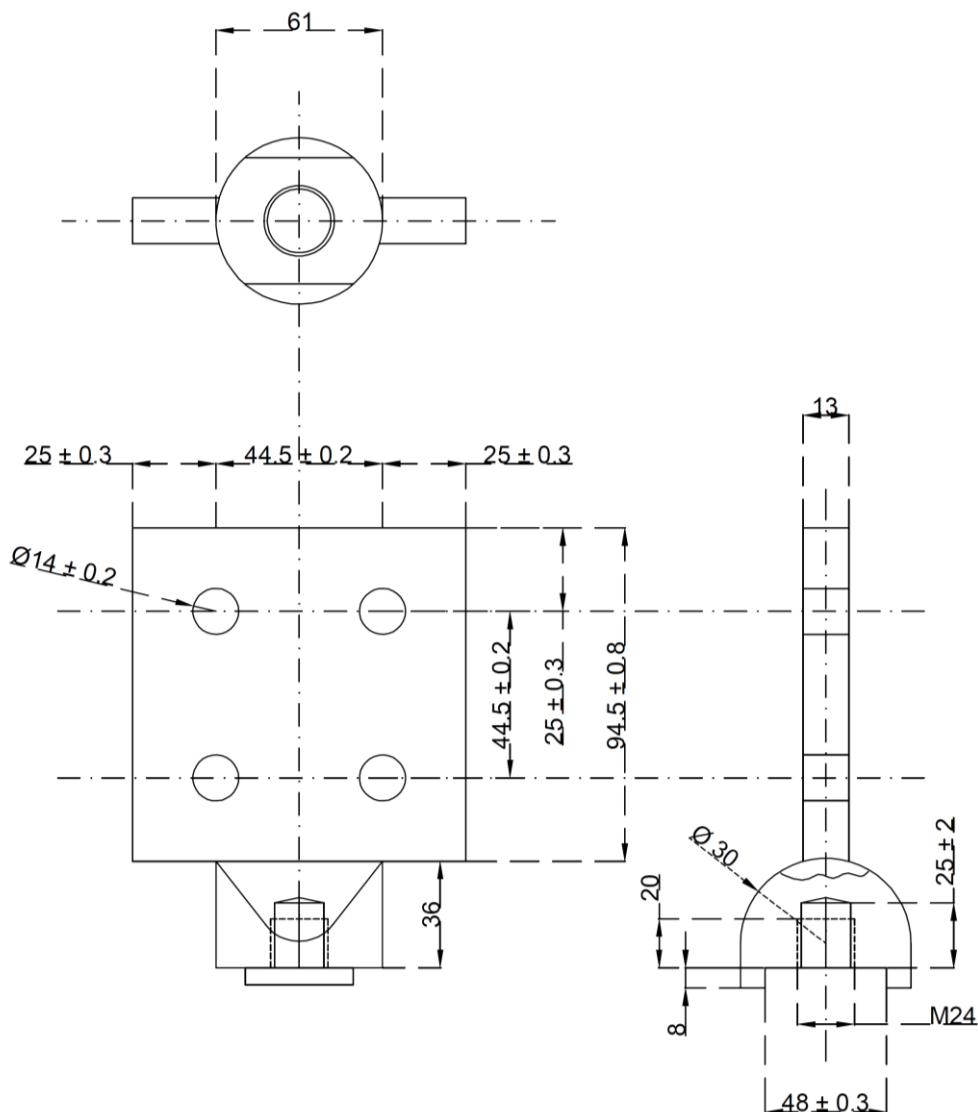
Nota 18: Devem permitir a ligação de cabos de alumínio ou cobre.

Nota 19: A superfície externa deve ser marcada de forma legível, no mínimo, com as seguintes informações:

- Nome ou marca do fabricante;
- Tensão nominal V0/V;
- Corrente nominal;
- Número de série e identificação das peças componentes;
- Ano de fabricação.

<p>GRUPO equatorial ENERGIA</p>	<p>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</p>	<p>Homologado em: 29/08/2023</p>	<p>Página: 62 de 77</p>
<p>Título: Transformador Tipo Pedestal</p>		<p>ET.00017.EQTL</p>	<p>Revisão: 01</p>
<p>Classificação das informações</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> público</p>	<p><input type="checkbox"/> interno</p>	<p><input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial</p>


Desenho 11 – Terminal de Baixa Tensão – Padrão Nema 4 Furos



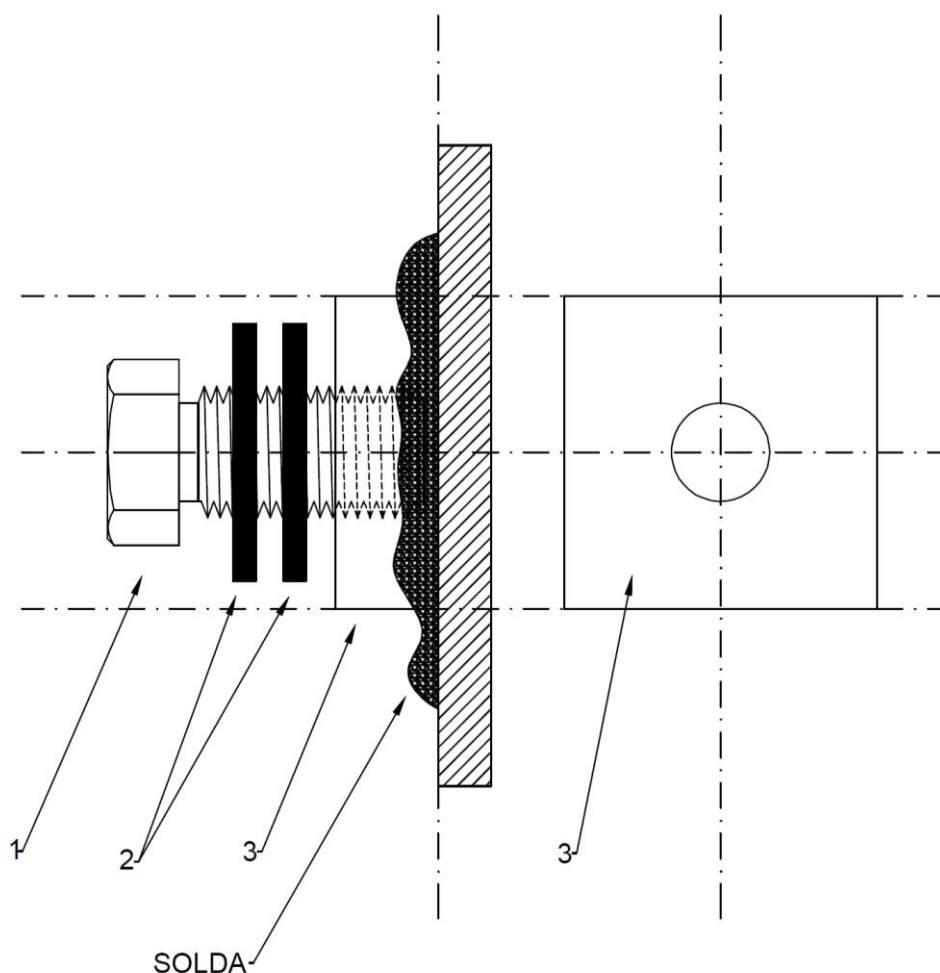
Nota 20: Dimensões em milímetros.

Nota 21: O terminal deve apresentar as seguintes características:

- Material: latão forjado;
- Condutividade mínima de 25% IACS a 25°C;
- Estanhado com espessura mínima de 8µm;
- Rosca métrica, conforme ABNT NBR ISO 68-1;
- Nas cotas sem indicação de tolerância, considerar $\pm 1\%$.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 64 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial

Desenho 13 – Dispositivo de Aterramento

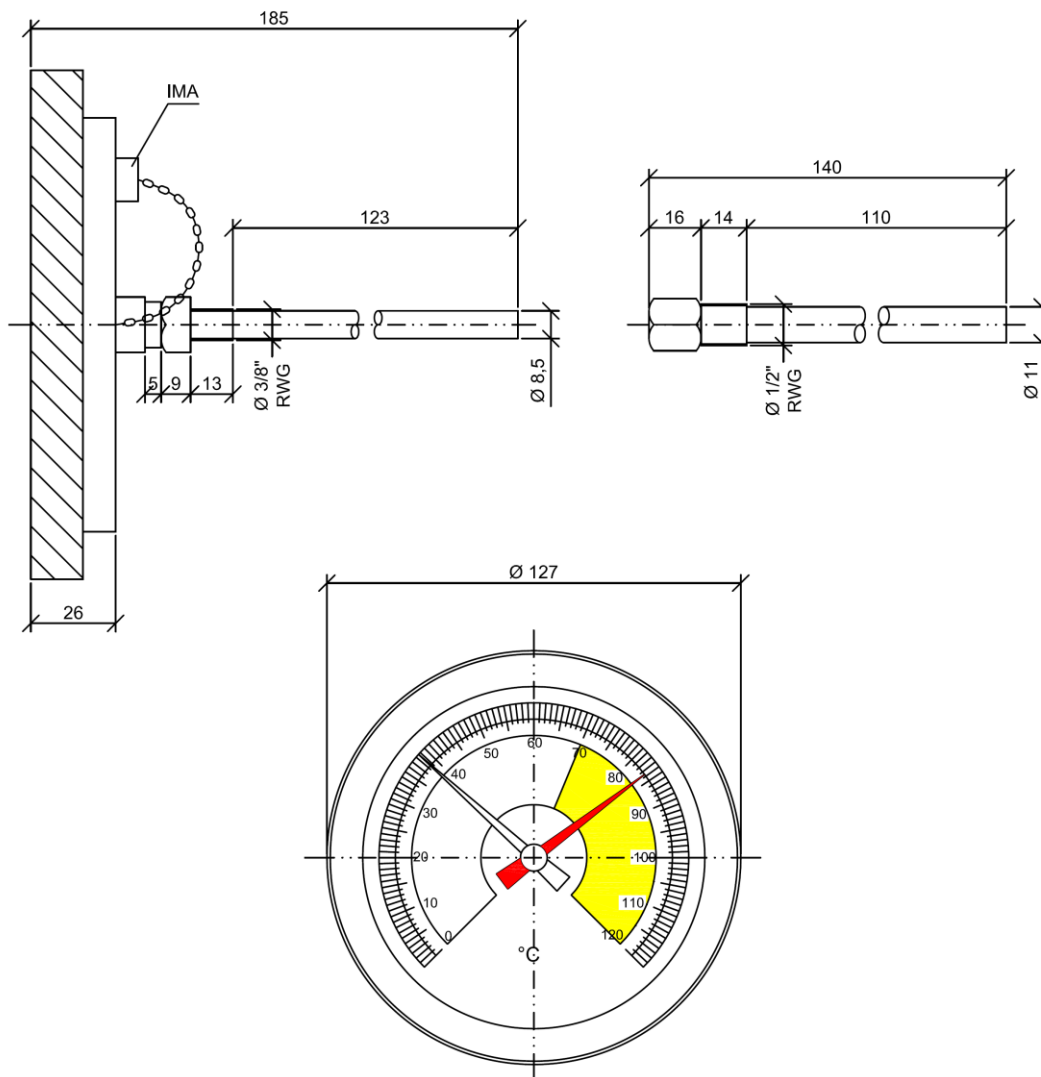


Nota 24: O dispositivo de aterramento deve possuir as seguintes características:

- a) Parafuso de cabeça sextavada M13x25mm em aço inoxidável ou liga de cobre;
- b) Arruela lisa em aço inoxidável ou liga de cobre;
- c) Bloco em aço inoxidável.

<p>GRUPO equatorial ENERGIA</p>	<p>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</p>	<p>Homologado em: 29/08/2023</p>	<p>Página: 65 de 77</p>
<p>Título: Transformador Tipo Pedestal</p>		<p>ET.00017.EQTL</p>	<p>Revisão: 01</p>
<p>Classificação das informações X público ___interno ___restrito ___confidencial</p>			

Desenho 14 – Termômetro



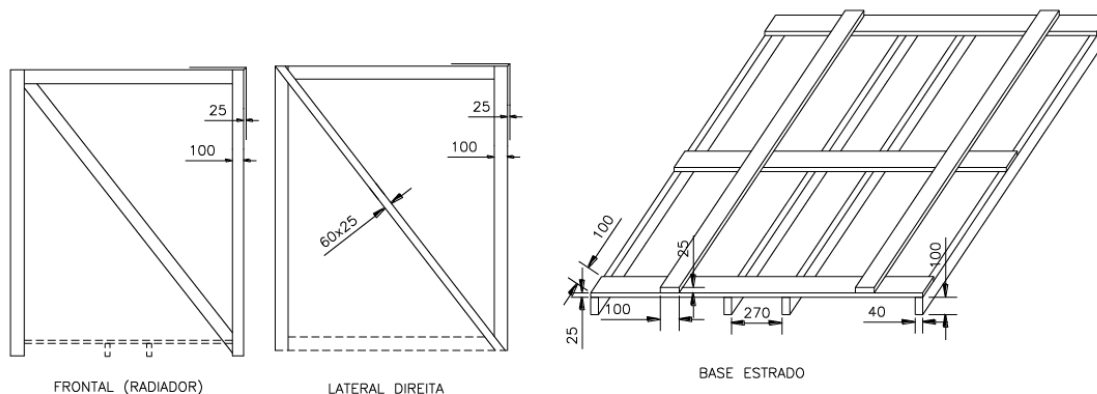
CARACTERÍSTICAS:

- ponteiro indicador em preto;
- ponteiro de arraste em vermelho;
- mostrador, em fundo branco;
- escala e números em preto;
- faixa de 70° a 120° em amarelo;
- precisão: $\pm 3^{\circ}\text{C}$ (2%) sobre o total da faixa em toda a escala;
- tolerâncias não especificadas $\pm 1\text{mm}$;
- grau de proteção IP68;

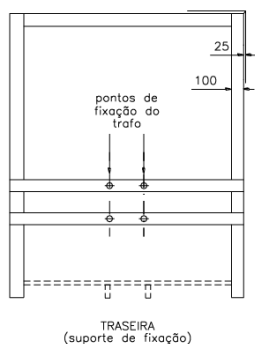
Nota 25: Dimensões em milímetros.

<p>GRUPO equatorial ENERGIA</p>	<p>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</p>	<p>Homologado em: 29/08/2023</p>	<p>Página: 66 de 77</p>
<p>Título: Transformador Tipo Pedestal</p>		<p>ET.00017.EQTL</p>	<p>Revisão: 01</p>
<p>Classificação das informações</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> público</p>	<p><input type="checkbox"/> interno</p>	<p><input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial</p>

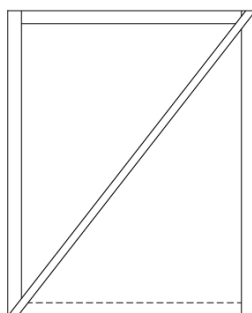
Desenho 15 – Modelos de Engradado para os Transformadores



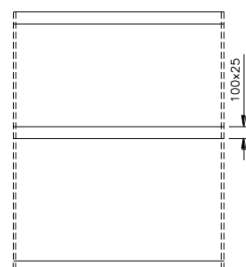
Observação: Para trafo monofásico utilizar apenas 3 travessas.



Observação: Para trafo trifásico 4 pontos de fixação (conforme figura acima), para o trafo monofásico 2 pontos de fixação.



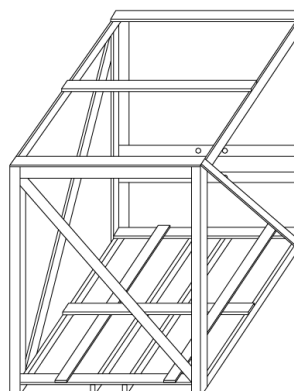
Observação: Similar a lateral direita, apenas com a régua diagonal em direção invertida para uma melhor sustentação mecânica.



Observação: Utilizar apenas 3 réguas de modo a possibilitar o içamento pelas alças de suspensão do trafo.

Material Utilizado			
Item	Descrição	Unidade	Quantidade
1	Arruela lisa de 1/2"	Pç	*
2	Parafuso com porca, cabeça sextavada, rosca grossa 3/8"x2"	Pç	*
3	Prego 2"x12"	Kg	*
4	Travessa de madeira 40x100mm	M	*
5	Régua de madeira 25x100mm	M	*
6	Régua de madeira 25x60mm	M	*

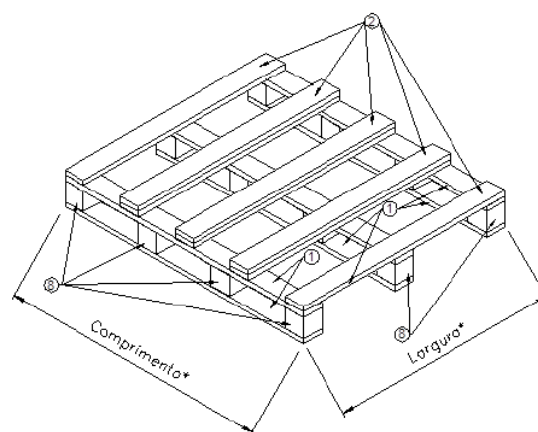
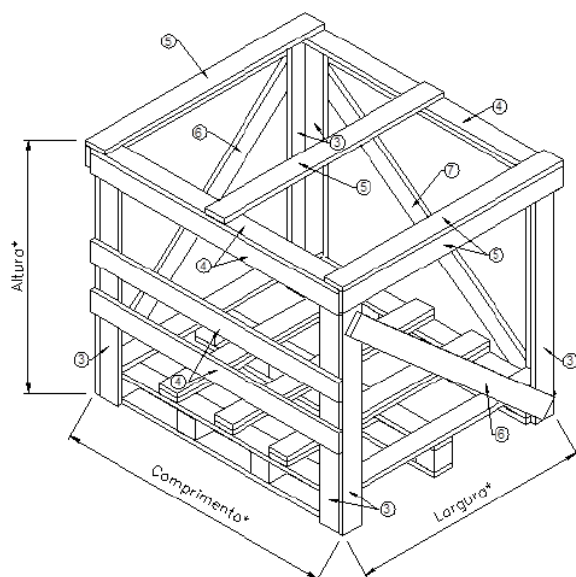
* A quantidade de material empregado na confecção do engradado varia de acordo com as dimensões do transformador a ser embalado.



Engradado para transformadores de distribuição trifásicos.

a) Modelo 1

<p>GRUPO equatorial ENERGIA</p>	<p>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</p>	<p>Homologado em: 29/08/2023</p>	<p>Página: 67 de 77</p>
<p>Título: Transformador Tipo Pedestal</p>		<p>ET.00017.EQTL</p>	<p>Revisão: 01</p>
<p>Classificação das informações</p>			
<p><input checked="" type="checkbox"/> público</p>	<p><input type="checkbox"/> interno</p>	<p><input type="checkbox"/> restrito</p>	<p><input type="checkbox"/> confidencial</p>




NOTAS:
Material: Madeira pinus serrado
Medidas finais do engradado:
Medidas de acordo com as dimensões do transformador
Engradado para um transformador
Tolerâncias das madeiras, admitir $\pm 5\text{mm}$

NÚMERO	MADEIRA	1	2	3	4	5	6	7	8
QUANTIDADE		6	8	8	6	5	2	1	12
MEDIDAS	L	100	100	100	100	100	100	100	100
	E	25	25	25	25	25	25	25	100

b) Modelo 2

Nota 26: Dimensões em milímetros.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 68 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial

9 CÓDIGOS PADRONIZADOS DA CONCESSIONÁRIA

Tabela 19 – Códigos dos Transformadores Trifásicos de 13,8kV para Aplicação na Rede de Distribuição Subterrânea

Item	Código	Texto Breve
1	102120020	TRAFO PD 3F 75KVA 13,8KV 380/220V ET.17
2	102120015	TRAFO PD 3F 112KVA 13,8KV 380/220V ET.17
3	102120021	TRAFO PD 3F 150KVA 13,8KV 380/220V ET.17
4	102120016	TRAFO PD 3F 225KVA 13,8KV 380/220V ET.17
5	102120022	TRAFO PD 3F 300KVA 13,8KV 380/220V ET.17
6	102120017	TRAFO PD 3F 75KVA 13,8KV 220/127V ET.17
7	102120023	TRAFO PD 3F 112KVA 13,8KV 220/127V ET.17
8	102120018	TRAFO PD 3F 150KVA 13,8KV 220/127V ET.17
9	102120019	TRAFO PD 3F 225KVA 13,8KV 220/127V ET.17
10	102120014	TRAFO PD 3F 300KVA 13,8KV 220/127V ET.17

Tabela 20 – Códigos dos Transformadores Trifásicos de 23,1kV para Aplicação na Rede de Distribuição Subterrânea

Item	Código	Texto Breve
1	102120024	TRAFO PD 3F 75KVA 23,1KV 380/220V ET.17
2	102130005	TRAFO PD 3F 112KVA 23,1KV 380/220V ET.17
3	102130000	TRAFO PD 3F 150KVA 23,1KV 380/220V ET.17
4	102130015	TRAFO PD 3F 225KVA 23,1KV 380/220V ET.17
5	102130010	TRAFO PD 3F 300KVA 23,1KV 380/220V ET.17
6	102130006	TRAFO PD 3F 75KVA 23,1KV 220/127V ET.17
7	102130001	TRAFO PD 3F 112KVA 23,1KV 220/127V ET.17
8	102130016	TRAFO PD 3F 150KVA 23,1KV 220/127V ET.17
9	102130011	TRAFO PD 3F 225KVA 23,1KV 220/127V ET.17
10	102130007	TRAFO PD 3F 300KVA 23,1KV 220/127V ET.17



	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 69 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações <input checked="" type="checkbox"/> público <input type="checkbox"/> interno <input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial			

Tabela 21 – Códigos dos Transformadores Trifásicos de 34,5kV para Aplicação na Rede de Distribuição Subterrânea


Item	Código	Texto Breve
1	102130002	TRAFO PD 3F 75KVA 34,5KV 380/220V ET.17
2	102130017	TRAFO PD 3F 112KVA 34,5KV 380/220V ET.17
3	102130012	TRAFO PD 3F 150KVA 34,5KV 380/220V ET.17
4	102130008	TRAFO PD 3F 225KVA 34,5KV 380/220V ET.17
5	102130003	TRAFO PD 3F 300KVA 34,5KV 380/220V ET.17
6	102130018	TRAFO PD 3F 75KVA 34,5KV 220/127V ET.17
7	102130013	TRAFO PD 3F 112KVA 34,5KV 220/127V ET.17
8	102130004	TRAFO PD 3F 150KVA 34,5KV 220/127V ET.17
9	102130014	TRAFO PD 3F 225KVA 34,5KV 220/127V ET.17
10	102130009	TRAFO PD 3F 300KVA 34,5KV 220/127V ET.17

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 70 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial

10 ANEXOS


Anexo I – Folha de Dados Técnicos e Características Garantidas

 ANEXO I - FOLHA DE DADOS TÉCNICOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS ET.00017.EQTL Normas e Padrões - Transformador Tipo Pedestal			
FORNECEDOR			
MODELO			
CÓDIGO SAP			
DESCRIÇÃO RESUMIDA			
ITEM	CARACTERÍSTICAS	REQUERIDO	PROPOSTO
1	Potência Nominal (kVA)	75 - 112,5 - 150 - 225 - 300	
2	Número de Fases	3	
3	Classe de Tensão (kV)	15 - 24,2 - 36,2	
4	Tensão Primária Nominal (kV)	13,8 - 23,1 - 34,5	
5	Tensão Secundária Nominal (V)	380/220 - 220/127	
6	Derivações	13.800/13.200/12.500 - 23.100/22.000/20.900 - 34.500/33.000/31.500	
7	Níveis de Isolamento na MT		
7.1	Tensão suportável nominal à frequência industrial (valor eficaz) (kV)	34 - 50 - 50	
7.2	Tensão suportável de impulso atmosférico (valor de crista) (kV)	95 - 125 - 150	
7.3	Espacamento mínimo no ar de fase para terra (mm)	130 - 200 - 200	
7.4	Espacamento mínimo no ar de fase para fase (mm)	140 - 230 - 230	
8	Níveis de Isolamento na BT		
8.1	Tensão suportável nominal à frequência industrial (valor eficaz) (kV)	10	
8.2	Tensão suportável de impulso atmosférico (valor de crista) (kV)	30	
8.3	Espacamento mínimo no ar de fase para terra (mm)	25	
8.4	Espacamento mínimo no ar de fase para fase (mm)	25	
9	Perdas em vazio e corrente de excitação		
9.1	Perdas em vazio (W)	Conforme Tabelas 4, 5 e 6	
9.2	Corrente de excitação (%)	Conforme Tabelas 4, 5 e 6	
10	Perdas totais e impedância de curto-circuito		
10.1	Perdas totais (W)	Conforme Tabelas 4, 5 e 6	
10.2	Impedância de curto-circuito	Conforme Tabelas 4, 5 e 6	
11	Deslocamento angular	Dyn1	
12	Fusíveis de expulsão tipo baloneta		
12.1	Corrente nominal (anexar curva tempo x corrente) (A)	Conforme Tabela 13	
13	Fusíveis limitadores de corrente		
13.1	Corrente nominal (anexar curva tempo x corrente) (A)	Conforme Tabela 14	
14	Dimensões		
14.1	Largura (mm)	Conforme Tabela 11	
14.2	Altura (mm)	Conforme Tabela 11	


	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 71 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial

14.3	Profundidade (mm)	Conforme Tabela 11	
15	Espessura das chapas		
15.1	Tampa e fundo (mm)	6,35 (mínimo)	
15.2	Laterais (mm)	4,76 (mínimo)	
15.3	Compartimentos (mm)	2,65 (mínimo)	
15.4	Radiadores (mm)	1,2 (mínimo)	
16	Acessórios Obrigatórios		
16.1	Dispositivo de alívio de pressão	Conforme Item 7.14	
16.2	Válvula globo de óleo	Conforme Item 7.21	
16.3	Válvula de enchimento de gás	Conforme Item 7.22	
16.4	Termômetro	Conforme Item 7.18	
16.5	Manovacuômetro	Conforme Item 7.25	
16.6	Indicador de nível de óleo	Conforme Item 7.24	
16.7	Chave de abertura em carga	Conforme Item 7.17	
16.8	Dispositivos de fixação para acessórios desconectáveis	Conforme Desenho 3	


Nota 27: Folha de Dados disponível no site da Concessionária em arquivo anexo junto a Norma.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 72 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial

Anexo II – QUADRO DE DESVIOS TÉCNICOS E EXCEÇÕES

		ANEXO IV - QUADRO DE DESVIOS TÉCNICOS E EXCEÇÕES ET.00017.EQTL.Normas e Padrões - Transformador Tipo Pedestal	
FORNECEDOR			
MODELO			
CÓDIGO SAP			
DESCRIÇÃO RESUMIDA			
ITEM	REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO DOS DESVIOS E EXCEÇÕES	
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Nota 28: Quadro de desvios técnicos e exceções disponível no site da Concessionária em arquivo anexo junto a Norma.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 73 de 77
		Título: Transformador Tipo Pedestal	Revisão: 01
Classificação das informações		X público	___interno ___restrito ___confidencial

Anexo III – Plano de Inspeção e Testes – Ensaios de Tipo


ANEXO III - PLANO DE INSPEÇÃO E TESTES - ENSAIOS DE TIPO ET.00017.EQTL-Normas e Padrões - Transformador Tipo Pedestal										
Fabricante:						Nº Pedido:				
Modelo:						Código Equatorial:				
Nº Série:						Quantidade:				
ITEM	DESCRIÇÃO DO ENSAIO	INSTRUÇÃO E PROCEDIMENTOS	PERCENTUAL DE AMOSTRA	DETALHES			LOCAL / DATA	QUANTIDADE INSPECIONADA	QUANTIDADE APROVADA	OBSERVAÇÃO DOS ENSAIOS
				1	2	3				
1	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico	Ver ABNT NBR 5356-4	Protótipo	F	F	C				
2	Medição do nível de tensão de radionterferência	Ver ABNT NBR 15121	Protótipo	F	F	C				
3	Medição do nível de ruído	Ver ABNT NBR 7277	Protótipo	F	F	C				
4	Fator de poluição do isolamento e capacitâncias	Ver ABNT NBR 5356-1	Protótipo	F	F	C				
5	Elevação de temperatura	Ver ABNT NBR 5356-2 e ABNT NBR 5440	Protótipo	F	F	C				
6	Ensaio de curto-circuito	Ver ABNT NBR 5356-5	Protótipo	F	F	C				
7	Características físico-químicas do óleo isolante	Ver ABNT NBR 5440	Protótipo	F	F	C				
8	Verificação da espessura e aderência da pintura da parte externa do transformador	Ver ABNT NBR 9513	Protótipo	F	F	C				
Tipo da Inspeção Local de Inspeção F = Fábrica L = Laboratório Terceirizado S = Subfornecedor A = Almoxarifado Equatorial (*) = Não Aplicável		Inspeção P = Na presença do Inspetor da Equatorial F = Sem a presença do Inspetor PI = Não Aplicável					Emissão de Certificado ou Relatório de Ensaio C = Entrega para Registro ¹ E = Exame / Análise ² PI = Não Aplicável			
<small> ¹ Os certificados/relatórios de ensaio devem ser entregues ao Inspetor Equatorial devidamente preenchidos, identificados com o nome/tipo e número de série dos equipamentos ensaiados e assinados pelo(s) responsável(is) pela(s) área(s) de testes. ² Não é necessário fornecer uma cópia dos certificados/relatórios, somente apresentar o documento para análise do Inspetor Equatorial. - Os equipamentos de medições utilizados na inspeção deverão estar aferidos e calibrados por órgãos reconhecidos e os certificados apresentados no início da inspeção. - Os procedimentos de cada ensaio e valores de referência deverão seguir a especificação técnica e normas aplicáveis </small>										
ASSINATURA CONCESSIONÁRIA			ASSINATURA FORNECEDOR							

Nota 29: Plano de inspeção e testes disponível no site da Concessionária em arquivo anexo junto a Norma.

Anexo IV – Plano de Inspeção e Testes – Ensaios de Recebimento

ANEXO IV - PLANO DE INSPEÇÃO E TESTES - ENSAIOS DE RECEBIMENTO ET.00017.EQTL-Normas e Padrões - Transformador Tipo Pedestal										
Fabricante:						Nº Pedido:				
Modelo:						Código Equatorial:				
Nº Série:						Quantidade:				
ITEM	DESCRIÇÃO DO ENSAIO	INSTRUÇÃO E PROCEDIMENTOS	PERCENTUAL DE AMOSTRA	DETALHES			LOCAL / DATA	QUANTIDADE INSPECIONADA	QUANTIDADE APROVADA	OBSERVAÇÃO DOS ENSAIOS
				1	2	3				
1	Inspeção visual	Ver Desenhos Aprovados	Tabela 16 da ET.00017	F	P	E				
2	Verificação dimensional	Ver Desenhos Aprovados	Tabela 16 da ET.00017	F	P	E				
3	Tensão suportável nominal à frequência industrial (tensão aplicada)	Ver ABNT NBR 5356-3	100%	F	P	E				
4	Tensão induzida de curta duração	Ver ABNT NBR 5356-3	100%	F	P	E				
5	Medição da resistência de isolamento	Ver ABNT NBR 5356-1	Tabela 16 da ET.00017	F	P	E				
6	Relação de transformação	Ver ABNT NBR 5356-1	Tabela 16 da ET.00017	F	P	E				
7	Medição do deslocamento angular e sequência de fases	Ver ABNT NBR 5356-1	Tabela 16 da ET.00017	F	P	E				
8	Perdas em vazio e corrente de excitação	Ver ABNT NBR 5356-1	Tabela 16 da ET.00017	F	P	E				
9	Perdas em carga e impedância de curto-circuito	Ver ABNT NBR 5356-1	Tabela 16 da ET.00017	F	P	E				
10	Medição da resistência elétrica dos enrolamentos	Ver ABNT NBR 5356-1	Tabela 16 da ET.00017	F	P	E				
11	Estanteidade e resistência à pressão a frio	Ver ABNT NBR 5356-1	Tabela 16 da ET.00017	F	P	E				
12	Características físico-químicas do óleo isolante	Ver ABNT NBR 5440	Tabela 17 da ET.00017	F	P	E				
13	Verificação da espessura e aderência da pintura da parte externa do transformador	Ver ABNT NBR 10443 e ABNT NBR 11003	Tabela 16 da ET.00017	F	P	E				
Tipo da Inspeção Local de Inspeção F = Fábrica L = Laboratório Terceirizado S = Subfornecedor A = Almoxarifado Equatorial (*) = Não Aplicável		Inspeção P = Na presença do Inspetor da Equatorial F = Sem a presença do Inspetor PI = Não Aplicável					Emissão de Certificado ou Relatório de Ensaio C = Entrega para Registro ¹ E = Exame / Análise ² PI = Não Aplicável			
<small> ¹ Os certificados/relatórios de ensaio devem ser entregues ao Inspetor Equatorial devidamente preenchidos, identificados com o nome/tipo e número de série dos equipamentos ensaiados e assinados pelo(s) responsável(is) pela(s) área(s) de testes. ² Não é necessário fornecer uma cópia dos certificados/relatórios, somente apresentar o documento para análise do Inspetor Equatorial. - Os equipamentos de medições utilizados na inspeção deverão estar aferidos e calibrados por órgãos reconhecidos e os certificados apresentados no início da inspeção. - Os procedimentos de cada ensaio e valores de referência deverão seguir a especificação técnica e normas aplicáveis </small>										
ASSINATURA CONCESSIONÁRIA			ASSINATURA FORNECEDOR							

Nota 30: Plano de inspeção e testes disponível no site da Concessionária em arquivo anexo junto a Norma

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 74 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações <input checked="" type="checkbox"/> público <input type="checkbox"/> interno <input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial			

11 CONTROLE DE REVISÕES

REV	DATA	ITEM	DESCRIÇÃO DA MODIFICAÇÃO	RESPONSÁVEL
00	31/08/2018	Geral	Emissão da Especificação Técnica	Elton Amorim Chagas
01	28/08/2023	Geral	Adequação ao novo formato de documento	Fabrício Luis Silva
		Item 2	Atualização das responsabilidades	
		Item 4	Atualização das normas de referência	
		Item 6.3.1	Foram inseridas as tensões de 23,1kV e 34,5kV	
		Tabela 1	A tabela foi atualizada com os transformadores de 23,1kV e 34,5kV. Foi alterado os valores das derivações dos transformadores	
		Tabela 2	A tabela foi atualizada com os níveis de isolamento para as classes de 24,2kV e 36,2kV	
		Tabela 3	As notas da tabela foram atualizadas	
		Tabelas 4	A tabela foi atualizada indicando o nível máximo de eficiência como C	
		Tabela 5	Foi inserida a tabela com os níveis de eficiência para os transformadores de 24,2kV	
		Tabela 6	Foi inserida a tabela com os níveis de eficiência para os transformadores de 36,2kV	
		Tabela 8	A tabela foi atualizada com as tensões de 24,2kV e 36,2kV	



	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 75 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial

		Tabela 9	A tabela foi atualizada devido a alteração do número de derivações do transformador	
		Item 7.1.3	O texto do item foi atualizado	
		Tabela 11	A tabela foi atualizada com as tensões de 24,2kV e 36,2kV	
		Item 7.3	O texto do item foi atualizado	
		Item 7.27	Foi inserido o item dispositivo para repouso de cabos e para-raios	
		Tabela 16	Foi atualizado o plano de amostragem para os ensaios de recebimento	
		Tabela 17	Foi atualizado o plano de amostragem para os ensaios no óleo isolante	
		Desenho 3	Atualização do desenho do transformador. Foi acrescido um dispositivo para repouso de cabos e para-raios	
		Desenho 4	Foi inserida a placa de advertência relacionada a instalação/retirada dos fusíveis baioneta, terminais desconectáveis e para-raios	
		Desenho 5	Atualização da placa de identificação	
		Desenho 14	Foi inserido o desenho com modelos de engradados	
		Item 9	Foram inseridos os novos códigos para os transformadores	
		Anexo I	Foi inserido o anexo no documento	
		Anexo II	Foi inserido o anexo no documento	
		Anexo III	Foi inserido o anexo no documento	
		Anexo IV	Foi inserido o anexo no documento	

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 29/08/2023	Página: 76 de 77
Título: Transformador Tipo Pedestal		ET.00017.EQTL	Revisão: 01
Classificação das informações			
	<input checked="" type="checkbox"/> público	<input type="checkbox"/> interno	<input type="checkbox"/> restrito <input type="checkbox"/> confidencial

12

APROVAÇÃO

ELABORADOR (ES) / REVISOR (ES)

Fabício Luis Silva – Gerência Corporativa de Normas e Qualidade

REVISOR (ES)

Carlos Henrique da Silva Vieira – Gerência Corporativa de Normas e Qualidade

APROVADOR (ES)

Jorge Alberto Oliveira Tavares – Gerência Corporativa de Normas e Qualidade

Transformador Tipo Pedestal

GRUPO
equatorial
ENERGIA

