

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 1 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

SUMÁRIO


1	FINALIDADE	4
2	CAMPO DE APLICAÇÃO	4
3	RESPONSABILIDADES	4
4	DEFINIÇÕES	5
5	REFERÊNCIAS	11
6	CONDIÇÕES GERAIS	12
6.1	Generalidades	12
6.2	Condições de Funcionamento, Transporte e Instalação	12
6.3	Embalagem	13
6.4	Garantia	14
6.5	Aprovação de Proposta, Documentos e Protótipos	15
6.6	Instalação do Transformador	16
7	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS.....	17
7.1	Tipo do transformador	17
7.2	Potências padronizadas.....	17
7.3	Tensões	17
7.4	Nível de isolamento	17
7.5	Frequência nominal	18
7.6	Limites de Elevação de Temperatura	18
7.7	Perdas, correntes de excitação e tensão de curto-circuito	18
7.8	Diagramas fasoriais e de ligações	20
7.9	Tensões de rádio interferência (TRI)	20
7.10	Capacidade de resistir a curto-circuito	21
7.11	Nível de Ruído	21
8	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS	22
8.1	Identificação	22
8.2	Massa total	23
8.3	Pintura.....	23
8.4	Espessura das chapas do transformador	23
8.5	Compartimentos	24
8.6	Parte Ativa	25
8.7	Grade de proteção	25
8.8	Proteção de BT.....	25
8.9	Aberturas de ventilação	25
8.10	Base de fixação.....	26

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 2 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

8.11	Tampa superior	26
8.12	Comutador de TAP's	26
8.13	Placas de advertência	26
8.14	Dispositivo de alívio de pressão	27
8.15	Buchas de BT	27
8.16	Buchas de AT	27
8.17	Chave de Abertura em Carga	27
8.18	Termômetro	27
8.19	Radiadores	27
8.20	Orelhas para suspensão	28
8.21	Válvula tipo globo de óleo	28
8.22	Válvula de enchimento de gás	28
8.23	Dispositivo de aterramento	28
8.24	Indicador do nível de óleo	28
8.25	Manovacuômetro	28
8.26	Anéis internos	28
8.27	Óleo isolante	29
8.28	Partes componentes	30
8.29	Características dimensionais	30
8.30	Proteção contra sobrecorrente	30
8.31	Resfriamento	31
9	CAPITALIZAÇÃO DO CUSTO DE PERDAS EM TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO	32
9.1	Perdas	32
9.2	Capitalização dos Custos em Transformadores de Distribuição	32
10	INSPEÇÕES E ENSAIOS	34
10.1	Generalidades	34
10.2	Ensaio de Tipo	36
10.3	Ensaio de Rotina	36
10.4	Ensaio de Recebimento	36
10.5	Relatórios de Ensaio	37
10.6	Amostragem	37
10.7	Aceitação e Rejeição	38
10.8	Requisitos e Procedimento de Execução dos Ensaio	39
11	FOLHA DE DADOS TÉCNICOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS.....	42
12	QUADRO DE DESVIOS TÉCNICOS E EXCEÇÕES.....	44
13	PLANO DE INSPEÇÃO E TESTES – PIT	45
14	DESENHOS.....	47

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 3 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

15	CÓDIGOS PADRONIZADOS DA CONCESSIONÁRIA	60
16	CONTROLE DE REVISÕES	61
17	APROVAÇÃO	61

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 4 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

1 FINALIDADE

Esta especificação técnica tem por finalidade especificar e padronizar as características elétricas e mecânicas mínimas exigíveis para o fornecimento de transformadores tipo pedestal para uso em subestações transformadoras ao tempo, utilizadas nas Redes de Distribuição da CELPA – Centrais Elétricas do Pará S/A e da CEMAR – Companhia Energética do Maranhão, doravante denominadas apenas de CONCESSIONÁRIA.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplica-se a todo e qualquer transformador tipo pedestal utilizado nas redes de distribuição em média tensão da CONCESSIONÁRIA, nas classes de tensão 15 kV ou 36,2 kV, em sistemas trifásicos nas áreas urbanas, quer seja para expansão, melhoria, manutenção do sistema elétrico; também pode ser utilizado para padrões de entrada em média tensão de clientes individuais. Este tipo de transformador não é objeto de incorporação.

3 RESPONSABILIDADES

3.1 Gerência de Normas e Padrões

Especificar e padronizar as características dos transformadores tipo pedestal a serem utilizados em redes de distribuição subterrâneas ou redes aéreas isoladas.

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 nacionais e internacionais dos órgãos competentes.

3.2 Gerência Corporativa de Engenharia


Realizar estudos de engenharia para expansão e melhoria dos sistemas de distribuição de energia elétrica nas tensões de 15 e 36,2 kV de acordo com os critérios e recomendações definidas nesta especificação. Participar do processo de revisão desta especificação.

3.3 Gerência de Expansão e Melhoria do Sistemas MT/BT (CELPA) e Gerência de Manutenção e Expansão (CEMAR)

Realizar as atividades relacionadas à elaboração, aprovação e construção de projetos de redes de distribuição, utilizando os transformadores especificados de acordo com as recomendações definidas neste instrumento normativo.

3.4 Gerência de Suprimentos e Logística

Adquirir e receber em sua rotina de aquisição e recebimento de materiais e equipamentos, somente transformadores tipo pedestal (pad mounted) à óleo isolante, em conformidade com as exigências deste instrumento normativo.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 5 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

3.5 Fornecedor/Fabricante

Fabricar/Fornecer transformadores tipo pedestal em óleo isolante, em conformidade com as exigências estabelecidas neste instrumento normativo.

4 DEFINIÇÕES

4.1 Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL

Autarquia 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.

4.2 ANP

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

4.3 Bucha

Peça ou estrutura de material isolante, que assegura a passagem isolada de um condutor através de uma parede não isolante (*ABNT NBR 5458 item 3.94*). 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 5435:2015 item 3.1*).

4.4 Classe Térmica

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

4.5 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*).

4.6 Coluna

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

4.7 Comutador de Derivação

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

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 6 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

4.8 Comutador de Derivação sem Tensão

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

4.9 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).

4.10 Defeito Crítico

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).

4.11 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).

4.12 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).

4.13 Derivação Principal

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

4.14 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 3.82).

4.15 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).

4.16 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

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 7 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

funcionamento (*ABNT NBR 5435:2015 item 3.5*). 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.

4.17 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 5435:2015 item 3.6*).

4.18 Enrolamento

Conjunto de espiras que constituem um circuito elétrico associado a uma das tensões para as quais o transformador foi concebido (*ABNT NBR 5256-1 item 3.3.1*).

4.19 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*).

4.20 Enrolamento Primário

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

4.21 Enrolamento Secundário

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

4.22 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*).

4.23 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*).

4.24 Inspeção

Processo de medir, ensaiar e examinar a unidade de produto ou comparar suas características com as especificações (*ABNT NBR 5426:1985 item 3.1*).

4.25 Inspeção por atributos

Inspeção segundo a qual a unidade de produto é classificada simplesmente como defeituosa ou não

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 8 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

(ou o número de defeitos é contado) em relação a um dado requisito ou conjunto de requisitos (ABNT NBR 5426:1985 item 3.2).

4.26 Jugo

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

4.27 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).

4.28 Manovacuômetro

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

4.29 Nível de Isolamento

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

4.30 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).

4.31 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).

4.32 Perdas em Carga


Perdas em carga ou perdas em curto-circuito, é 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).

4.33 Perdas Totais

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

4.34 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).

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 9 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

4.35 Radiador

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

4.36 Reatância de Curto-circuito

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

4.37 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*).

4.38 Tamanho do lote

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

4.39 Tanque

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

4.40 Tensão Máxima do Equipamento

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

4.41 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*).

4.42 Terminal

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

4.43 Terminal de Linha


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

4.44 Terminal de Neutro

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

4.45 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.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 10 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

4.46 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).

4.47 Transformador Imerso em Óleo


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

4.48 Transformador Tipo Pedestal (Pad Mounted)

Padrão de transformador utilizado em instalações externas (ao tempo) ou subterrâneas para as potências de 75, 150, 225, 300 kVA, em tensão de 13,8 kV, 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.


4.49 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).

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 11 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

5 REFERÊNCIAS

- 5.1 ABNT-NBR-11835 - Acessórios Isolados Desconectáveis – Especificação;
- 5.2 ABNT NBR 5034:2014 – Buchas para tensões alternadas superiores a 1 kV;
- 5.3 ABNT NBR 5356-1:2010 – Transformadores de Potência – Parte 1: Generalidades;
- 5.4 ABNT NBR 5356-2:2008 – Transformadores de potência – Parte 2: Aquecimento;
- 5.5 ABNT NBR 5356-3:2014 – Transformadores de potência – Parte 3: Níveis de isolamento, ensaios dielétricos e espaçamentos externos em ar;
- 5.6 ABNT NBR 5356-4:2007 – Transformadores de potência – Parte 4: Guia para ensaio de impulso atmosférico e de manobra para transformadores e reatores;
- 5.7 ABNT NBR 5356-5:2015 – Transformadores de potência – Parte 5: Capacidade de resistir a curtos-circuitos;
- 5.8 ABNT NBR 5405:2014 – Materiais isolantes sólidos – Determinação da rigidez dielétrica sob tensão em frequência industrial;
- 5.9 ABNT NBR 5416:1985 – Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos;
- 5.10 ABNT NBR 5435:2015 – Buchas para transformadores imersos em líquido isolante – Tensão nominal 15 kV, 24,2 kV e 36,2 kV – Especificações;
- 5.11 ABNT NBR 5437:1984 – Bucha para transformadores sem conservador de óleo – Tensão nominal 1,3 kV – 160 A, 400 A, 800 A – Dimensões;
- 5.12 ABNT NBR 5456:2010 – Eletricidade geral – Terminologia;
- 5.13 ABNT NBR 5458:2010 – Transformador de potência – Terminologia;
- 5.14 ABNT NBR IEC 60085:2017 – Isolação elétrica - avaliação e designação térmicas;
- 5.15 ABNT NBR 10443:2008 – Tintas e vernizes – Determinação da espessura da película seca sobre superfícies rugosas – Método de ensaio;
- 5.16 ABNT NBR 11003:2009 – Tintas – Determinação da aderência;
- 5.17 ABNT NBR 15442:2015 – Óleo vegetal isolante para equipamentos elétricos;
- 5.18 CELPA/CEMAR ET.001.EQTL.Normas e Padrões – Transformador de Distribuição.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 12 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

6 CONDIÇÕES GERAIS

6.1 Generalidades

- a) O escopo desta especificação compreende o fornecimento de transformadores tipo pedestal trifásicos (pad mounted), com núcleo envolvido imerso em óleo isolante, utilizados em instalação ao tempo em poste em sistemas de 15kV.
- b) A critério da CONCESSIONÁRIA, os transformadores tipo pedestal também poderão ser admitidos com isolamento a seco. Neste caso, o fabricante deve consultar a CONCESSIONÁRIA em relação às características, normas e ensaios exigíveis especificamente para este tipo de equipamento.
- c) Em todas as etapas da fabricação, do transporte e do recebimento dos transformadores devem ser rigorosamente cumpridas a legislação ambiental brasileira e as demais legislações estaduais e municipais aplicáveis. O fornecedor é responsável pelo pagamento de multas pelas ações decorrentes de práticas lesivas ao meio ambiente.
- d) Todos os transformadores fornecidos à CONCESSIONÁRIA, às obras de incorporação, conforme ANEEL REN 414 art. 49, e às ligações de clientes particulares individuais, devem atender integralmente a Portaria Interministerial nº 104 de 22 de março de 2013 do Ministério de Minas e Energia, evidenciado pela Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), conforme o INMETRO por meio do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), segundo critérios estabelecidos na Portaria nº 378 de 28 de setembro de 2010, atendendo os prazos referidos nos artigos 12 e 13, e Portaria nº 510 de 07 de novembro de 2016.

6.2 Condições de Funcionamento, Transporte e Instalação


6.2.1 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.

6.2.2 Condições de Fornecimento


Os transformadores devem:

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 13 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

- a) Ser fornecidos completos, com todos os componentes necessários ao seu perfeito funcionamento.
- b) Ter todas as peças correspondentes intercambiáveis, quando de mesmas características nominais e fornecidas pelo mesmo fabricante.
- c) Ter o mesmo projeto e serem essencialmente idênticos quando fizerem parte de um mesmo item do pedido de compra.
- d) 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.
- e) Atender, no que lhe couber, às exigências constantes das últimas revisões das normas ABNT NBR 5356 e NBR 5440, salvo quando explicitamente citado em contrário.
- f) Atender a regulamentação específica e o programa de metas de transformadores de distribuição em líquido isolante constantes na Portaria Interministerial N° 104/2013, Anexo 1 “Regulamentação Específica que Define Requisitos Mínimos de Desempenho para Transformadores de Distribuição em Líquido Isolante” e Anexo 2 “Programa de Metas para Transformadores em Líquido Isolante”.

6.3 Embalagem

- a) 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.
- b) 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.
- c) 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.
- d) 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.
- e) 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.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 14 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

- f) Os materiais de acondicionamento não devem ser retornáveis.
- g) O fabricante deve apresentar, anexo à proposta, desenho detalhado da embalagem, especificando os materiais empregados.
- h) Cada volume deve trazer, indelevelmente, marcadas as seguintes indicações:
- Nome e/ou marca comercial do fabricante.
 - A sigla da CONCESSIONÁRIA.
 - Nome do equipamento.
 - Tipo e/ou modelo.
 - Tensão nominal.
 - Potência nominal.
 - Número do Pedido de Compra.
 - Número da nota fiscal.
 - Massa bruta do volume, em kg.
 - Outras informações exigidas no Pedido de Compra.

6.4 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 último.

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

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 15 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

nova entrega, acrescido do tempo de indisponibilidade.

6.5 Aprovação de Proposta, Documentos e Protótipos

6.5.1 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:

- a) Características técnicas garantidas do equipamento ofertado, conforme item 11 desta especificação;
- b) Declaração de Exceção às Especificações, conforme item 12 desta especificação;
- c) Informações sobre as condições para a realização dos ensaios de tipo referidos nesta especificação técnica, discriminando os ensaios que podem ser realizados em laboratórios do próprio Fabricante, relação dos laboratórios onde devem ser realizados os demais ensaios, bem como preços unitários para cada um dos ensaios;
- d) Prazos de garantia ofertados;
- e) Demais informações pertinentes ao julgamento do produto.

6.5.2 Desenhos

O Fornecedor deve submeter a CONCESSIONÁRIA, antes do início da fabricação e no prazo máximo de 30 (trinta) dias da aceitação, 3 (três) cópias e arquivo em PDF dos 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 2.
- g) Desenho placa da ENCE, conforme DESENHO 3.
- h) Desenho com características técnicas do equipamento.
- i) Desenhos da Embalagem para Transporte, contendo:
 - dimensões;
 - massa;
 - detalhes para içamento;


	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 16 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

tipo de madeira e tratamento utilizado;

localização do centro de gravidade.

6.6 Instalação do Transformador

Os transformadores objeto desta norma devem ser próprios para instalação ao tempo, devendo ser apoiados sobre uma base de concreto própria com espaço interno para a passagem e ligação de cabos de MT e BT, de forma subterrânea pela parte inferior do transformador.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em:	Página:
		16/07/2018	17 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

7 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS

7.1 Tipo do transformador

O transformador pedestal deverá ser do tipo anel, composto de seis (06) buchas primárias interligadas internamente, conforme mostrado no **DESENHO 03** desta especificação.

7.2 Potências padronizadas

As potências para os transformadores tipo pedestal trifásico devem ser: 75 kVA; 112,5 kVA; 150 kVA; 225 kVA; 300 kVA.

7.3 Tensões

7.3.1 Tensão primária

Os transformadores desta especificação são da classe 15 kV, para operação em sistemas elétricos de 13,8 kV, em frequência nominal de 60Hz com as características elétricas dadas na **TABELA 1**. Devem ter as seguintes derivações no enrolamento primário: 13.800-13.200-12.600-12.000-11.400V (triângulo), conforme apresentado na **TABELA 1**.

7.3.2 Tensão secundária

Para tensão secundária, as derivações e as relações de tensões são as indicadas na **TABELA 1**. A derivação principal corresponde a de tensão nominal. As secundárias para os transformadores são:

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 (CEMAR) ou 220/127 (CELPA)
	2		13.200	
	3		12.600	
	4		12.000	
	5		11.400	

7.4 Nível de isolamento

Deve ser conforme apresentado na **TABELA 2**.


	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em:	Página:
		16/07/2018	18 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

Tabela 2 – Níveis de isolamento para transformadores tipo pedestal classe de tensão 15kV.

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

7.5 Frequência nominal

A frequência nominal dos transformadores deve ser 60Hz.

7.6 Limites de Elevação de Temperatura

Devem ser de acordo com a **TABELA 3**.

Tabela 3 – Limites de elevação de temperatura. Fonte: ABNT NBT 5440:2014 Tabela 4.

Temperatura	Limite de elevação de temperatura (°C)		
	Alternativa 1	Alternativa 2 ^a	Alternativa 3 ^b
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 Para transformadores imersos em óleo mineral isolante, a isolação dos enrolamentos (condutores e isolamento entre camadas) deve ser em papel termoestabilizado compatível com o óleo isolante. ^b Para transformadores imersos em óleo vegetal isolante, a isolação dos enrolamentos pode ser em papel Kraft regular, papel termoestabilizado ou papel aramida compatível com o óleo isolante. Esta alternativa não se aplica para transformadores imersos em óleo mineral isolante.			

7.7 Perdas, correntes de excitação e tensão de curto-circuito

- a) 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 na **TABELA 4**, devem ser garantidos pelo fabricante em sua proposta (ABNT NBR 5440:2014 Item 4.6).
- b) No entanto, valores individuais, não podem ultrapassar as seguintes tolerâncias mostradas na **TABELA 5** (ABNT NBR 5440:2014 Item 4.6).


	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em:	Página:
		16/07/2018	19 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00


Tabela 4 – Valores garantidos de perdas, correntes de excitação e tensões de curto-circuito para transformadores trifásicos com tensão máxima de 15 kV. Fonte: ABNT NBR 5440:2014 Tabela 5.

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		
	D	255	1.260	98,55		
	E	295	1.395	98,37		
112,5	A	195	1.210	99,14	2,5	3,5
	B	230	1.340	99,03		
	C	285	1.525	98,86		
	D	335	1.705	98,71		
	E	390	1.890	98,54		
150	A	245	1.500	99,20	2,3	3,5
	B	285	1.655	99,10		
	C	350	1.880	98,95		
	D	420	2.110	98,79		
	E	485	2.335	98,65		
225	A	330	2.100	99,26	2,1	4,5
	B	380	2.315	99,17		
	C	470	2.630	99,03		
	D	560	2.945	98,90		
	E	650	3.260	98,76		
300	A	410	2.610	99,31	1,9	4,5
	B	475	2.885	99,23		
	C	585	3.275	99,10		
	D	700	3.670	98,97		
	E	810	4.060	98,84		

Nota 2: Os transformadores trifásicos adquiridos pela CONCESSIONÁRIA ou para obras de incorporação devem ser de nível de eficiência D, limitados as potências de 75 kVA e 112,5 kVA.

Tabela 5 – Tolerâncias para Valores Individuais. Fonte: Adaptado da ABNT NBR 5440:2014 Tabela 23.

Características Especificadas	Tolerância
Corrente de excitação	+ 20%
Perdas em vazio	+ 10%
Impedância de curto-circuito dos enrolamentos	± 7,5%
Perdas totais	+ 6%

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 20 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

c) Para compra de apenas uma unidade, serão admitidos valores no máximo iguais as tolerâncias apresentadas na **TABELA 5**.

7.8 Diagramas fasoriais e de ligações

A **TABELA 6** mostra o diagrama fasorial Dyn1 30° dos transformadores trifásicos, em conformidade com a norma ABNT NBR 5440:2014 Tabela 10.

Os diagramas de ligações dos transformadores trifásicos diagrama fasorial Dyn1 30°, são mostrados nas figuras ilustrativas da **TABELA 7**.

Tabela 6 – Diagrama Fasorial. Fonte: Adaptado da *ABNT NBR 5440:2014 Tabela 11*.

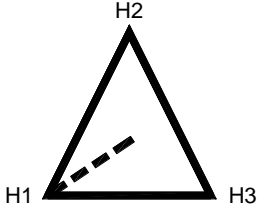
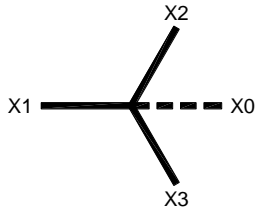
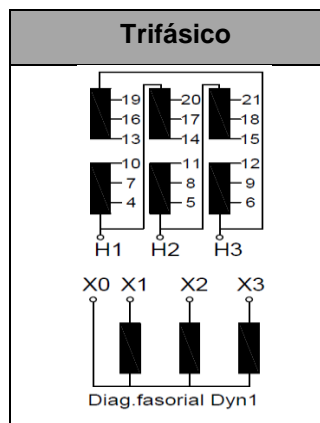
Tensão máxima do equipamento fase-fase (kV)	Primário	Primário Secundário
15		


Tabela 7 – Diagramas de Ligação dos Transformadores Dyn1 30°. Fonte: Adaptado da *ABNT NBR 5440:2014 Item 4.8*.



7.9 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. Nestas condições, o valor máximo da tensão de rádio interferência deve ser (ABNT NBR 5440:2014 Item 4.9):

- 250 μ V para tensão máxima do equipamento de 15 kV.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 21 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

- 650 μ V para tensão máxima do equipamento de 36,2 kV.

7.10 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.

7.11 Nível de Ruído

O transformador deve atender aos níveis médios de ruído conforme norma ABNT NBR 5440:2014 item 4.11. Os níveis máximos de ruído que devem ser atendidos pelos transformadores de distribuição, quando ensaiados em conformidade com a norma ABNT NBR 7277:1988, são mostrados na **TABELA 8**.

Tabela 8 – Níveis máximos de ruído. Fonte: *ABNT NBR 5440:2014 Tabela 13*.

Nível máximo de ruído (dB)	Trifásico
48	1 - 50
51	51 – 100
55	101 - 300

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 22 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

8 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

8.1 Identificação

8.1.1 Placa de Identificação


- a) Todos os transformadores fornecidos devem possuir placa de identificação fixada no lado interno do compartimento de BT, conforme modelos indicados no DESENHO 2, de modo a permitir a leitura de suas características técnicas e construtivas, deve ser localizada conforme **DESENHO 4** (ABNT NBR 5440:2014 Figuras A.11, A.12 E A.13);
- b) 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, apresentadas de maneira legível e indelével, são indicadas no **DESENHO 5**.

8.1.2 Placa da ENCE

- a) Todos os transformadores fornecidos devem possuir placa da ENCE fixada no lado interno do compartimento de BT, seguindo os modelos indicados no **DESENHO 6**, que estão em conformidade com INMETRO Portarias nº 378/2010 e nº 510/2016, de modo a permitir a leitura das informações, deve ser localizada conforme **DESENHO 4**;
- b) As placas devem ser de alumínio anodizado ou aço inoxidável, de dimensões (82 ± 1) mm x (123 ± 1) mm x (0,8 ± 0,1) mm ou (130 ± 1) mm x (60 ± 1) mm x (0,8 ± 0,1) mm, e apresentar todas as informações de maneira indelével conforme INMETRO Portarias nº 378/2010 e nº 510/20. As informações mínimas obrigatórias que devem estar presentes na placa são indicadas no **DESENHO 5**.

8.1.3 Marcações

- a) Devem ser pintados na tampa dos transformadores de distribuição, nas posições indicadas no **DESENHO 3**, os seguintes itens:
 - Terminais externos de alta tensão (AT), através de pintura: H1, H2 e H3 (trifásico), com tinta na cor preta, padrão Munsell N1.
 - Código do material com tinta na cor preta, padrão Munsell N1.
- b) Devem ser pintados no tanque dos transformadores de distribuição, nas posições indicadas no **DESENHO 3**, os seguintes itens:
 - Os terminais externos de baixa tensão (BT): X0, X1, X2 e X3 (trifásico), com tinta na cor preta, padrão Munsell N1.
 - Logotipo da CONCESSIONÁRIA, com tinta na cor preta, padrão Munsell N1.
 - Potência do transformador em kVA, com tinta na cor preta, padrão Munsell N1.
 - Número do patrimônio, com tinta na cor preta, padrão Munsell N1.
 - Dizeres "OPERAR SEM TENSÃO", próximo ao comutador, com tinta na cor preta, padrão Munsell N1.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em:	Página:
		16/07/2018	23 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

- Símbolo para transformador com enrolamento em alumínio, conforme DESENHO 10, com círculo central transparente, contorno do círculo e letras “AL” com tinta na cor azul.
 - Símbolo para transformador com núcleo amorfo, conforme DESENHO 11, com círculo central transparente, contorno do círculo e letras “AM” com tinta na cor azul.
- c) 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.

8.2 Massa total

Deve ser conforme **TABELA 9**.

Tabela 9 – Dimensões e pesos para transformadores tipo pedestal.

Classe de tensão/Tensão nominal (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		
15/13,8	75	1 e 2	1700	1300	1250	650	1000
	112,5						1100
	150		1650	1400	1300		1200
	225		1750	1500	1400		1500
	300		1850	1500	1500		1800


8.3 Pintura

A pintura interna do tanque deve ser na cor branca e conforme ANBT NBR 5440. A pintura externa do transformador e interna aos compartimentos de AT e BT deve ser na cor verde, notação MUNSSELL 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 de aço inox.

8.4 Espessura das chapas do transformador

Definidas 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;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 24 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

d) radiadores: 1,2 mm.

8.5 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 à seguir:

8.5.1 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, conforme item 7.14. da ANSI C 57.12.26.

8.5.2 Fechaduras

No lado do compartimento da baixa tensão deve ser utilizado um fecho tipo cremona 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.


8.5.3 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 pára-raios do tipo desconectável.

Devem atender a norma ANSI C 57.12.26.

8.5.4 Divisória

A divisória dos compartimentos de baixa e alta tensão deve 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

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 25 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

permitindo, após a retirada da divisória dos compartimentos, que o acesso aos compartimentos fique totalmente livre (uma janela única).

8.6 Parte Ativa

8.6.1 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.

8.6.2 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.

8.7 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).


8.8 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 B.T. para garantir o grau de proteção mínimo IP40, conforme a NBR IEC 60529.

8.9 Aberturas de ventilação

Caso necessário, aberturas de ventilação nos compartimentos deverão possuir tela de proteção interna

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 26 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

em malha de 1,00mm (máxima).

8.10 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).

8.11 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 TAP's 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.

8.12 Comutador de TAP's

O transformador pedestal deverá possuir comutador rotativo com os seguintes tap's: 13.800-13.200-12.600-12.000-11.400V (delta) e deverá ser acessível pelo lado interno do compartimento de AT, deverá ser enviado no TAP 13.200V. Deverá ser operado somente SEM TENSÃO, devendo possuir placa indicativa conforme Item 8.1.3 desta norma.

8.13 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 (0,5 mm).

8.13.1 Placa de advertência externa de AT

A placa de advertência externa de AT deverá ficar localizada no lado externo da porta do compartimento de AT, conforme **DESENHO 1**. Deverá ter as dimensões mínimas e os dizeres do **DESENHO 4** desta especificação.

8.13.2 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 **DESENHO 1**. Deverá ter as dimensões mínimas e os dizeres do

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 27 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

DESENHO 4 desta especificação.

8.14 Dispositivo de alívio de pressão

Os transformadores tipo pedestal devem ser providos de válvula de alívio de pressão localizada no lado do compartimento de AT. 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 e deverá estar localizada no compartimento de AT.

8.15 Buchas de BT

As buchas secundárias devem atender a NBR 5437 e deverão ser fornecidas junto com os barramentos tipo bandeirola com furação nema.

Nos transformadores de 45, 75, 112.5 e 150 kVA a bandeirola deverá permitir a instalação de 02 cabos com conectores de dois furos (nema) e nos transformadores de 225 e 300 kVA a bandeirola deverá permitir a instalação de 04 cabos com conectores de quatro furos (nema).

8.16 Buchas de AT

O transformador tipo pedestal deverá possuir 06 (seis) buchas de cavidade de inserção (poço) no lado de AT, 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 (seis) buchas.

As buchas de AT devem ser dispostas em formato de "V", conforme previsto na norma ANSI C 57.12.26 e ABNT-EB-2134.


8.17 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.

8.18 Termômetro

O transformador deve ser fornecido com termômetro 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 local indicado no **DESENHO 3**. Deverá possuir ponteiro de arraste retornável por imã. O termômetro deve ter grau de proteção mínimo de equivalente a IP 65 com poço. Deve ser do tipo com haste reta e ficar localizado no lado do compartimento de baixa tensão.

8.19 Radiadores

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 28 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

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).

8.20 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**. 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.

8.21 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 A.T., conforme apresentado na **DESENHO 03**. 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.

8.22 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 alta tensão, conforme apresentado na **DESENHO 3**.

8.23 Dispositivo de aterramento

O transformador pedestal deverá possuir dois (02) dispositivos de aterramento localizados nos compartimentos de A.T. e B.T., conforme apresentado na **DESENHO 3** desta especificação. Os dispositivos de aterramento devem atender ao prescrito na ABNT NBR 9369.


8.24 Indicador do nível de óleo

O indicador deve possibilitar a visualização do nível de óleo interno ao tanque do transformador, conforme apresentado na **DESENHO 3**.

8.25 Manovacuômetro

No transformador pedestal deverá ser instalado um manovacuômetro no lado do compartimento de B.T., conforme **DESENHO 3**.

8.26 Anéis internos

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em:	Página:
		16/07/2018	29 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

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.


8.27 Óleo isolante

O líquido isolante deve ser de origem vegetal conforme a NBR 15422 e deve ter as características da **TABELA 10**, 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.

Tabela 10 – Características do óleo isolante. Fonte: Adaptado ABNT NBR 5440:2014 Tabela 14 e ABNT NBR 15422:2015 Tabela 1.

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	≤ 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	≤ 200
Rigidez dielétrica	Eletrodo de calota	kV	ABNT NBR IEC 60156 ≥ 42
	Eletrodo de disco		ABNT NBR 6869 ≥ 30
Fator de perdas dielétricas ou fator de dissipação a 100 °C	%	ABNT NBR 12133	≤ 4
Índice de neutralização	mgKOH/g	ABNT NBR 14248	≤ 0,06

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em:	Página:
		16/07/2018	30 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

Teor de bifenilaspolicloradas (PCB)	mg/kg	ABNT NBR 13882	Não detectado
Cloretos		ABNT NBR 5779	Ausentes
Sulfatos		ABNT NBR 5779	Ausentes
Enxofre corrosivo		ABNT NBR 10505	Ausente

8.28 Partes componentes

Os parafusos de ligação e porcas (quando aplicável), devem ser em liga de cobre totalmente estanhados, conforme ABNT NBR 5435 e 5438, com camada de estanho com espessura mínima de 8mm para qualquer amostra e 12mm na média das amostras. A arruela de pressão dos parafusos de ligação devem 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 MUNSELL 5.0 BG 7.0/0.4 ou N6.5) ou marrom escuro (notação MUNSELL 5YR 3/3). As demais características devem estar de acordo com as ABNT NBR 5034, 5435 e 5438 e NTC 810027.

8.29 Características dimensionais

Conforme **DESENHO 1**, **DESENHO 2** e **TABELA 9**.

8.30 Proteção contra sobrecorrente

A proteção contra sobre-corrente do transformador de pedestal deverá ser feita por fusíveis de expulsão do tipo baioneta (*expulsion fuses*) e em série com fusíveis de tipo limitador (*current-limiting fuses*) submersos em óleo e instalados no lado de AT dos transformadores.


Os fusíveis tipo “baioneta” (*bay-o-net*) devem ser montados de acordo com o **DESENHO 7**.

8.30.1 Fusíveis de expulsão tipo baioneta (expulsion fuse)

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 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 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.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 31 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

O dimensionamento dos fusíveis de expulsão tipo baioneta deve ser conforme **TABELA 11**.

8.30.2 Fusíveis do tipo limitadores de corrente (current-limiting fuse)

Os fusíveis do tipo limitador de corrente deverão proteger o transformador contra defeitos internos ao tanque, considerados de baixa impedância, e 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 12**.

Tabela 11 – Capacidade Recomendada Dos Fusíveis De Expulsão.


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

Tabela 12 – Capacidade Recomendada Dos Fusíveis Limitadores De Corrente .

Potência (kVA)	Corrente nominal do fusível HH
75	10
112,5	12,5
150	15
225	20
300	32

8.31 Resfriamento

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

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 32 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

9 CAPITALIZAÇÃO DO CUSTO DE PERDAS EM TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO

9.1 Perdas

9.1.1 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 10.2.

9.1.2 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 10.2, 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 8: 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.
- 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.

9.2 Capitalização dos Custos em Transformadores de Distribuição

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 33 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

9.2.1 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.

9.2.2 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.


Nota 9: CLIENTES PARTICULARES: Mesmo para os projetos de clientes particulares, somente devem ser aceitos os transformadores tipo pedestal até 300 kVA trifásicos que estejam na lista de fornecedores homologados pelo INMETRO e cadastrados na lista de fornecedores da Concessionária.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 34 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00


10 INSPEÇÕES E ENSAIOS

10.1 Generalidades

- a) Os transformadores devem ser submetidos a inspeção e ensaios na fábrica, de acordo com esta especificação 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.
- b) 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.
- c) O fornecedor deve apresentar, para aprovação da CONCESSIONÁRIA, o seu Plano de Inspeção e Testes – PIT, tomando como referência o PIT no item 13 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.
- d) 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.
- e) 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.
- f) 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.
- g) 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	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 35 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

- Não invalida qualquer reclamação posterior da CONCESSIONÁRIA a respeito da qualidade do material e/ou da fabricação.
- h) 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.
- i) 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.
- j) 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.
- k) 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.
- l) 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.
- m) 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.
- n) 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 (ABNT NBR 5440:2014 Item 9.1)**.
- o) Todos os componentes externos e acessórios que são suscetíveis de influenciar o funcionamento do transformador durante os ensaios devem ser instalados.
- p) 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.
- q) 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.
- r) 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.
- s) Os instrumentos de medição usados devem ser de precisão ASA, classe de exatidão 0,5 ou

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em:	Página:
		16/07/2018	36 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

inferior, e estarem aferidos por órgão oficial ou outros devidamente credenciados, e os certificados de aferição estar à disposição do inspetor.

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.

10.2 Ensaios de Tipo

A relação descritiva de ensaios de tipo necessários para os transformadores de tipo pedestal está mostrada na **TABELA 13**.

10.3 Ensaios de Rotina


A relação descritiva de ensaios de tipo necessários para os transformadores de tipo pedestal está mostrada na **TABELA 13**.

10.4 Ensaios de Recebimento

É obrigatória a realização dos ensaios de recebimento, em presença do inspetor credenciado da CONCESSIONÁRIA. A relação descritiva de ensaios de recebimento necessários para os transformadores de tipo pedestal está mostrada na **TABELA 13**.

Tabela 13 – Ensaios previstos para realização em transformadores tipo pedestal.

Item	Descrição dos Ensaios	Tipo	Rotina	Recebimento
1	Inspeção visual		X	X
2	Verificação dimensional		X	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	
9	Fator de potência do isolamento e capacitâncias	X		
10	Verificação da relação de tensões		X	
11	Medição do deslocamento angular e sequência de fases		X	X
12	Medição da corrente de excitação		X	X
13	Medição das perdas à vazio e totais		X	X
14	Medição da resistência elétrica dos enrolamentos		X	X
15	Elevação de temperatura	X		

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em:	Página:
		16/07/2018	37 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

Item	Descrição dos Ensaios	Tipo	Rotina	Recebimento
16	Estanqueidade e resistência à pressão à frio		X	
17	Ensaio de curto-circuito	X		
18	Características físico-químicas do óleo isolante	X		X
19	Características da pintura (interna e externa)			X
20	Verificação da estanagem e/ou prateação			X
21	Verificação da espessura e aderência da pintura da parte externa de transformadores			X
22	Verificação da pintura do tanque do transformador	X		
23	Resistência mecânica dos suportes do transformador	X		

10.5 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 10.4;
- 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.

10.6 Amostragem

- a) 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.
- b) Os demais ensaios, exceto para os ensaios do óleo isolante, devem ser realizados conforme o plano de amostragem descrito na **TABELA 14**.

Tabela 14 – Plano de Amostragem, exceto tensão suportável à frequência industrial (tensão aplicada), tensão induzida de curta duração, resistência de isolamento e óleo isolante. Fonte: Adaptado da ABNT NBR 5440:2014

Item 9.


	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em:	Página:
		16/07/2018	38 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

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 8	A	2	0	1
9 a 15	B	3	0	1
16 a 15	C	5	0	1
26 a 50	D	8	1	2
51 a 90	E	13	1	2
91 a 150	F	20	2	3
151 a 280	G	32	3	4
281 a 500	H	50	5	6

10.7 Aceitação e Rejeição

- a) O critério para aceitação e rejeição da inspeção visual e dimensional é o estabelecido na **TABELA 16**.
- b) Serão rejeitados os transformadores que não suportarem os ensaios de tensão suportável à frequência industrial, tensão induzida ou estanqueidade.
- c) 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.
- d) Serão rejeitadas as unidades que apresentarem valores fora das tolerâncias estabelecidas nesta especificação técnica.
- e) 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 14**. Serão rejeitados também, transformadores que apresentarem pintura com empolamento, escorrimento e cor diferente da especificada.
- f) 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.
- g) Para aceitação e rejeição do óleo isolante observar o plano de amostragem estabelecido na **TABELA 15**. Os resultados devem estar de acordo com a **TABELA 15**, para óleo após contato com o equipamento.

Tabela 15 – Plano de Amostragem para os ensaios de óleo isolante. Fonte: Adaptado da ABNT NBR 5440:2014 Item 9.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em:	Página:
		16/07/2018	39 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

PA2: Plano de Amostragem Simples, Normal, Nível de Inspeção S4, NQA 4%				
Tamanho do Lote	Código Amostragem	Tamanho da Amostra	Ac	Re
2 a 8	A	2	0	1
9 a 15	A	2	0	1
16 a 15	B	3	0	1
26 a 50	C	5	1	2
51 a 90	C	5	1	2
91 a 150	C	8	2	3
151 a 280	E	13	3	4
281 a 500	E	13	5	6


10.8 Requisitos e Procedimento de Execução dos Ensaios

10.8.1 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 16**.

Tabela 16 – Inspeção visual e dimensional.

Descrição	Norma aplicável	Método	Conforme	Não conforme
Placa de Identificação	ABNT NBR 5440	Desenho 5		
Placa da ENCE	INMETRO Portaria nº 510/2016	Desenho 6		
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; - Terminais de BT; - Número de série	ABNT NBR 5440			
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	Desenho 12		
Bucha de AT	ABNT NBR 5440	Desenho 9		
Bucha de BT	ABNT NBR 5440	Desenhos 10 e 11		
Acionamento externo do comutador de TAP - Tipo	ABNT NBR 5440	Desenhos aprovados		

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em:	Página:
		16/07/2018	40 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00


- Localização				
Dispositivo de alívio de pressão	ABNT NBR 5440	Item 8.13		
Chave de abertura em carga	ABNT NBR 5440	Item 8.16		
Termômetro	ABNT NBR 5440	Item 8.16		
Dispositivos de aterramento	ABNT NBR 5440	Item 8.23		
Válvula globo de óleo	ABNT NBR 5440	Item 8.19		
Indicador de nível de óleo	ABNT NBR 5440	Item 8.22		
Válvula de enchimento a gás	ABNT NBR 5440	Item 8.20		
Manovacuômetro	ABNT NBR 5440	Item 8.23		

10.8.2 Resistência do Isolamento

- a) A resistência do isolamento deve ser medida antes dos ensaios dielétricos. Este ensaio não constitui critério para aprovação ou rejeição do transformador, desde que o valor medido não seja tão baixo que caracterize condição de condução elétrica.
- b) A resistência do isolamento, embora esteja sujeita às grandes variações de temperatura, umidade e a qualidade do óleo isolante empregado, é um valor que permite ter uma ideia sobre o estado do isolamento do transformador, antes de submetê-lo aos ensaios dielétricos.
- c) Este ensaio na verdade não constitui um critério para aprovação ou rejeição conforme normalização vigente (ABNT NBR 5356), porém em casos de valores muito baixos de medição dos valores de resistência de isolamento, podem ser caracterizados por uma má secagem da parte ativa e com isto culminar em uma não suportabilidade aos ensaios dielétricos, aos quais o equipamento será submetido.


10.8.3 Impedância de Curto-Circuito e Perdas em Carga

- a) 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.
- b) 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.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 41 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00


10.8.4 Resistência Elétrica dos Enrolamentos

- a) 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 o mesmo será ensaiado.
- b) 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 (NBR 5356 E.2.3).
- c) O tempo de estabilização da resistência a frio deve ser registrado para referência como menor tempo da leitura a quente (NBR 5356 E.2.5).
- d) 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 ($T < 3^{\circ}\text{C}$).
- e) 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.
- f) 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;
- g) 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 gere alguma anomalia. Deve-se ao final deste ensaio anotar o valor da temperatura na qual os enrolamentos foram medidos.


	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em:	Página:
		16/07/2018	42 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

11 FOLHA DE DADOS TÉCNICOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS

FOLHA DE DADOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS				
CLIENTE:		CELPA ou CEMAR		
FORNECEDOR:				
DESCRIÇÃO DO MATERIAL:		TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO TIPO PEDESTAL		
MODELO:				
PEDIDO DE COMPRA:				
ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DO CLIENTE:		ET.191.EQTL.Normas e Padrões – TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL Rev 00		
ITEM	DESCRIÇÃO	UN	CONCESSIONÁRIA	PROPOSTA FORNECEDOR
1	POTÊNCIA NOMINAL	kVA	Tri = 75, 112.5, 150, 225 OU 300	
2	NÚMERO DE FASES	-	3	
3	CLASSE DE TENSÃO	kV	15	
4	TENSÃO PRIMÁRIA NOMINAL	kV	Tri = 13.8	
5	TENSÃO SECUNDÁRIA NOMINAL	V	Trafo Tri = 220/127 ou 380/220	
6	DERIVAÇÕES E RELAÇÃO DE TRANSFORMAÇÃO	-		
6.1	Classe 15 kV - Trifásico	V	1 – 13.800 2 – 13.200 3 – 12.600 4 – 12.000 5 – 11.400	
7	NÍVEIS DE ISOLAMENTO NA AT			
7.1	Tensão suportável nominal à frequência industrial durante 1 minuto (valor eficaz)	kV	Classe 15kV = 34	
7.2	Tensão suportável de impulso atmosférico (valor de crista)	kV	Classe 15kV = 95	
7.3	Espaçamento mínimo no ar de Fase para Terra	mm	Classe 15kV = 130	
7.4	Espaçamento mínimo no ar de Fase para Fase	mm	Classe 15kV = 140	
8	NÍVEIS DE ISOLAMENTO NA BT			
8.1	Tensão suportável nominal à frequência industrial durante 1 minuto (valor eficaz)	kV	10	
8.2	Tensão suportável de impulso atmosférico (valor de crista)	kV	30	
8.3	Espaçamento mínimo no ar de Fase para Terra	mm	25	
8.4	Espaçamento mínimo no ar de Fase para Fase	mm	25	
9	PERDAS EM VAZIO E CORRENTE DE EXCITAÇÃO			
9.1	Perdas em Vazio	W	Conforme Tabela 4	
9.2	Corrente de Excitação	%	Conforme Tabela 4	
10	PERDAS TOTAIS E IMPEDÂNCIA DE CURTO-CIRCUITO			


	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em:	Página:
		16/07/2018	43 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

10.1	Perdas totais	W	Conforme Tabela 4	
10.2	Impedância de curto-circuito	%	Conforme Tabela 4	
11	DESLOCAMENTO ANGULAR	-	Dyn1 30°	
12	FUSÍVEIS DE EXPULSÃO TIPO BAIONETA			
	Corrente nominal (anexar curva tempo x corrente)	A	Conforme Tabela 11	
13	FUSÍVEIS LIMITADORES DE CORRENTE			
	Corrente nominal (anexar curva tempo x corrente)	A	Conforme Tabela 12	
13	DIMENSÕES			
13.1	Largura		Conforme Tabela 9	
13.2	Altura		Conforme Tabela 9	
13.3	Profundidade		Conforme Tabela 9	
14	ESPESSURA DAS CHAPAS			
14.1	Tampa e fundo	mm	6,35 (mínimo)	
14.2	Laterais	mm	4,76 (mínimo)	
14.3	Compartimentos	mm	2,65 (mínimo)	
14.4	Radiadores	mm	1,2 (mínimo)	
12	ACESSÓRIOS OBRIGATÓRIOS			
12.1	Dispositivo de alívio de pressão	-	Conforme Item 8.13	
12.2	Válvula globo de óleo	-	Conforme Item 8.19	
12.3	Válvula de enchimento a gás	-	Conforme Item 8.20	
12.4	Termômetro	-	Conforme Item 8.16	
12.5	Manovacuômetro	-	Conforme Item 8.23	
12.6	Indicador de nível de óleo	-	Conforme Item 8.22	
12.7	Chave de abertura em carga	-	Conforme Item 8.16	
12.7	Dispositivos de fixação para acessórios desconectáveis	-	Conforme Item 8.15	


	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em:	Página:
		16/07/2018	45 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

13 PLANO DE INSPEÇÃO E TESTES – PIT

PIT – PLANO DE INSPEÇÃO E TESTES (Ensaio de Recebimento)							
CLIENTE:		CELPA ou CEMAR					
FORNECEDOR:							
DESCRIÇÃO DO MATERIAL:		TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL					
TIPO:							
CLASSIFICAÇÃO:							
MODELO:							
PEDIDO DE COMPRA:							
TAMANHO DO LOTE:							
PLANO DE AMOSTRAGEM:		PA1: Simples, Normal, Nível de Inspeção II, NQA 4% (Conforme TABELA 14) PA2: Simples, Normal, Nível de Inspeção S4, NQA 4% (Conforme TABELA 15)					
ET DO CLIENTE:		ET.XXX.EQTL.Normas e Padrões – TRANSFORMADORES TIPO PEDESTAL Rev 00					
ÍTEM	ENSÁIOS	MÉTODO	REQUISITOS	TAMANHO DA AMOSTRA	RESULTADO ESPERADO	VALOR DE REFERÊNCIA	VALOR OBTIDO
1	Inspeção Visual e Dimensional		Desenhos aprovados	PA1	Satisfatório para: Conformidade com os desenhos aprovados, dentro das faixas de tolerância		
2	Inspeção de acessórios		Inspeção visual	100%	Satisfatório para: Conformidade com os desenhos aprovados		
2	Espessura da Pintura		ABNT NBR 10443	PA1	Satisfatório para: Espessura média $\geq 220 \mu\text{m}$		
3	Aderência da Pintura. Grau X0-Y0		ABNT NBR 11003	PA1	Satisfatório para: Sem destacamento ao longo das incisões e na interseção		
4	Resistência de isolamento. Com o Megger aplicar 2,5kV durante 1 min: - AT para BT; - AT para terra; - BT para terra		ABNT NBR 5356-1	100%	Satisfatório para um valor de resistência que não caracterize rompimento da isolação.		
5	Tensão suportável a frequência industrial (tensão aplicada). Aplicar durante 1 min a tensão de ensaio de: - 34kV para 15kV; - 10 kV para BT	Item 4.2	ABNT NBR 5356-3	100%	Satisfatório para: Não ocorrência de descargas disruptivas ou falhas em algum componente do transformador		
6	Tensão induzida de curta duração. Aplicar no secundário 2xVN, ou seja, 440V (220V) ou 760V (380V), com primário aberto, durante		ABNT NBR 5356-3	100%	Satisfatório para: Não ocorrência de descargas disruptivas ou falhas em algum componente do transformador		

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em:	Página:
		16/07/2018	46 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

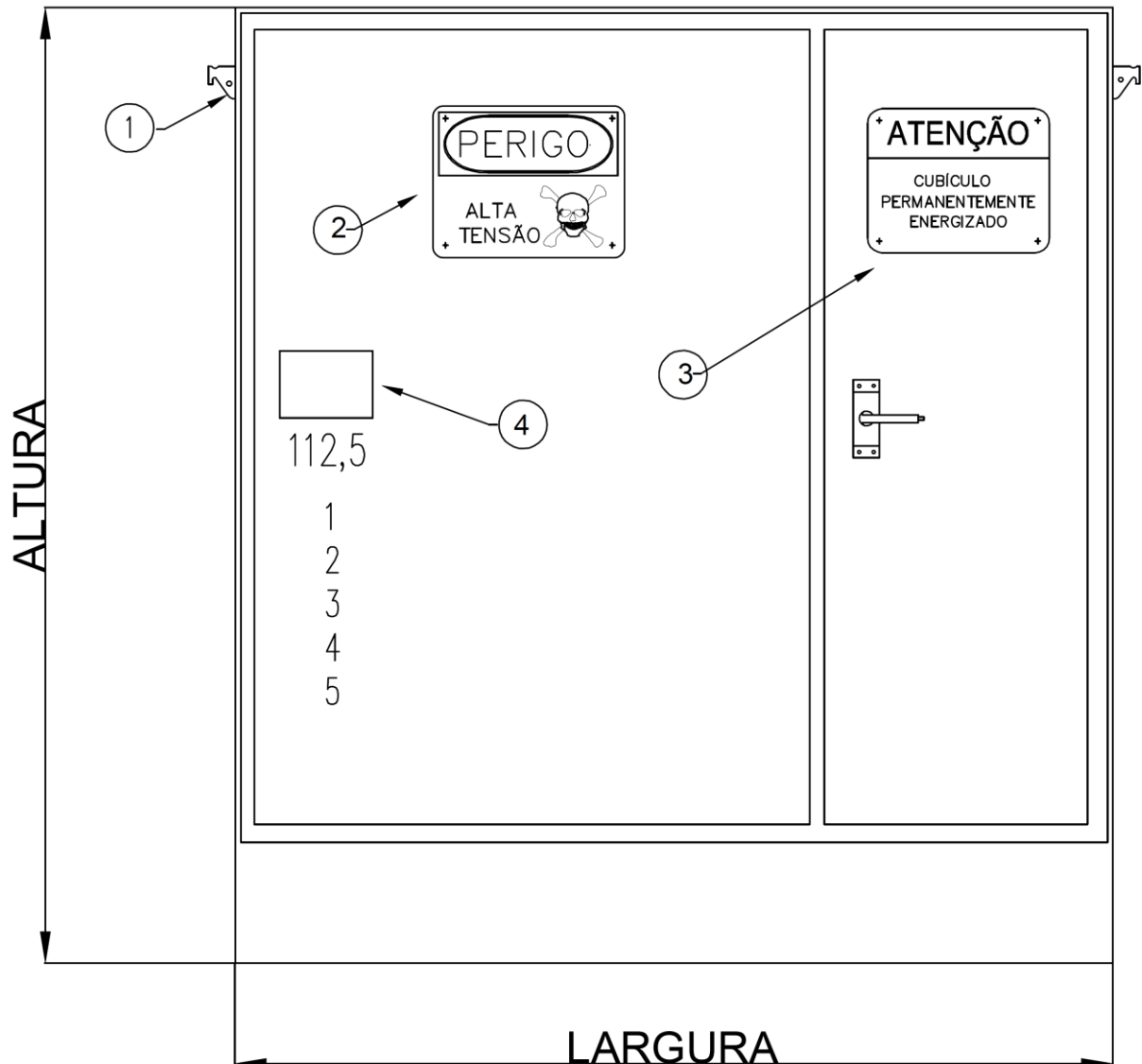
PIT – PLANO DE INSPEÇÃO E TESTES (Ensaio de Recebimento)							
	T=7200/Fgerador. Para 120Hz 60s e para 180Hz 40s						
7	Perdas em vazio	Item 4.6	ABNT NBR 5356-1	PA1	Satisfatório para Valores da NBR 5440	Individual + 10% Média do Lote sem tolerância	
8	Corrente de excitação					Satisfatório para Valores da NBR 5440	Individual + 20% Média do Lote sem tolerância
9	Perdas em carga	Item 4.6	ABNT NBR 5356-1	PA1	Satisfatório para Valores da NBR 5440	Individual + 6% Média do Lote sem tolerância	
10	Impedância de curto circuito					Satisfatório para Valores da NBR 5440	Individual ± 7,5% Média do Lote sem tolerância
11	Relação de Transformação	Itens 4.3, 4.7 e 4.8	ABNT NBR 5356-1	PA1	Satisfatório		
12	Deslocamento angular				Satisfatório para: Dy1 30°		
13	Sequência de fases				Satisfatório para: H1-H2-H3 X1-X2-X3		
14	Resistência elétrica dos enrolamentos		ABNT NBR 5356-1	PA1	Satisfatório		
15	Estanqueidade e resistência a pressão a frio. Aplicar pressão de 0,7kgf/cm ² durante 1h.	Item 5.2	ABNT NBR 5356-1	PA1	Satisfatório para: Sem indicação de perda de pressão.		
16	Ensaio do líquido isolante - Óleo Vegetal Tipo A	Item 5.1		PA2	Satisfatório para:		
16.1	Tensão interfacial a 25 °C		ABNT NBR 6234		NA		
16.2	Teor de Água		ABNT NBR 10710		≤ 200		
16.3	Rigidez Dielétrica		ABNT NBR IEC 60156		≥ 42 kV		
16.4	Fator de Perdas Dielétricas ou Fator de Dissipação		ABNT NBR 12133		≤ 4 %		
16.5	Índice de Neutralização		ABNT NBR 14248		≤ 0,06 mgKOH/g		

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 47 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

14 DESENHOS


DESENHO 1 – TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL (PAD MOUNTED) VISTA FRONTAL EXTERNA

VISTA FRONTAL EXTERNA



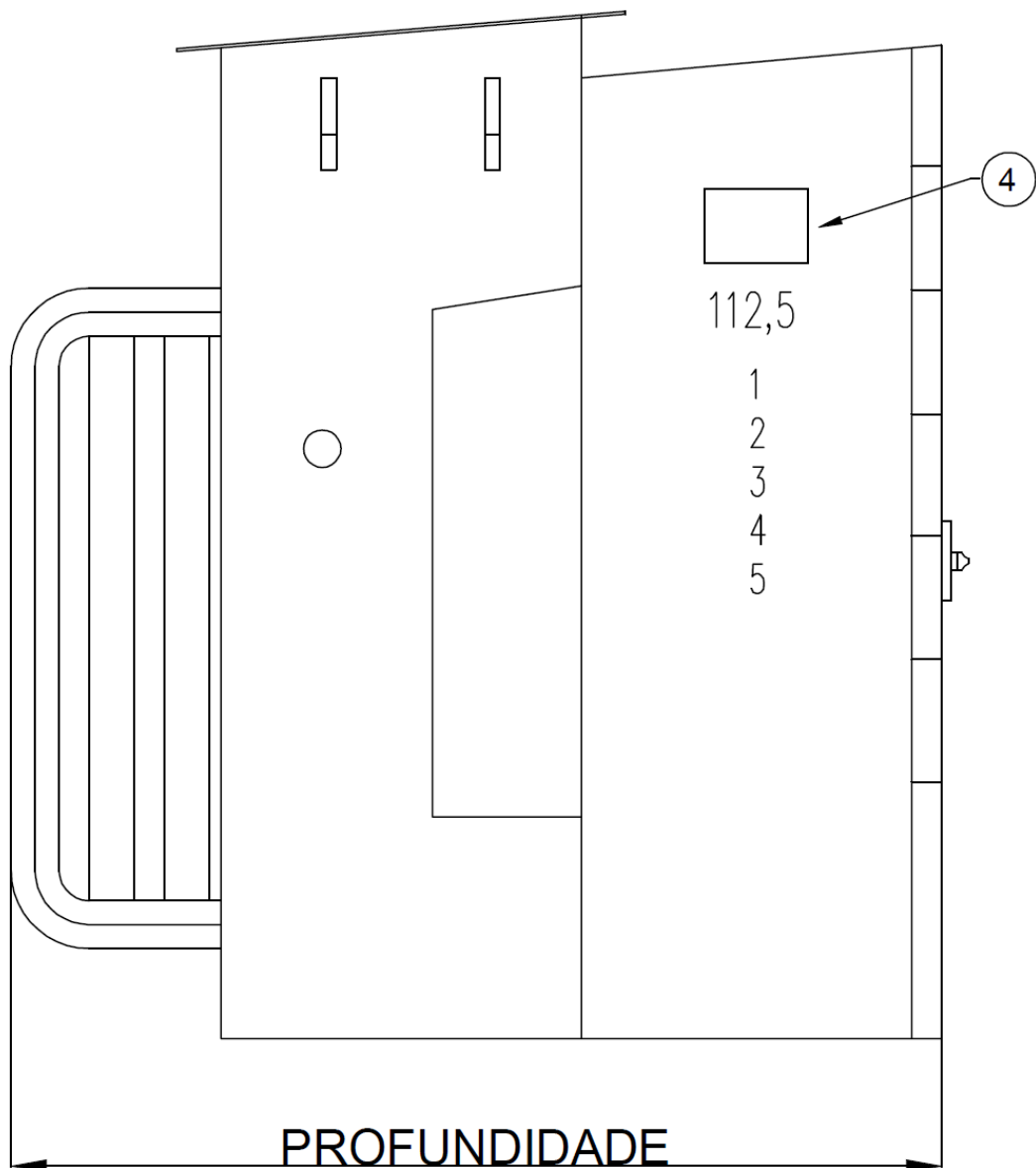
LEGENDA:

- (1) ORELHAS DE SUSPENSÃO
- (2) PLACA DE ADVERTÊNCIA EXTERNA DE A.T.
- (3) PLACA DE ADVERTÊNCIA EXTERNA DE B.T.
- (4) LOGOTIPO DA CONCESSIONÁRIA (CEMAR OU CELPA)


	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 48 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

DESENHO 2 – TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL (PAD MOUNTED) – LATERAL EXTERNA

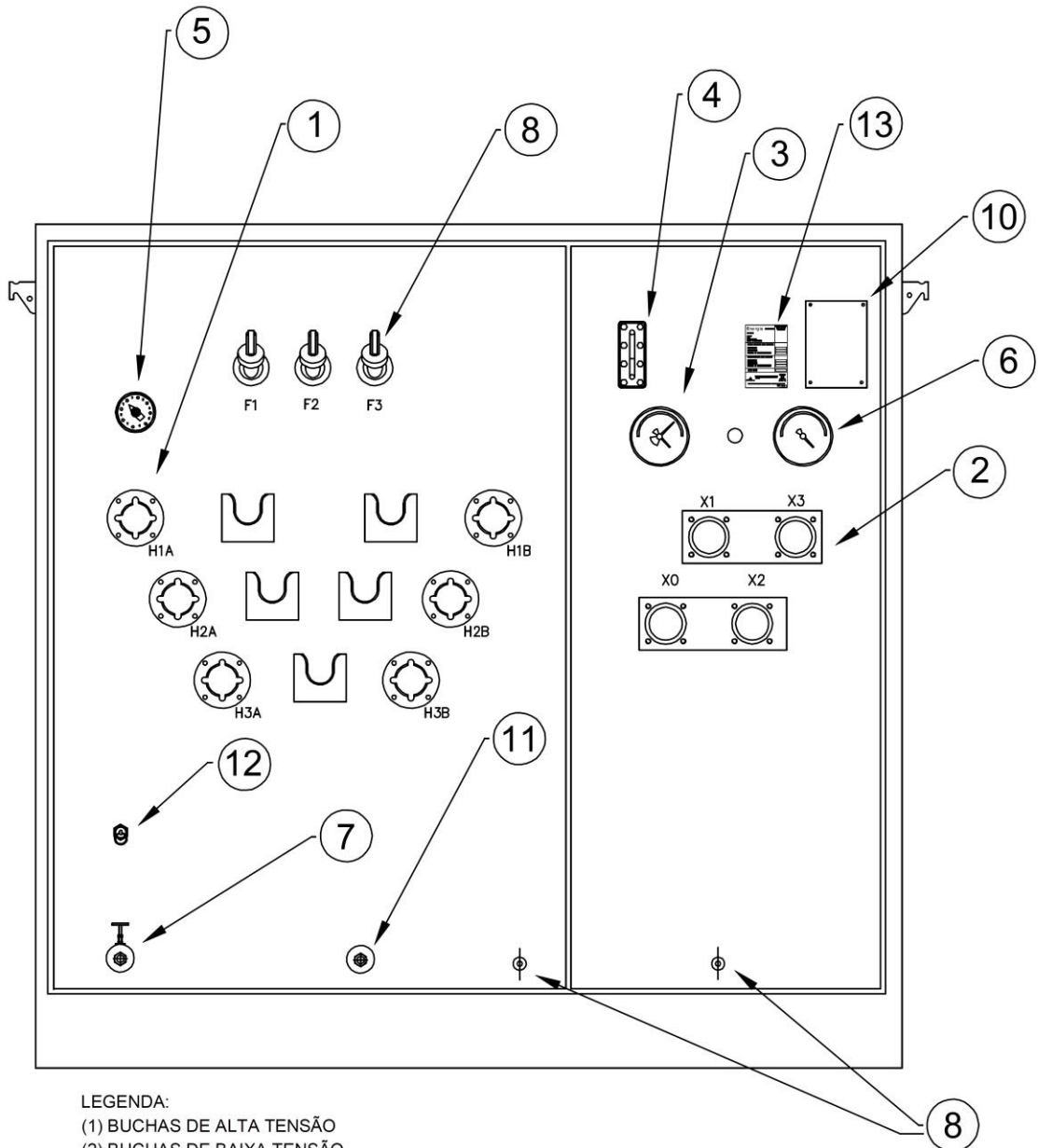
VISTA LATERAL



TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL (PAD MOUNTED) 75 a 300kVA


	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 49 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

DESENHO 3 – TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL (PAD MOUNTED) – PARTE INTERNA

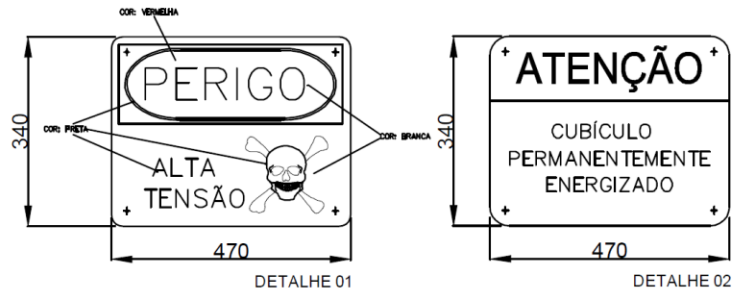


LEGENDA:

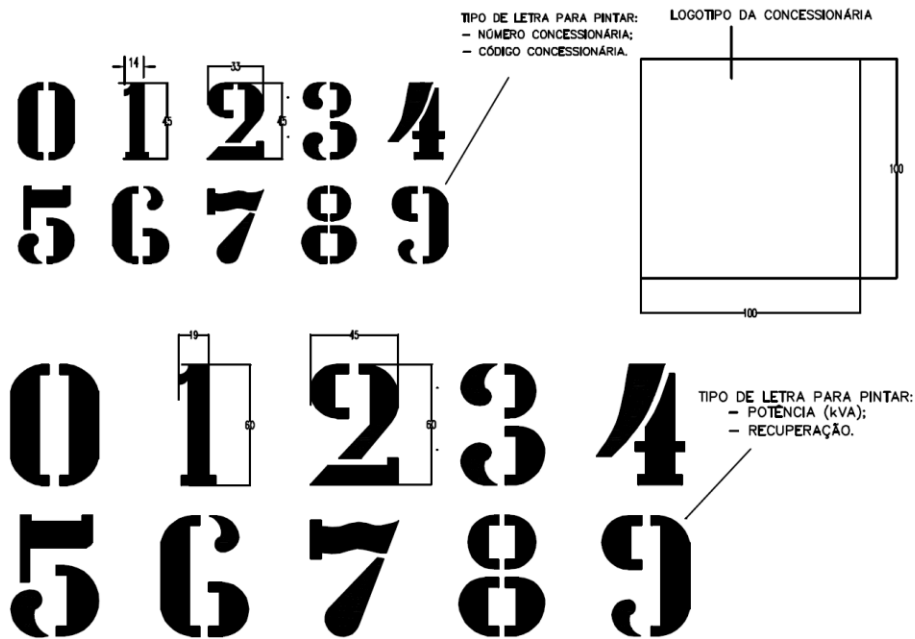
- (1) BUCHAS DE ALTA TENSÃO
- (2) BUCHAS DE BAIXA TENSÃO
- (3) TERMÔMETRO
- (4) NÍVEL DE ÓLEO
- (5) ACIONAMENTO EXTERNO DO COMUTADOR DE TAP
- (6) MANUVACUÔMETRO
- (7) VÁLVULA TIPO GLOBO DE ÓLEO
- (8) DISPOSITIVOS DE ATERRAMENTO
- (9) FUSÍVEIS DE EXPULSÃO TIPO BAIONETA EM SÉRIE COM O FUSÍVEL LIMITADOR DE CORRENTE
- (10) PLACA DE IDENTIFICAÇÃO
- (11) VÁLVULA DE ENCHIMENTO DE GÁS
- (12) VÁLVULA DE ALÍVIO DE PRESSÃO
- (13) ETIQUETA ENCE - INMETRO

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 50 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

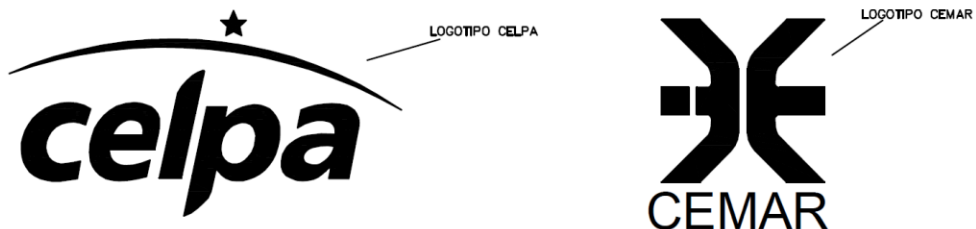
DESENHO 4 – PLACAS DE ADVERTÊNCIA E SINALIZAÇÃO DE ALTA E BAIXA TENSÃO, NUMERAÇÃO E LOGOTIPO DA CONCESSIONÁRIA




DETALHE DAS PLACAS DE ADVERTÊNCIA



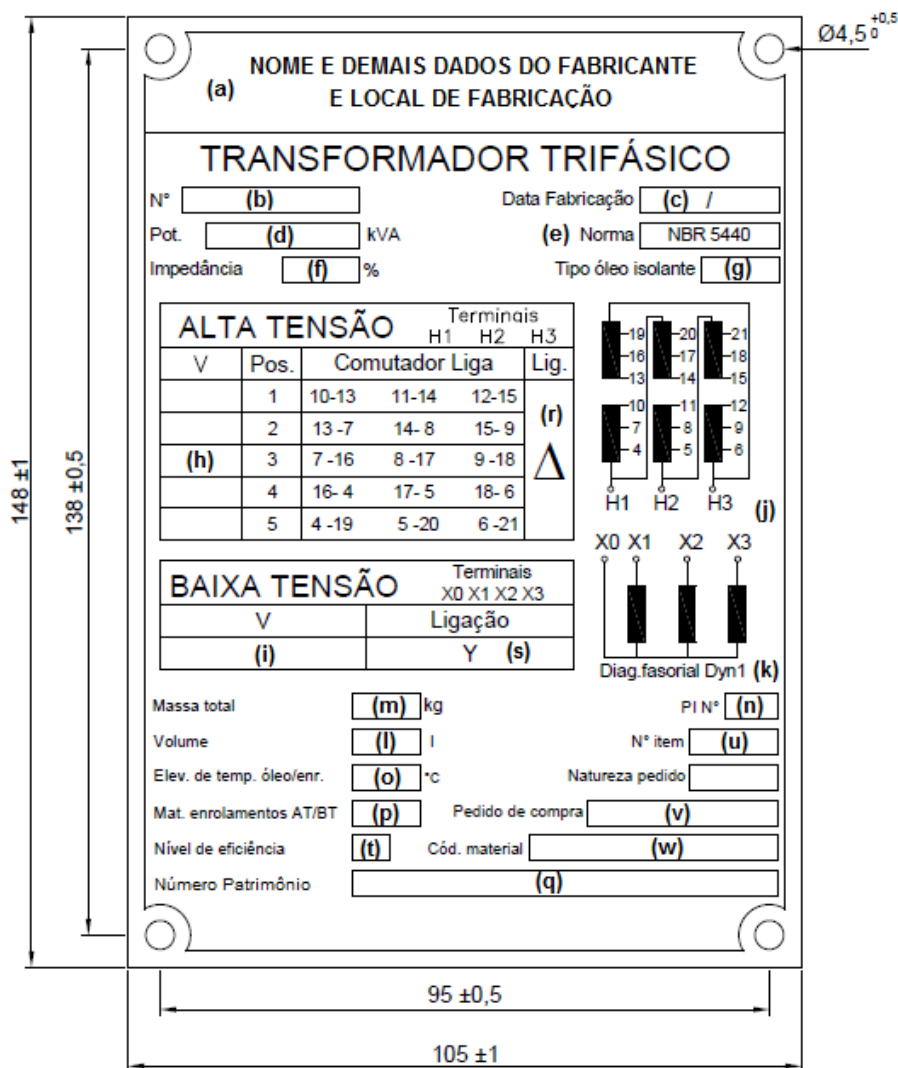
OBS.: AS MARCAÇÕES DEVER SER FEITAS EM ESMALTE SINTÉTICO RÁPIDO NA COR PRETA.



DETALHE DA NUMERAÇÃO DE POTÊNCIA E
CÓDIGO E DO LOGOTIPO

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em:	Página:
		16/07/2018	51 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

DESENHO 5 – MODELO DE PLACA DE IDENTIFICAÇÃO DO TRANSFORMADOR



**NOME E DEMAIS DADOS DO FABRICANTE
(a)
E LOCAL DE FABRICAÇÃO**

TRANSFORMADOR TRIFÁSICO

Nº Data Fabricação /

Pot. kVA (e) Norma

Impedância % Tipo óleo isolante

ALTA TENSÃO			Terminais		
V	Pos.	Comutador	H1	H2	H3
	1	10-13	11-14	12-15	
	2	13-7	14-8	15-9	
(h)	3	7-16	8-17	9-18	(r) Δ
	4	16-4	17-5	18-6	
	5	4-19	5-20	6-21	

BAIXA TENSÃO		Terminais		
V	Ligação	X0	X1	X2 X3
(i)	Y (s)			

Diag.fasorial Dyn1 (k)

Massa total kg PINº

Volume l N° item

Elev. de temp. óleo/enr. °C Natureza pedido


Mat. enrolamentos AT/BT Pedido de compra

Nível de eficiência Cód. material

Número Patrimônio

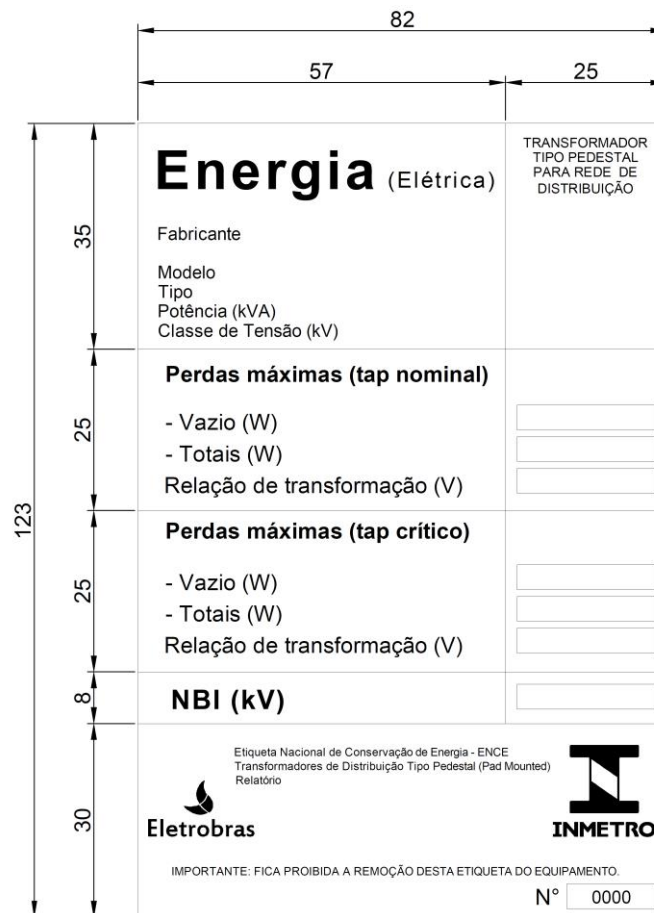
LEGENDA

- | | |
|--|--|
| (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) símbolo do diagrama de ligação da alta-tensão (por exemplo: Δ) |
| (g) tipo do óleo isolante (A, B ou vegetal) | (s) símbolo do diagrama de ligação da baixa tensão (por exemplo: Y) |
| (h) tensões nominais de alta-tensão | (t) nível de eficiência (A, B, C, D ou E) |
| (i) tensão nominal de baixa tensão | (u) número do item |
| (j) diagrama de ligação dos enrolamentos | (v) pedido de compra |
| (k) diagrama fasorial (por exemplo: Dyn1) | (w) código do material |
| (l) volume total do líquido isolante do transformador, em litros | |

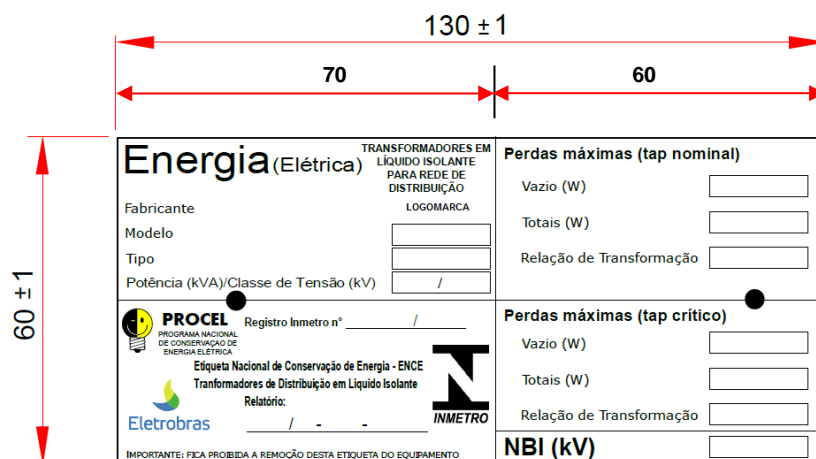
	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em:	Página:
		16/07/2018	52 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

DESENHO 6 – MODELO PLACA DA ENCE


Fonte: Adaptado de *INMETRO Portaria n.º 510/2016*.



(a) tamanho normal

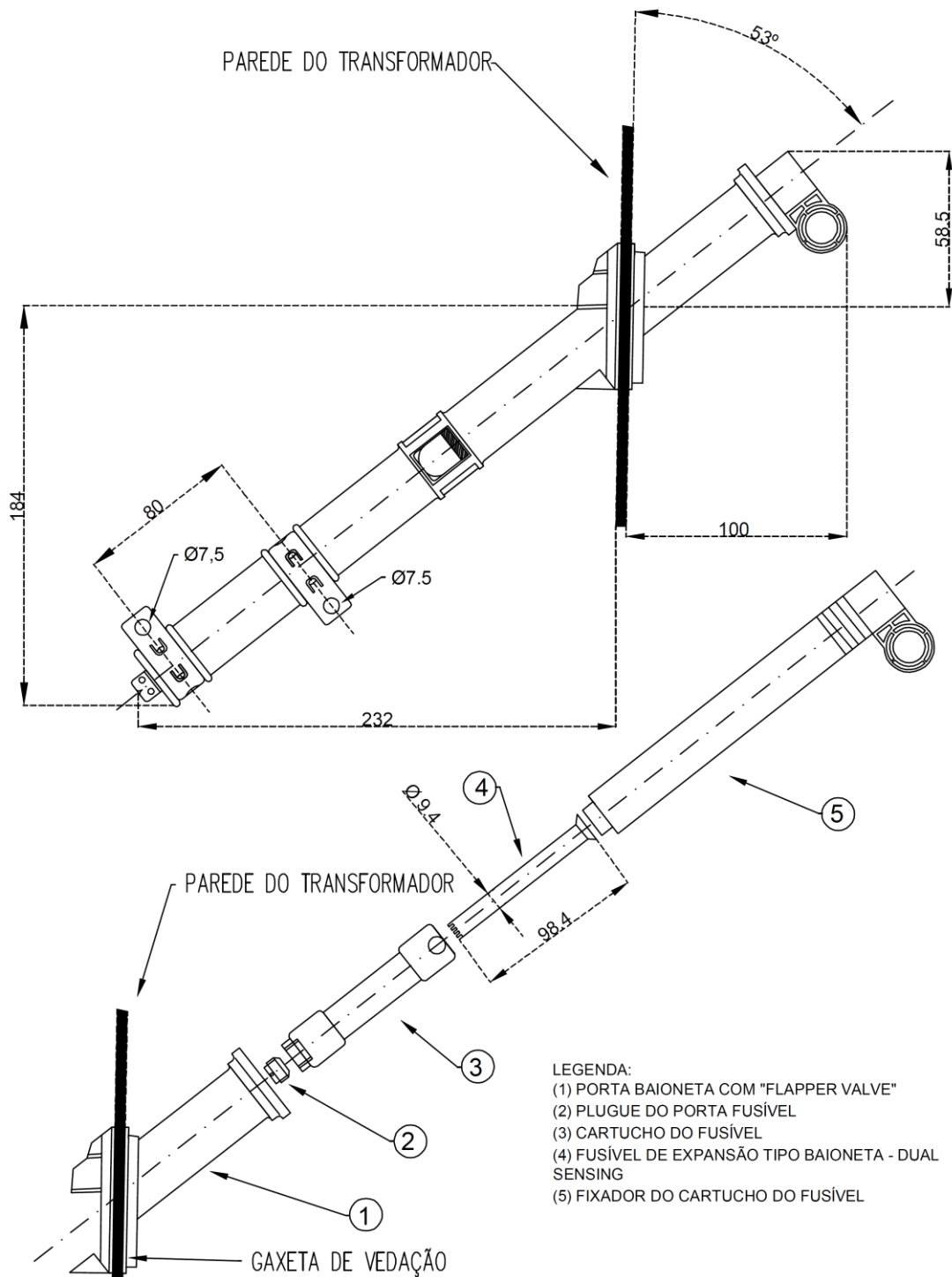



(b) tamanho reduzido

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 53 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

DESENHO 7 – FUSÍVEL DE EXPULSÃO TIPO BAY-O-NET (BAIONETA)

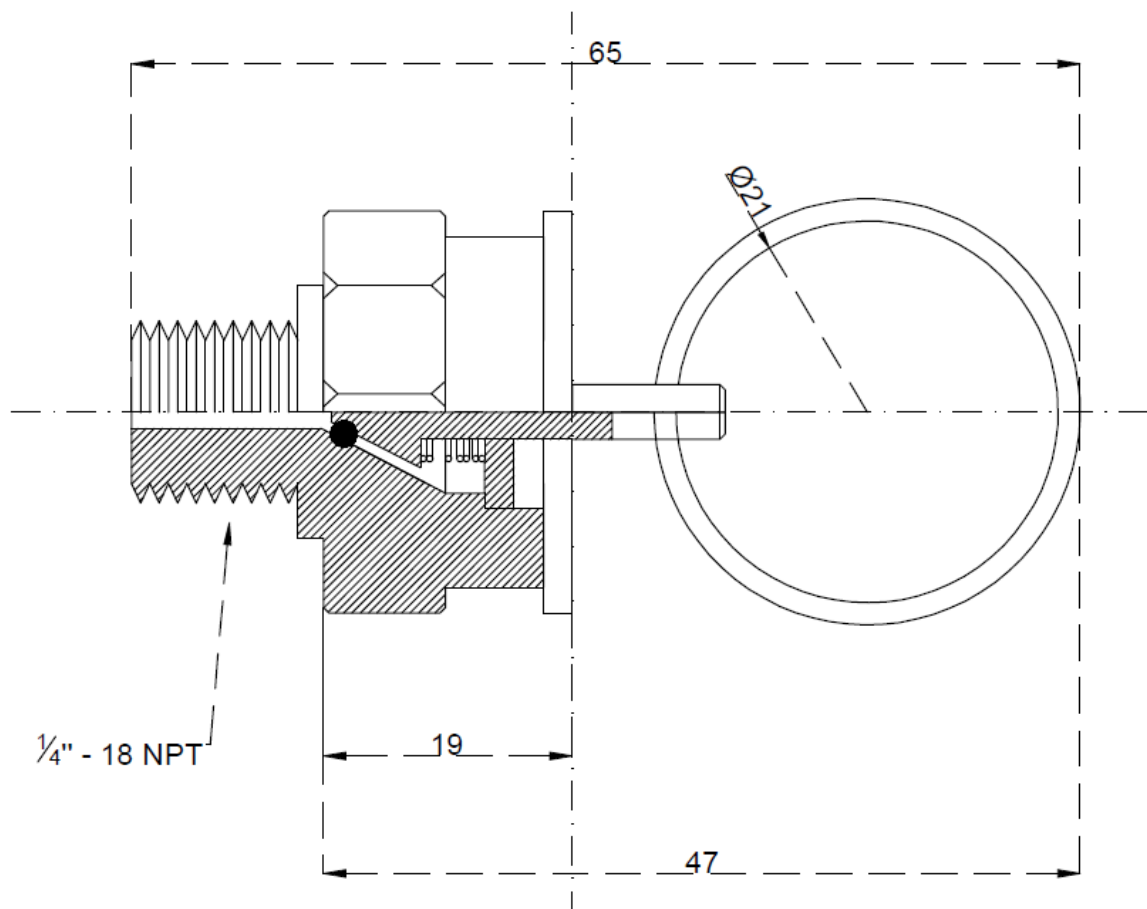
FUSÍVEL TIPO BAY-O-NET (BAIONETA)



	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 54 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

DESENHO 8 – VÁLVULA DE ALÍVIO DE PRESSÃO

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

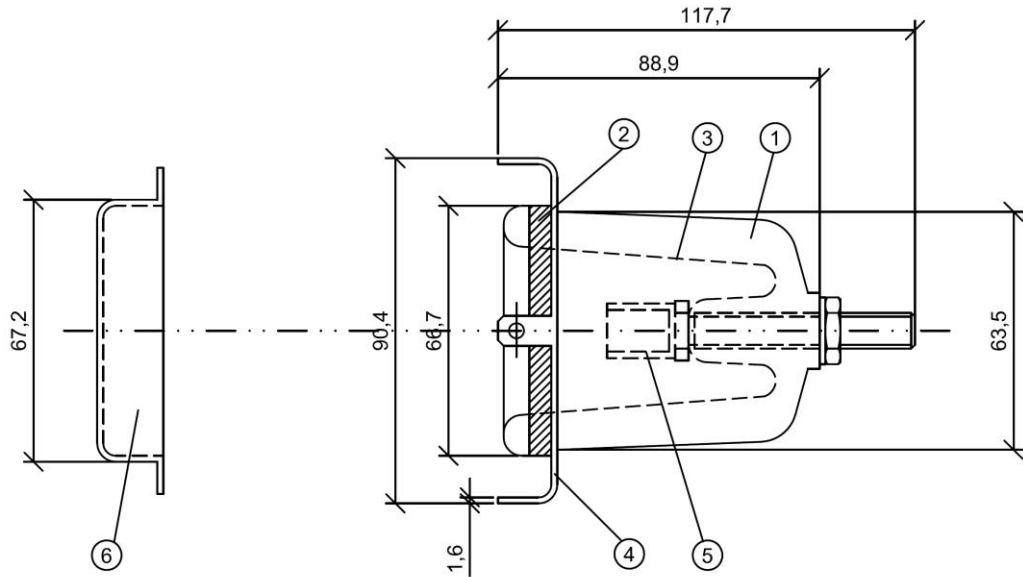
- Pressão de alívio de 69kPa \pm 20%;
- Pressão de vedação de 55,2kPa \pm 20%;
- Taxa de vazão de 9,91 x 10 cm³/min, a 103,5 kPa e a 21,1°C;
- Taxa de admissão de ar de 55,2 kPa \pm 20% a -55,2 kPa, igual a zero;
- Temperatura de operação de -29°C a 105°C;

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.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 55 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00


DESENHO 9 – BUCHA DE MT



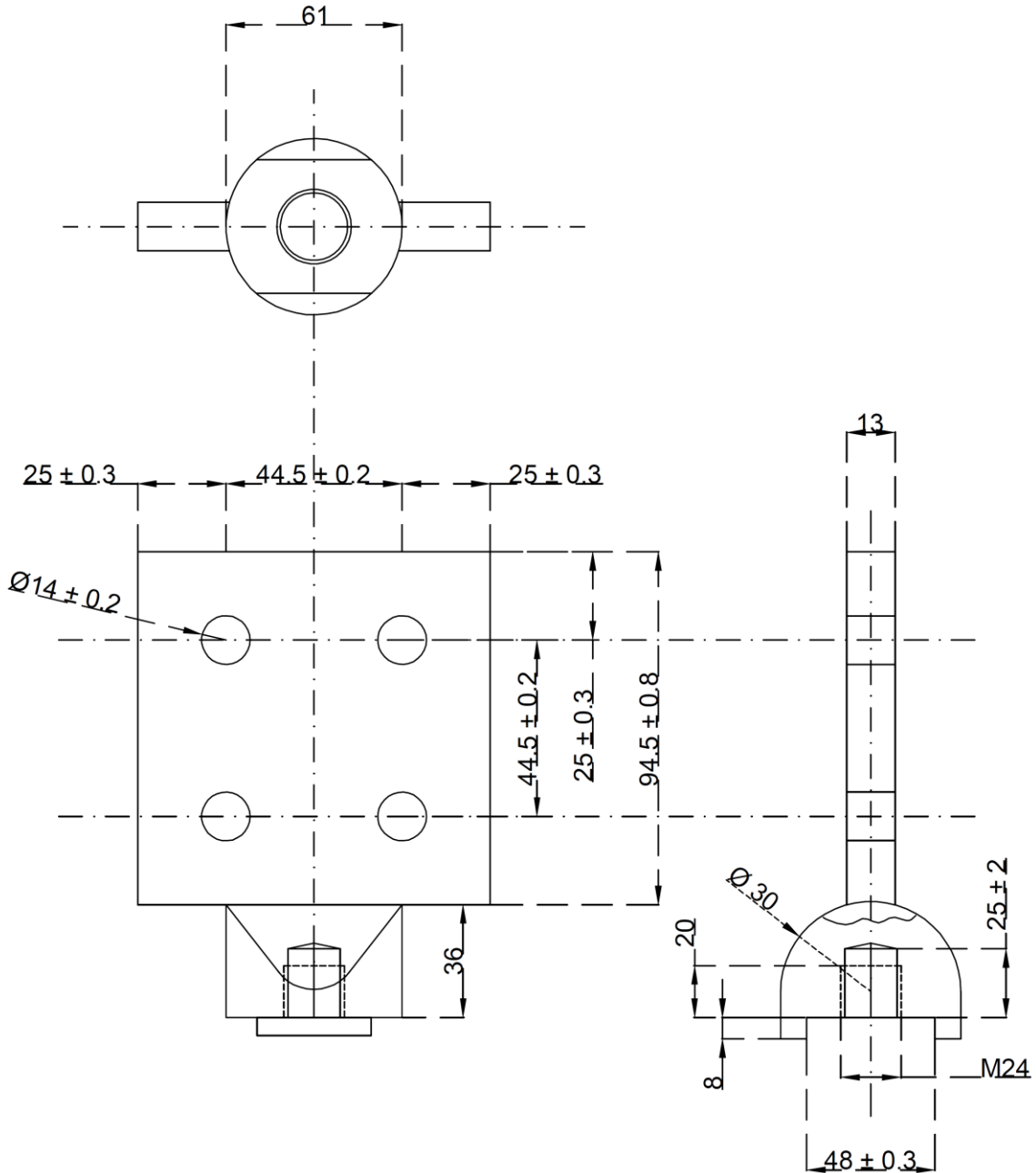
ÍTEM	DESCRIÇÃO
1	Semicondutora interna
2	Interface
3	Corpo em epoxi
4	Flange de aço inoxidável
5	Pino de conexão de cobre
6	Capa protetora

NOTAS:

- 1) Tensão nominal: 8,7/15 kV.
- 2) Corrente nominal: 200 A.
- 3) Operação sem carga.
- 4) Invólucro: polimérico.
- 6) Devem permitir a ligação de cabos de alumínio ou cobre.
- 7) A superfície externa deve ser marcada de forma legível e indelével, no mínimo, com as seguintes informações:
 - a) nome ou marca do fabricante;
 - b) tensão nominal V_0/V ;
 - c) corrente nominal;
 - d) número de série e identificação das peças componentes;
 - f) ano de fabricação.


	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 56 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

DESENHO 10 – TERMINAL DE BAIXA TENSÃO NEMA 4

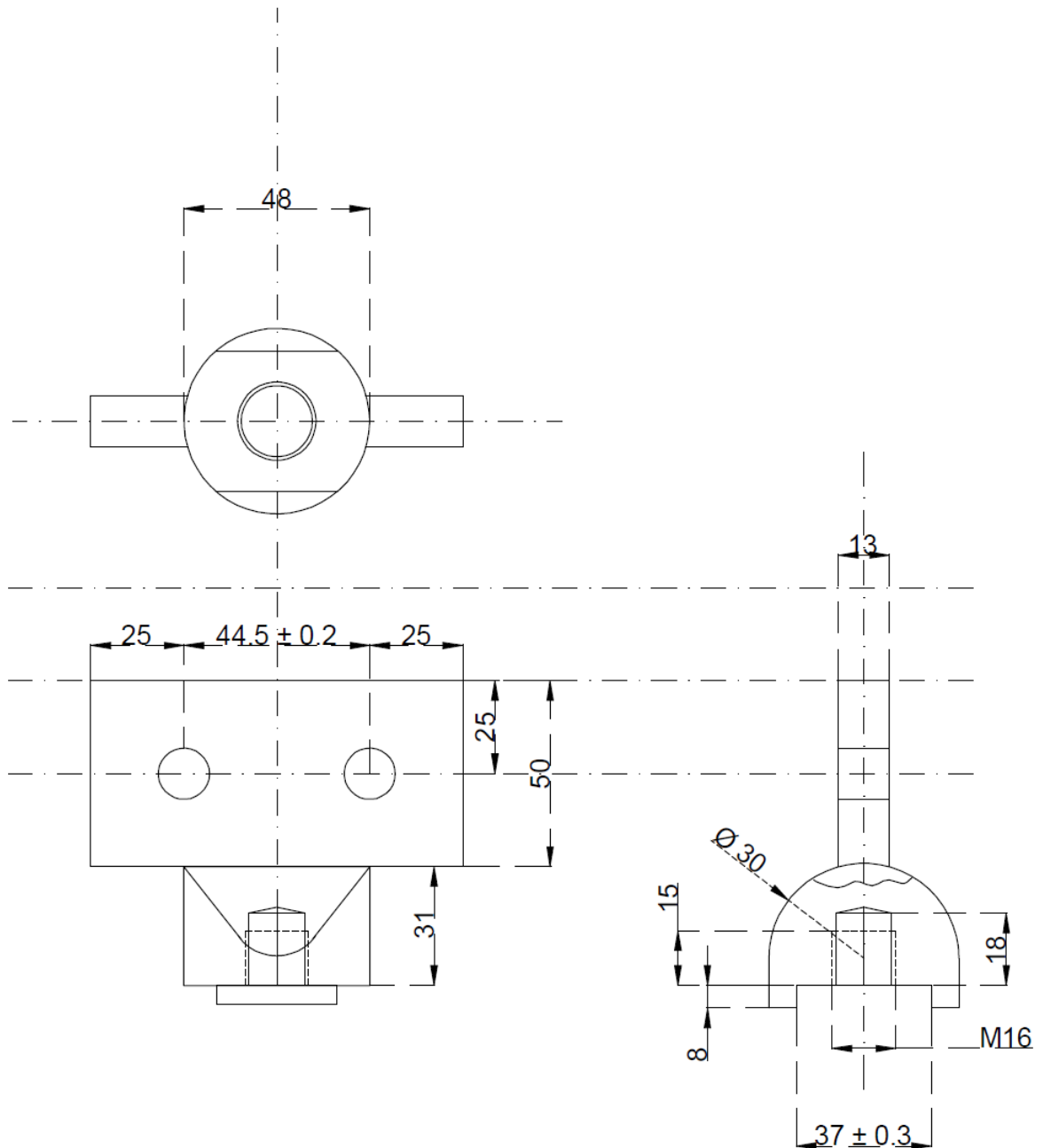


NOTAS:

- 1) Material: latão forjado;
- 2) Condutividade: mínimo 25% IACS a 25°C;
- 3) Proteção superficial: estanhado com camada mínima de 8 µm;
- 4) Rosca métrica, conforme ABNT NBR ISO 68-1;
- 5) Tolerância: em medidas sem indicação de tolerância admitir ± 1%.


	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 57 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

DESENHO 11 – TERMINAL DE BAIXA TENSÃO NEMA 2



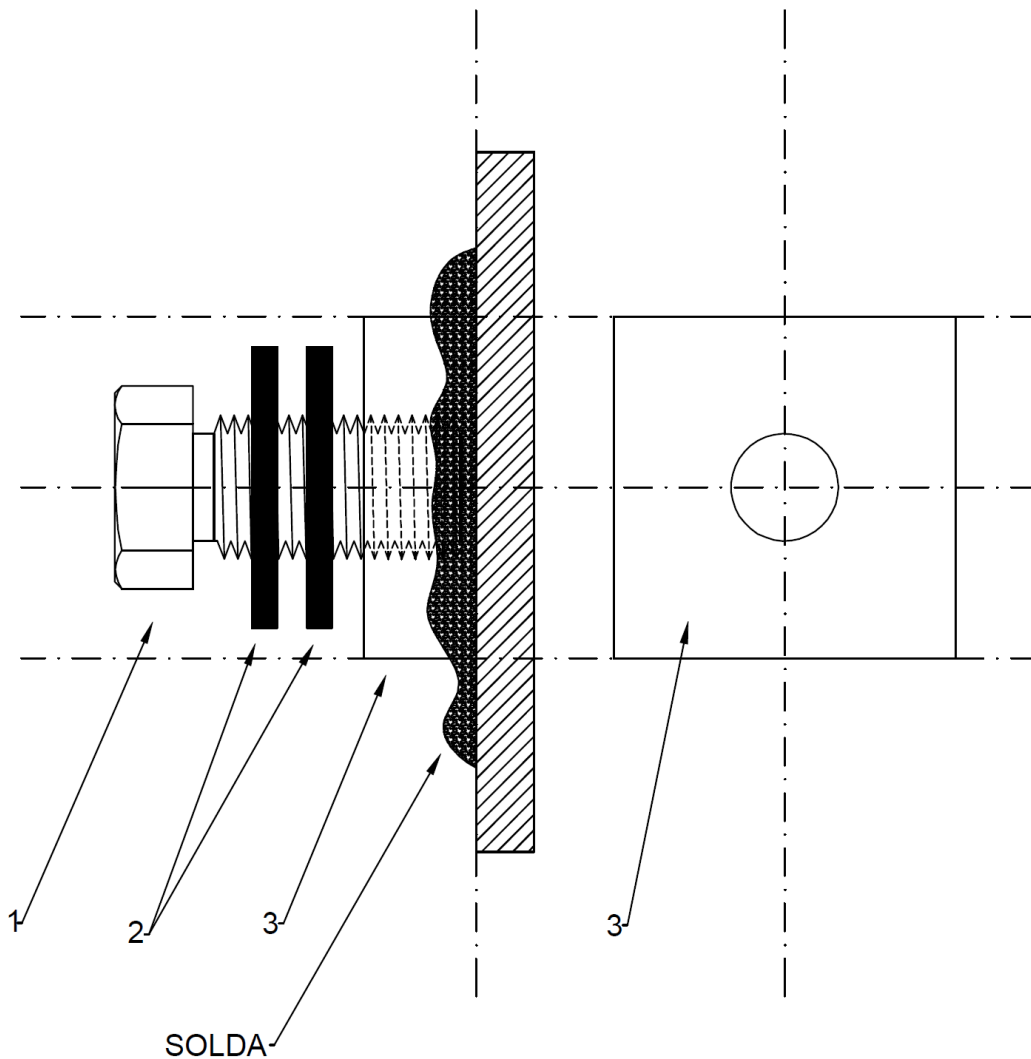
NOTAS:

- 1) Material: latão forjado;
- 2) Condutividade: mínimo 25% IACS a 25°C;
- 3) Proteção superficial: estanhado com camada mínima de 8 µm;
- 4) Rosca métrica, conforme ABNT NBR ISO 68-1;
- 5) Tolerância: em medidas sem indicação de tolerância admitir ± 1%.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 58 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00


DESENHO 12 – DISPOSITIVO DE ATERRAMENTO

DISPOSITIVO DE ATERRAMENTO

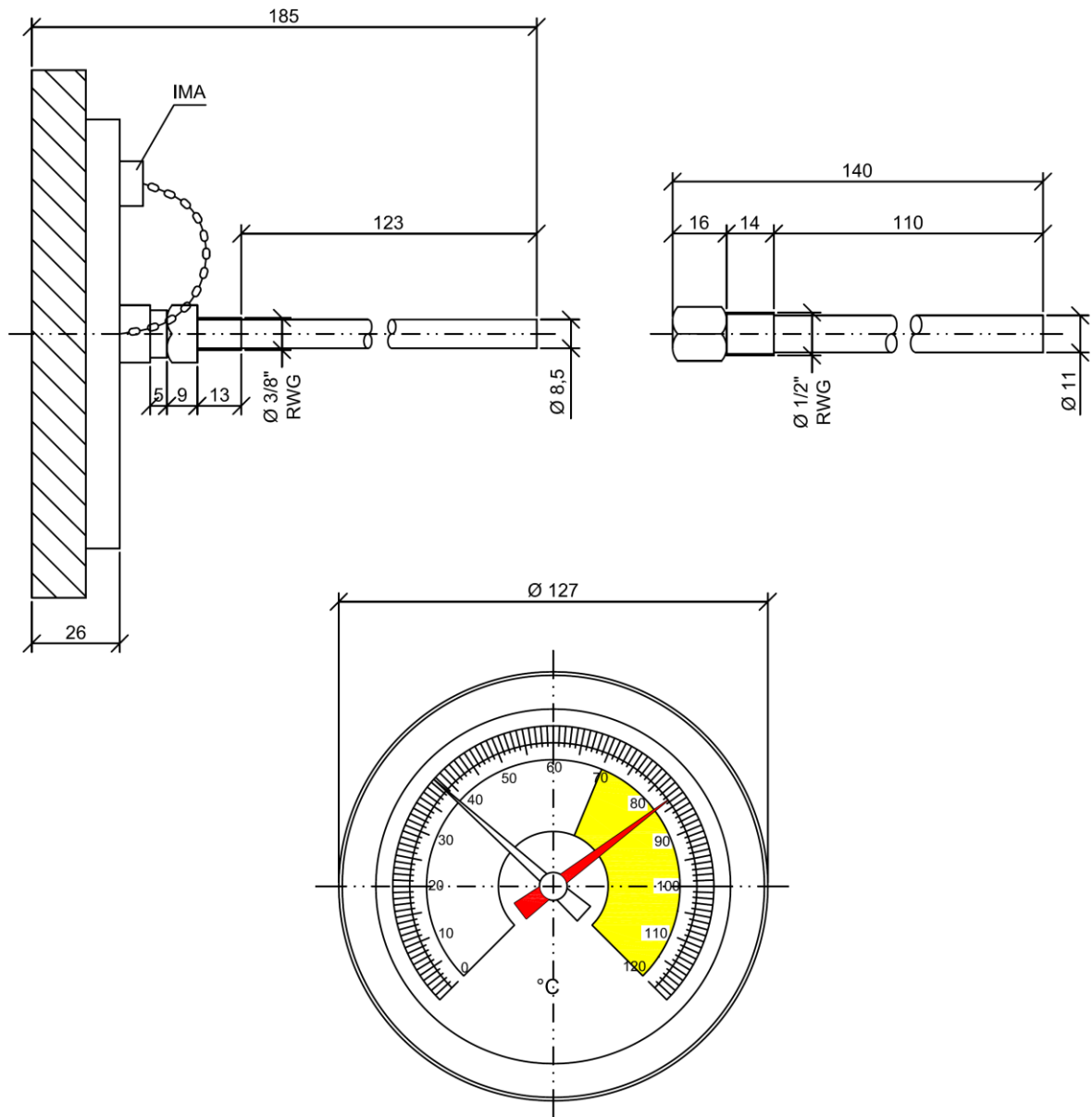


NOTAS:

- 1) Parafuso de cabeça sextavada M13 x 25 mm: aço inoxidável ou liga de cobre;
- 2) Arruela lisa: aço inoxidável ou liga de cobre;
- 3) Bloco: aço inoxidável;


	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 59 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

DESENHO 13 – 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;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 60 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

15 CÓDIGOS PADRONIZADOS DA CONCESSIONÁRIA

ITEM	CÓDIGO		DESCRIÇÃO
	CEMAR	CELPA	
1	102120000	--	TRAFO DT PED 3F 15KV 380/220V 75KVA OLE
2	102120001	--	TRAFO DT PED 3F 15KV 380/220V 112KVA OLE
3	102120002	--	TRAFO DT PED 3F 15KV 380/220V 150KVA OLE
4	102120003	--	TRAFO DT PED 3F 15KV 380/220V 225KVA OLE
5	102120004	--	TRAFO DT PED 3F 15KV 380/220V 300KVA OLE
6	--	102120005	TRAFO DT PED 3F 15KV 220/127V 75KVA OLE
7	--	102120006	TRAFO DT PED 3F 15KV 220/127V 112KVA OLE
8	--	102120007	TRAFO DT PED 3F 15KV 220/127V 150KVA OLE
9	--	102120008	TRAFO DT PED 3F 15KV 220/127V 225KVA OLE
10	--	102120009	TRAFO DT PED 3F 15KV 220/127V 300KVA OLE

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 16/07/2018	Página: 61 de 61
Título: Transformador Tipo Pedestal		Código: ET.017.EQTL-Normas e Padrões	Revisão: 00

16 CONTROLE DE REVISÕES

REV	DATA	ITEM	DESCRIÇÃO DA MODIFICAÇÃO	RESPONSÁVEL
00	31/08/2018	Todos	EMISSÃO INICIAL	Elton Amorim Chagas

17 APROVAÇÃO

ELABORADOR (ES) / REVISOR (ES)

Elton Amorim Chagas – Gerência Corporativa de Normas e Padrões

Gilberto Teixeira Carrera – Gerência Corporativa de Normas e Padrões

APROVADOR (ES)

Jorge Alberto Oliveira Tavares – Gerência de Normas e Padrões