

**SISTEMA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO****SUBSISTEMA NORMAS E ESTUDOS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO**

---

CÓDIGO	TÍTULO	FOLHA
E-313.0069	TRANSFORMADOR PEDESTAL PARA REDES DE DISTRIBUIÇÃO SUBTERRÂNEAS	1/40

---

**1. FINALIDADE**

Fixar as condições exigíveis para os transformadores de distribuição do tipo pedestal, trifásicos, imersos em líquido isolante vegetal, com resfriamento natural, com tensão máxima do equipamento de 24,2 kV para uso nas redes subterrâneas da Celesc Distribuição S.A. doravante denominada Celesc D.

Esta Especificação não se aplica a transformadores para uso interno em câmara pedestal de distribuição, que são objeto de outra normativa

**2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO**

Aplica-se aos fabricantes, fornecedores, projetistas, empreiteiras e demais órgãos da Celesc D para transformadores adquiridos pela Celesc D ou por particulares para posterior repasse à concessionária.

**3. ASPECTOS LEGAIS**

Os transformadores devem atender às exigências das normas:

- a) NBR 5356-1 – Transformadores de Potência. Parte 1: Generalidades;
- b) NBR 5356-2 – Transformadores de Potência. Parte 2: Aquecimento;
- c) NBR 5356-3 – Transformadores de Potência. Parte 3: Níveis de isolamento, ensaios dielétricos e espaçamentos externos no ar;
- d) NBR 5356-4 – Transformadores de Potência. Parte 4: Guia para ensaio de impulso



atmosférico e de manobra para transformadores e reatores;

- e) NBR 5356-5 – Transformadores de Potência. Parte 5: Capacidade de resistir a curtos-circuitos;
- f) ANSI/IEEE-STD386 – Separable Insulated Connector Systems for Power Distribution Systems above 600 V.

#### 4. CONCEITOS BÁSICOS

**Transformador Pedestal:** Transformador trifásico selado para utilização ao tempo, montado sobre uma base de concreto, com compartimentos blindados para conexão de cabos de média e de baixa tensão e proteção interna, doravante denominado apenas por transformador.

Os termos técnicos utilizados nesta Especificação estão de acordo com as normas NBR 5356-11, ABNT NBR 5356-1 e ABNT NBR 5458.

#### 5. DISPOSIÇÕES GERAIS

Esta Especificação poderá ser revista a qualquer tempo por razões de ordem técnica. Interessados devem consultar a Celesc D quanto a alterações que tenham sido efetuadas.

##### 5.1. Pré-Qualificação de Produto

Em processos licitatórios, apenas poderão concorrer ao certame proponentes que disponham **na data de publicação do edital** do Certificado de Homologação de Produto (CHP) de transformador pedestal.

##### 5.1.1. Processo de Homologação de Produto

O processo de homologação de produto deve ser conforme a Especificação E-313.0045 – Certificação de Homologação de Produto.

Deverão ser apresentados os ensaios de tipo de um protótipo ou de fornecimento para empresas do setor elétrico para as classes de tensão de 15 kV e 25 kV, potências de 500 kVA, com perdas iguais ou inferiores ao padrão Celesc.

Após o envio dos ensaios de tipo, deverá ser agendada uma visita à fábrica para avaliação

---

**PADRONIZAÇÃO**  
APRE

**APROVAÇÃO**  
RES. DDI Nº 172/2021 – 27/12/2021

**ELABORAÇÃO**  
Chefe da DVEN  
Eng<sup>o</sup> Guilherme M. T. Kobayashi  
Matrícula 15607

**VISTO**  
Chefe do DPEP  
Eng<sup>o</sup> André Leonardo König  
Matrícula 15920



industrial.

## 5.2. Características Gerais

O transformador deve ter enrolamentos primários ligados em Delta e os enrolamentos secundários ligados em Estrela, grupo de ligação Dyn1, em líquido isolante vegetal, resfriamento ONAN, com terminal de aterramento, com compartimentos blindados para conexão de cabos de média e de baixa tensão, e proteção interna.

O transformador deve ser próprio para instalação ao tempo, composto de 3 buchas primárias, montado sobre uma base de concreto e provido de elemento para suspensão quando for necessária manutenção.

## 5.3. Capacidade de resistir a curtos-circuitos

O transformador deve resistir aos esforços térmico e dinâmico devido a curtos-circuitos, quando ensaiado de acordo com a ABNT NBR 5356-5.

## 5.4. Condições de Carregamento

O transformador deve suportar os limites de carregamento indicados na NBR 5416. Os equipamentos auxiliares, tais como buchas, comutadores de derivações e outros, devem suportar sobrecargas correspondentes a até uma vez e meia a potência nominal do transformador.

### 5.4.1. Limites de Elevação de Temperatura

As elevações de temperatura dos enrolamentos, do óleo, das partes metálicas e outras partes do transformador, projetado para funcionamento nas condições normais, em todas as derivações, não devem exceder os limites especificados na seguinte Tabela:

---

**PADRONIZAÇÃO**

APRE

**APROVAÇÃO**

RES. DDI Nº 172/2021 – 27/12/2021

**ELABORAÇÃO**

Chefe da DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi

Matrícula 15607

**VISTO**

Chefe do DPEP

Engº André Leonardo König

Matrícula 15920

Tabela 1 – Limites de Elevação de Temperatura

Limites de elevação de temperatura				
Óleo (°C)	Enrolamento (°C)		Partes metálicas	
Vegetal	Média dos enrolamentos	PMQ	em contato com ou adjacente à isolação sólida	sem contato nem adjacente à isolação sólida
Topo - medida próxima à superfície do óleo	Método da variação da resistência			
50	55			
60	65 <sup>(1)</sup>	80	Não devem atingir temperaturas superiores à máxima especificada para o ponto mais quente da isolação adjacente ou em contato com esta.	A temperatura não deve atingir valores que venham a danificar estas partes, outras partes ou materiais adjacentes.
70	75 <sup>(1)</sup>	90		

Notas:

(1) No caso de transformadores com elevação de temperatura de 65°C ou mais, a isolação dos enrolamentos deve ser em papel termoestabilizado; o fornecedor deve comprovar a utilização de papel termoestabilizado na fabricação do transformador, apresentando no momento da inspeção o certificado do fornecedor do material.

#### 5.5. Classe Térmica dos Materiais Isolantes

Devem ser utilizados na fabricação materiais isolantes elétricos de, no mínimo, de classe térmica 120 (E), referenciada a Tabela 1 da Norma NBR IEC 60085.

#### 5.6. Características Elétricas

O transformador deve ter as seguintes características elétricas:

**PADRONIZAÇÃO**

APRE

**APROVAÇÃO**

RES. DDI Nº 172/2021 – 27/12/2021

**ELABORAÇÃO**

Chefe da DVEN

Eng<sup>o</sup> Guilherme M. T. Kobayashi

Matrícula 15607

**VISTO**

Chefe do DPEP

Eng<sup>o</sup> André Leonardo König

Matrícula 15920



Tabela 2 – Características Elétricas

Item	Tensão Max. de Operação (kV) eficaz	Potência (kVA)	Corrente de Excitação Máxima (%)	Perdas em Vazio Máximas (W)	Perdas Totais Máximas (W)	Impedância de Curto Circuito na temp.de referência (%)	Relação de Tensão		Código Celesc
							Primária (Derivações) (V)	Secundária (V)	
1	15	75	2,7	255	1260	3,5	13.800 13.200 12.600	380/220	24459
2		150	2,3	420	2110	3,5			20225
3		300	1,9	700	3670	4,5			33032
4		500	1,6	1175	6000	5,0			33033
5	24,2	75	3,2	270	1345	4,0	23.100 22.000 20.900	380/220	33036
6		150	2,6	450	2250	4,0			33038
7		300	2,1	735	3845	5,0			18291
8		500	1,8	1285	6200	5,0			22525

### 5.7. Níveis de Isolamento

O transformador deve ter níveis de isolamento conforme abaixo:

Tabela 3 – Níveis de Isolamento

Tensão máxima de operação (kv eficaz)	Nível de Isolamento		Espaçamento mínimo no ar (mm)	
	Tensão suportável nominal à frequência industrial 1 minuto (kV eficaz)	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico (kV crista)	Espaçamento mínimo no ar (mm)	
			Fase-Terra	Fase-Fase
1,2	10	30	25	25
15	34	110	140	140
24,2	50	150	230	230

### 5.8. Derivações

Os enrolamentos de alta tensão devem ter 3 derivações 13.800-13200-12600 V para transformador com tensão máxima de 15 kV e 23100-22000-20900 V para a tensão máxima de 24,2 kV. O transformador deve sair de fábrica ligado na derivação principal, que é a que corresponde à de tensão mais elevada. A potência nominal deve ser garantida em todas as

**PADRONIZAÇÃO**

APRE

**APROVAÇÃO**

RES. DDI Nº 172/2021 – 27/12/2021

**ELABORAÇÃO**

Chefe da DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi  
Matrícula 15607

**VISTO**

Chefe do DPEP

Engº André Leonardo König  
Matrícula 15920



derivações.

No comutador de derivações, a indicação das posições deve ser feita com caracteres gravados em baixo relevo e pintados com tinta indelével branca.

#### 5.9. Nível de Ruído

Os níveis de ruído produzidos por transformadores ensaiados de acordo com a NBR 5356-1 não devem exceder os níveis especificados abaixo:

Tabela 4 – Níveis de Ruído

Potência nominal do transformador (kVA)	Nível médio de ruído (dB)
75	51
150	55
300	55
500	56

#### 5.10. Nível de Tensão de Rádio Interferência

O transformador deve ser submetido ao ensaio de tensão de rádio interferência conforme 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:

Tabela 5 – Tensão de Rádio Interferência (TRI) Máxima

Tensão máxima do transformador (kV eficaz)	Tensão aplicada no primário para verificação da TRI (V)	TRI máxima $\mu V$
15	13.800	250
24,2	23.100	650



### 5.11. Proteção do Transformador

Os enrolamentos devem ser fornecidos com dispositivos de proteção contra sobrecorrentes instalados internamente com fusíveis de expulsão tipo *dual element* em baionetas e fusíveis limitadores de corrente imersos em óleo.

O segundo fusível, de alta capacidade de interrupção, deve ser montado internamente sem acesso externo, destinado a cobrir a faixa de altas correntes provocadas por defeito interno do transformador.

Tabela 6 – Proteção dos Transformadores Pedestais

Potência Nominal do Transformador (kVA)	Curvas			
	13,8kV		23,1kV	
	Fusível de expulsão - <i>Dual Element</i>	Fusível limitador de corrente	Fusível de expulsão - <i>Dual Element</i>	Fusível limitador de corrente
75	C03 - 5A	30A	C03 - 5A	30A
150	C05 - 8A	30A	C04 - 6A	30A
300	C07 - 15A	50A	C06 - 12A	40A
500	C09 - 25A	80A	C08- 15A (*)	65A

\**Dual Sensing*

Notas:

1 – Os fusíveis de expulsão devem ser do tipo *Dual Element*. Apenas os indicados com \* devem ser do tipo *Dual Sensing*.

2 – O fabricante poderá utilizar outros fusíveis, apresentando a curva de coordenação e justificativa técnica.

3 – Em manutenções dos transformadores pedestais deverão ser utilizados os fusíveis especificados na placa de identificação.

### 5.12. Óleo Isolante

O líquido isolante vegetal, antes do contato com o equipamento, deve ser livre de umidade e impurezas para garantir o seu poder dielétrico e a Norma ABNT NBR 15.422 (Tabela 1).

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 172/2021 – 27/12/2021

ELABORAÇÃO

Chefe da DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi

Matrícula 15607

VISTO

Chefe do DPEP

Engº André Leonardo König

Matrícula 15920



O óleo deve ser isento de PCB, com comprovação de isenção mediante ensaio ou laudo emitido por seu fabricante, que deve ser apresentado ao inspetor da Celesc D por ocasião dos ensaios de recebimento.

Após contato com o equipamento, o óleo isolante deve atender os valores abaixo:

Tabela 7 – Características do Óleo Isolante após Contato com Equipamento

Características do óleo	Unidade	VEGETAL		
		ASTM	ABNT NBR	Valor
Tensão interfacial	mN/m	-	-	não aplicável
Teor de água	mg/kg <sup>1</sup>	D 1533	10710	≤ 200
Rigidez dielétrica (eletrodo de calota)	kV	-	IEC 60156	≥ 60
Fator de perdas dielétricas ou fator de dissipação a 25°C	%	D 924	12133	≤ 0,5
Fator de perdas dielétricas ou fator de dissipação a 100°C	%	D 924	12133	≤ 8
Índice de neutralização	mgKOH/g	D 974	14248	≤ 0,06
Ponto de combustão	°C	D 92	11341	≥ 300
Teor de bifenilas policloradas (PCB)	mg/kg <sup>1</sup>	-	13882	não detectado

Nota: a unidade mg/kg equivale a PPM.

### 5.13. Buchas Primárias

O transformador pedestal deve possuir 3 buchas primárias. As buchas, montadas, devem ser capazes de suportar os ensaios dielétricos a que são submetidos os transformadores. As buchas usadas devem ter nível de isolamento de valor igual ou superior ao nível de isolamento dos enrolamentos a que estão ligadas.

As buchas primárias devem ser próprias para o uso de para-raios e acessórios desconectáveis tipo cotovelo, conforme ANSI 386 e serem do tipo poço (cavidade) em epóxi, com buchas de inserção do tipo *loadbreak* classe 25 kV e devem atender as dimensões de interface da Norma ANSI 386.

Também deverão ser fornecidos 3 Receptáculos Isolantes Blindados – RIB, classe 25 kV, com

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 172/2021 – 27/12/2021

ELABORAÇÃO

Chefe da DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi

Matrícula 15607

VISTO

Chefe do DPEP

Engº André Leonardo König

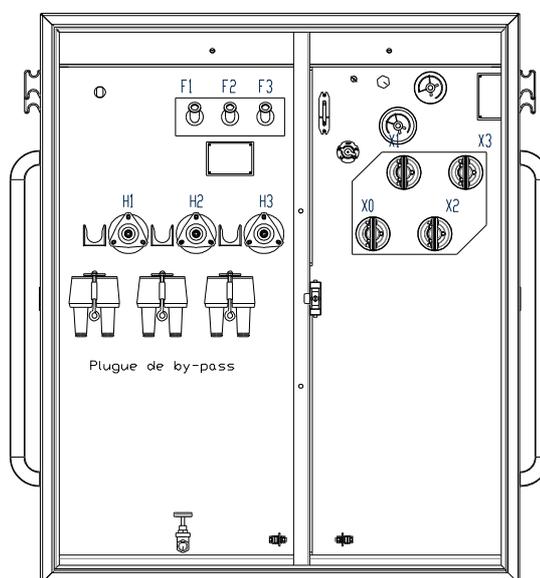
Matrícula 15920

dispositivos de fixação instalados nas 3 buchas. Os Plugues de Inserção Simples (PIS) deverão ser do tipo *loadbreak*, 200 A, classe 25 kV, conforme ANSI 386.

Ao lado das buchas devem ser instalados 3 descansos para Plugue de *by-pass*, Plugue Isolante Blindado (PIB) ou Plugue de Aterramento – PAT, conforme desenho abaixo.

As dimensões internas deverão garantir as distâncias mínimas de segurança e devem ser adequadas para a instalação de Plugue de Inserção Simples – PIS ou Plugue de Inserção Duplo – PID com os TDCs e para-raios do tipo desconectável, Plugue de *by-pass*, Plugue de Aterramento – PAT ou Plugue Isolante Blindado – PIB, no descanso, operação com vara de manobra.

Figura 1 – Instalação do Plugue de *by-pass* no suporte de descanso.



#### 5.14. Buchas Secundárias

As buchas secundárias devem ser especificadas conforme a NBR 16856.

##### 5.14.1. Acessórios e Características Dimensionais

O transformador deve ser fornecido com as medidas e acessórios da Figura abaixo:

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 172/2021 – 27/12/2021

ELABORAÇÃO

Chefe da DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi

Matrícula 15607

VISTO

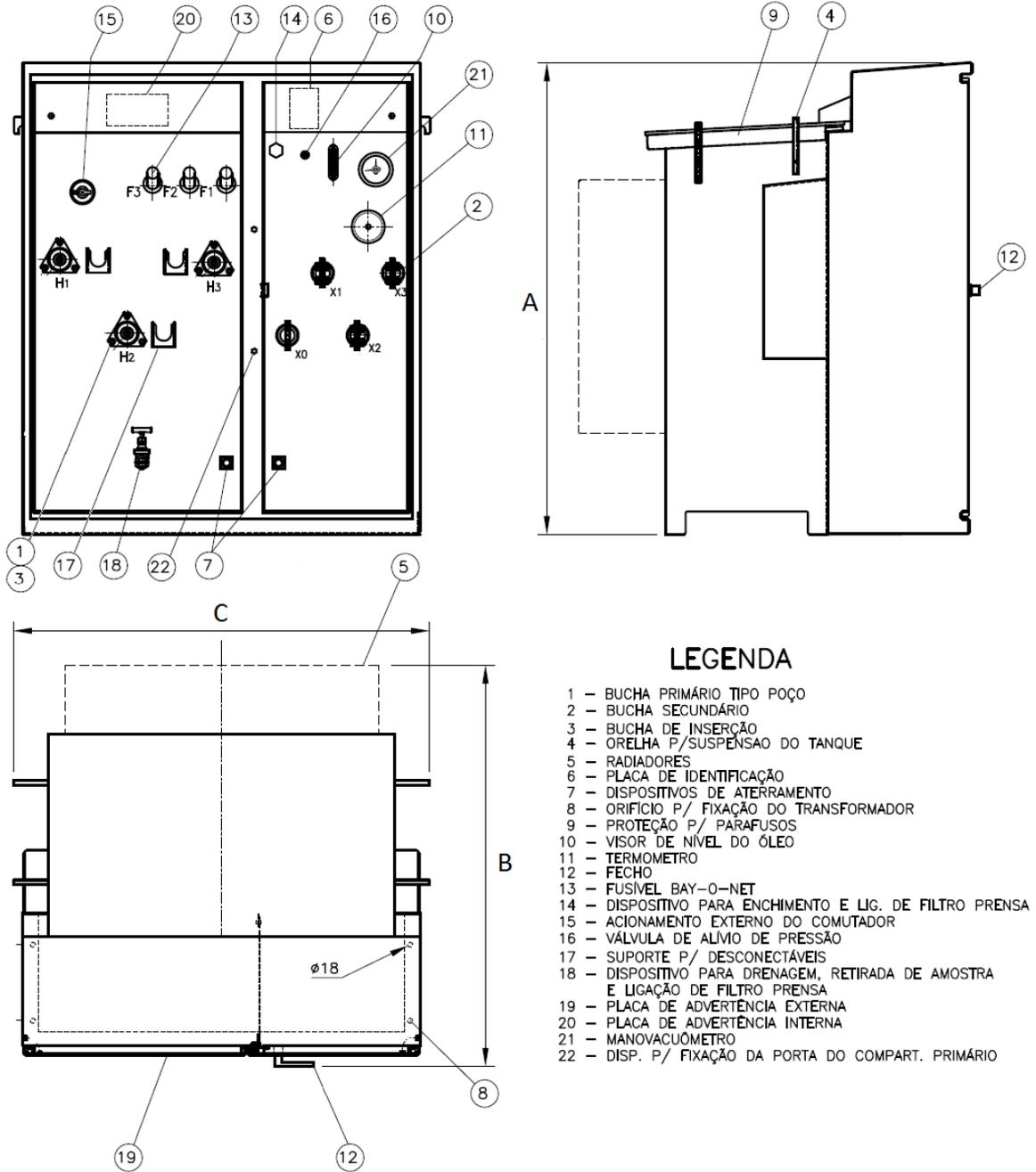
Chefe do DPEP

Engº André Leonardo König

Matrícula 15920



Figura 2 – Acessórios e Dimensões



Tensão Nominal (kV)	Potência (kVA)	Dimensões (mm)		
		A máx	B máx	C máx
13,8 ou 23,1	75	1500	1250	1350
	150	1650	1300	1400
	300	1800	1350	1550
	500	1950	1450	1800



#### 5.15. Meios de Aterramento do Tanque

Os transformadores devem ter, na parte exterior do tanque, sempre que possível perto do fundo, dois terminais de material não ferroso ou inoxidável que permita fácil ligação à terra, um no compartimento de alta tensão e outro no compartimento de baixa tensão.

#### 5.16. Marcação dos Enrolamentos e Terminais

Os terminais dos enrolamentos e as respectivas ligações devem ser claramente identificados por meio de marcação constituída por algarismos e letras, as quais devem ser fielmente reproduzidas no diagrama de ligações. A marcação no compartimento de AT deve ser feita com tinta branca, resistente à umidade e sujeira, com altura dos caracteres de 30 mm.

Os terminais dos diversos enrolamentos devem ser marcados com as letras maiúsculas H e X. A letra H é reservada ao enrolamento de alta tensão e a X ao enrolamento de baixa tensão.

Tais letras devem ser acompanhadas por números 0, 1, 2, 3, para indicar, o primeiro deles, o terminal de neutro e, os outros, os das diversas fases e derivações.

#### 5.17. Válvula de Alívio de Pressão

O transformador deve ser equipado com um dispositivo de alívio de pressão interna, com os seguintes requisitos mínimos:

- a) pressão de alívio de 69 kPa (0,70 kgf/cm<sup>2</sup>)  $\pm$  20%;
- b) pressão de selamento mínima de 41,4 kPa (0,42 kgf/cm<sup>2</sup>);
- c) taxa de vazão de  $9,91 \times 10^5$  cm<sup>3</sup>/min (35 pés cúbicos por minuto), a 103,5 kPa (1,06 kgf/cm<sup>2</sup>) e a 21,1°C;
- d) taxa de admissão de ar na faixa de 41,4 kPa (0,42 kgf/cm<sup>2</sup>) a 55,2 kPa (0,56 kgf/cm<sup>2</sup>) igual a zero;
- e) temperatura de operação de -29°C a +105°C (no mínimo, deve atender aos limites de temperatura).

Além disso, o dispositivo também deve possuir as seguintes características:

PADRONIZAÇÃO  
APRE

APROVAÇÃO  
RES. DDI Nº 172/2021 – 27/12/2021

ELABORAÇÃO  
Chefe da DVEN  
Eng<sup>o</sup> Guilherme M. T. Kobayashi  
Matrícula 15607

VISTO  
Chefe do DPEP  
Eng<sup>o</sup> André Leonardo König  
Matrícula 15920

- a) orifício de admissão de 1/4 pol (6,4 mm) – 18 NPT;
- b) corpo hexagonal de latão de 16 mm, dimensionado para suportar uma força longitudinal de 45 kgf;
- c) disco externo de vedação para impedir, de forma permanente, a entrada de poeira, umidade e insetos, devendo ser de material não oxidável, com resistência mecânica suficiente para não sofrer deformação por manuseio;
- d) anel externo de material não oxidável, com diâmetro interno mínimo de 21 mm, para acionamento manual, dimensionado para suportar uma força mínima de puxamento de 11 kgf, sem deformação;
- e) anéis de vedação e gaxetas internas compatíveis com a classe de temperatura do material isolante do transformador;
- f) partes externas resistentes à umidade e à corrosão.

#### 5.18. Termômetro Tipo Mostrador para Óleo Isolante

O transformador deve ser provido de termômetro tipo submersível, para indicar a temperatura próxima à superfície do líquido isolante.

O termômetro deve estar na parte superior do transformador, visível e possuir as seguintes características:

- a) um ponteiro para indicar a temperatura instantânea do óleo e um ponteiro de arraste para indicar a temperatura máxima atingida num determinado período;
- b) dispositivo de acesso externo para retorno do ponteiro de arraste;
- c) escala graduada de 0 a 120°C, em intervalos de, no máximo 5°C, com erro máximo de mais ou menos 3°C;
- d) mostrador com diâmetro mínimo de 100 mm, com inscrições indeléveis sob calor e umidade;
- e) meios que possibilitem a aferição e calibração do instrumento por comparação com



termômetro de precisão;

- f) tubo capilar protegido contra corrosão, abrasão e choques mecânicos através de armadura metálica flexível.

#### 5.19. Manovacuômetro

O transformador deve ser provido de um manovacuômetro do tipo submersível com as seguintes características:

- a) mostrador com diâmetro mínimo de 100 mm, com inscrições indeléveis sob calor e umidade;
- b) escala de -1 a 1 kg/cm<sup>2</sup>, graduada em intervalos de, no máximo, 0,02 kg/cm<sup>2</sup>;
- c) ponteiro de arraste para indicação da pressão máxima;
- d) imã para possibilitar retorno do ponteiro de arraste.

#### 5.20. Enrolamentos e Materiais

Os enrolamentos de alta tensão devem ser construídos de fios de alumínio ou cobre e os de baixa tensão em fios de cobre ou de chapas de cobre ou alumínio. Os enrolamentos e isolamentos devem ser projetados e construídos de forma a resistirem, sem danos, em quaisquer condições de carga e tensão, a todos os esforços mecânicos, efeitos térmicos e solicitações dielétricas, aos quais estão sujeitos durante a operação do transformador.

As juntas de vedação devem ser de elastômero compatível com o óleo isolante.

Os demais materiais devem estar de acordo com a NBR 9369 e suas normas complementares.

#### 5.21. Tanque

A espessura das chapas deve atender as normas específicas e requisitos próprios de projeto. No entanto, o fabricante deverá garantir as seguintes espessuras mínimas listadas abaixo:

- a) tampa e fundo: 6,35 mm;



- b) laterais: 4,76 mm;
- c) compartimentos: 2,65 mm;
- d) radiadores: 1,2 mm.

#### 5.22. Compartimentos

O transformador deve possuir 2 compartimentos devidamente protegidos onde devem ser instalados os acessórios e buchas de ligação.

A divisória dos compartimentos de baixa e alta tensão deve ser do tipo removível e projetada de maneira que impeça a sua queda após a retirada dos parafusos de fixação.

Entre os compartimentos não poderão haver travessas que dificultem a passagem e a instalação de cabos, permitindo, após a retirada da divisória dos compartimentos, que o acesso aos compartimentos fique totalmente livre (uma janela única).

#### 5.23. Armários e Portas

O transformador deverá ser provido de armários de baixa e alta tensão, sendo este acessível apenas quando o de baixa estiver aberto, o qual deverá ter fechadura na porta.

As portas devem 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 alta tensão, deve haver um compartimento para reserva de fusíveis. Desta forma, juntamente com o transformador, deverão ser enviados 3 fusíveis reserva que 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 fechada.

#### 5.24. Parafusos, Porcas, Dobradiças e Acessórios de Aplicação Externa

Todos os parafusos, porcas, contraporcas, arruelas, dobradiças e demais acessórios de aplicação externa, devem ser fornecidos em material não ferroso como aço inox, bronze-silício etc. ou em

aço galvanizado a quente, conforme a Norma ABNT NBR 6323, 7414 e/ou ASTM.

#### 5.25. Placa de Proteção

No lado do compartimento de baixa tensão, deverá haver uma placa de proteção de material policarbonato transparente a ser localizada entre as buchas de baixa tensão e a porta externa.

As placas de proteção devem garantir o grau de proteção mínimo IP 40, conforme a NBR IEC 60529 – Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (códigos IP).

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.

#### 5.26. Placas de Advertência

Deverão ser fornecidas duas placas de advertência, conforme modelos abaixo.

Deverão ser de aço inoxidável, espessura 0,5 mm, e fixação na porta frontal lado externo e a outra no lado interno próximo aos fusíveis bay-o-net.

Figura 3 – Placa de Advertência Interna

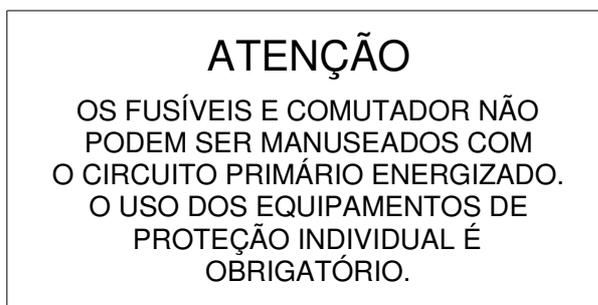


Figura 4 – Placa de Advertência Externa





## 5.27. Plano de Proteção Anticorrosiva

### 5.27.1. Acabamento do Tanque

O tanque não deve apresentar impurezas superficiais.

As superfícies internas do tanque devem receber um tratamento que lhes confira uma proteção eficiente contra a corrosão e o material utilizado não deve afetar nem ser afetado pelo óleo.

### 5.27.2. Preparação das Superfícies

Antes de receber a proteção por pintura, a superfície metálica dos tanques dos transformadores deve ser preparada como segue:

- a) remoção mecânica de respingos de solda, carepas, rebarbas e irregularidades superficiais por meio de rebolos, poltrizes, pistolas de agulhas ou outros meios necessários;
- b) jateamento abrasivo com gralha de aço ao metal branco, padrão Sa3 (Norma Sueca SIS 05 5900), para remoção de crostas, carepas de laminação, oxidação superficial, escória das soldas etc.

### 5.27.3. Pintura

A pintura deverá ser efetuada somente quando estiverem atendidas as condições técnicas adequadas tanto da preparação da superfície como do tipo de tinta a ser aplicada.

As tintas e solventes utilizados devem ser provenientes de fornecedores de comprovada idoneidade técnica e com qualidade assegurada de testes de laboratório e campo.

### 5.27.4. Superfícies Internas

As superfícies internas, em contato com o óleo, devem ser pintadas com tinta à base de epóxi poliamina bicomponente, resistente ao óleo isolante aquecido, na cor branca notação Munsell N 9,5 com espessura seca mínima de 60 micrometros.

---

**PADRONIZAÇÃO**

APRE

**APROVAÇÃO**

RES. DDI Nº 172/2021 – 27/12/2021

**ELABORAÇÃO**

Chefe da DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi

Matrícula 15607

**VISTO**

Chefe do DPEP

Engº André Leonardo König

Matrícula 15920



### 5.27.5. Superfícies Externas

As superfícies externas devem ser pintadas com um esquema de pintura, resistente a intempérie, formado de acordo com o seguinte:

- a) *primer* anticorrosivo: aplicação de sucessivas demãos de *primer* bicomponente à base de epóxi rico em zinco, com no mínimo 80% de zinco na película seca. A espessura mínima da película seca é de 80 micrometros;
- b) *primer* intermediário: aplicação de sucessivas demãos de *primer* bicomponente à base de epóxi de óxido de ferro micáceo, compatível com o *primer* anticorrosivo aplicado, com espessura mínima da película seca de 70 micrometros;
- c) acabamento: aplicação de sucessivas demãos de tinta de acabamento em poliuretano acrílico alifático de alta espessura, bicomponente e de alto sólidos por volume. A espessura mínima da película seca é de 60 micrometros.

Esse esquema de pintura externa deve apresentar uma espessura mínima de película seca de 210 micrometros. A tinta de acabamento deverá ser semibrilhante, na cor verde, notação Munsell 2,5G 3/4.

As superfícies externas devem suportar os ensaios prescritos no inciso **Erro! Fonte de referência não encontrada..** desta Especificação.

Outros esquemas de pinturas equivalentes ou superiores propostos pelo fabricante podem ser aceitos desde que suportem os ensaios prescritos no inciso **Erro! Fonte de referência não encontrada..**, tendo a aprovação prévia da Celesc D.

Devem ser pintados na parte externa do tanque dos transformadores, no sentido horizontal, de forma a ser facilmente visível, o primeiro algarismo da classe de tensão e 3 algarismos, indicando sua potência. Esses algarismos devem ter cor preta, com tamanho de 60 x 50 mm.

Deve ser pintado na parte externo do tanque, no sentido vertical, o número de equipamento (fornecido pelo Departamento de Suprimentos da Celesc D).

### 5.28. Placa de Identificação

O transformador deve ser provido de uma placa de identificação em aço inoxidável, espessura mínima de 1,0 mm e tamanho A5 ou A6. A placa deve ser fixada com rebites de material resistente à corrosão, em um suporte com base que impeça a sua deformação, soldado ao

---

**PADRONIZAÇÃO**

APRE

**APROVAÇÃO**

RES. DDI Nº 172/2021 – 27/12/2021

**ELABORAÇÃO**

Chefe da DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi

Matrícula 15607

**VISTO**

Chefe do DPEP

Engº André Leonardo König

Matrícula 15920



tanque, na parte externa do transformador.

Todas as instruções, dizeres e marcações devem ser escritos em português. A placa de identificação deve conter indelevelmente marcadas, no mínimo, as seguintes informações:

Tabela 8 – Placa de Identificação

Item	Dados da Placa de Identificação	Unidade	Valor
1	TRANSFORMADOR DO TIPO PEDESTAL		
2	Designação e data da norma brasileira		
3	Nome do Fabricante e local de fabricação		
4	Número de série de fabricação		
5	Data de fabricação		
6	Tipo (segundo especificação do fabricante)		
7	Número de fases		
9	Limite de elevação de temperatura dos enrolamentos	°C	
10	Classe Térmica do Materiais Isolantes		
11	Potência nominal	kVA	
12	Frequência Nominal	Hz	
13	Diagrama Fasorial		
14	Diagrama de ligações, contendo as tensões nominais e de derivações e respectivas correntes <sup>(1)</sup>		
15	Níveis de isolamento, para todos os enrolamentos (classe de tensão, tensão suportável aplicada e nível de impulso)	kV	
16	Corrente Nominal dos fusíveis de AT e BT		
17	Impedância de curto-circuito <sup>(2)</sup>	%	
18	Tipo de óleo e volume	l	
19	Massa total	kg	
20	Material dos enrolamentos AT/BT		
21	Número do Pedido de Compra/Item		
22	Código do Material da Celesc D		
23	Número de equipamento da Celesc D		
24	Perdas em vazio	W	
25	Perdas totais	W	

**PADRONIZAÇÃO**

APRE

**APROVAÇÃO**

RES. DDI Nº 172/2021 – 27/12/2021

**ELABORAÇÃO**

Chefe da DVEN

Eng<sup>o</sup> Guilherme M. T. Kobayashi

Matrícula 15607

**VISTO**

Chefe do DPEP

Eng<sup>o</sup> André Leonardo König

Matrícula 15920



26	Número do livro de instruções		
27	Logotipo e Nome “Celesc D”		
28	Informações em código 2D (QR Code) do equipamento, padrão Celesc D, conforme documento anexo ao edital		

<sup>(1)</sup> O diagrama de ligações deve ser constituído de um esquema dos enrolamentos, mostrando as ligações permanentes, bem como todas as derivações e terminais, com os números ou letras indicativas. Deve conter, também, uma tabela mostrando, separadamente, as ligações dos diversos enrolamentos, com a disposição e identificação de todas as buchas, bem como a posição do comutador para a tensão nominal e as tensões de derivação

<sup>(2)</sup> A impedância de curto-circuito deve ser indicada para a derivação principal, referida à temperatura de referência.

#### 5.29. Garantia

O fornecedor é responsável por qualquer falha ou defeito que venha a ocorrer no transformador no período de **24 meses** a contar da data de emissão da nota fiscal.

O fornecedor se obriga no prazo máximo de 60 dias após o recebimento a executar os reparos ou substituir o transformador defeituoso às suas expensas, responsabilizando-se pelos custos decorrentes de material, mão de obra e transporte.

Nesse caso, o prazo de garantia deve ser estendido para um novo prazo de mais 24 meses, abrangendo todas as unidades do lote.

O veículo utilizado para retirada dos transformadores deve estar devidamente equipado para sua carga e descarga.

#### 5.30. Desenhos

Independentemente de os ter apresentados no processo licitatório, após a assinatura do Contrato de Compra e antes do início da fabricação, devem ser submetidos para aprovação da Celesc D os desenhos de projeto em formato de mídia eletrônica dwg e/ou pdf.

A falta de entrega dos desenhos solicitados implicará a não aceitação dos equipamentos no ato da inspeção.

---

**PADRONIZAÇÃO**

APRE

**APROVAÇÃO**

RES. DDI Nº 172/2021 – 27/12/2021

**ELABORAÇÃO**

Chefe da DVEN

Eng<sup>o</sup> Guilherme M. T. Kobayashi

Matrícula 15607

**VISTO**

Chefe do DPEP

Eng<sup>o</sup> André Leonardo König

Matrícula 15920



### 5.30.1. Aprovação de Desenhos

Feita a verificação será informado ao fornecedor, o resultado da análise conforme abaixo:

- a) liberado;
- b) liberado com ressalvas;
- c) não Liberado.

No caso "a", o fornecedor pode proceder à fabricação. No caso "b", o fornecedor pode proceder à fabricação desde que feitas as correções indicadas, submetendo novamente os desenhos à aprovação da Celesc D.

A inspeção e a aceitação dos equipamentos serão feitas com base nos desenhos com carimbo "Liberado".

A aprovação de qualquer desenho pela Celesc D não exime o fornecedor da plena responsabilidade quanto ao funcionamento correto do equipamento, nem da obrigação de fornecê-lo de acordo com os requisitos do Pedido de Compra, das normas e desta Especificação.

Qualquer requisito exigido nas especificações e não indicado nos desenhos, ou indicado nos desenhos e não mencionado nas especificações, tem validade como se fosse exigido em ambos.

No caso de discrepância entre os desenhos e especificações, vigorarão as especificações.

### 5.30.2. Apresentação dos Desenhos

Todos os desenhos devem permitir uma clara identificação para efeito de arquivo, apresentando, além do título na parte superior do selo, os números do Pedido de Compra e do item desta, se for o caso, e a descrição sucinta do equipamento que está sendo fornecido. No selo, deve constar também o número do desenho. O texto a ser usado para o título de cada desenho deve ser o mais explícito possível na sua correspondência com o objeto do desenho. Além dessas informações, devem constar também no desenho que o fornecimento é para a Celesc D e o número da Ordem de Fabricação do Contratado.

O contratado deverá submeter todos os desenhos de uma só vez à análise, dentro de 15 dias a

---

**PADRONIZAÇÃO**

APRE

**APROVAÇÃO**

RES. DDI Nº 172/2021 – 27/12/2021

**ELABORAÇÃO**

Chefe da DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi

Matrícula 15607

**VISTO**

Chefe do DPEP

Engº André Leonardo König

Matrícula 15920



contar da data de emissão do Pedido de Compra.

A Celesc D terá 20 dias para a análise e devolução dos desenhos ao contratado, a contar da data de recebimento destes. Os prazos de envio dos desenhos e análise devem estar incluídos no previsto, para o fornecimento dos equipamentos.

Considerando a possibilidade de os desenhos não serem liberados, ou serem liberados com restrições, estes devem ser submetidos novamente à análise dentro de 20 dias, a contar da data da devolução dos desenhos pela Celesc D, na 1ª análise.

Nessa 2ª análise a Celesc D terá novamente 20 dias para devolver ao contratado os desenhos analisados, a contar da data de recebimento destes. As necessidades de submissão a outras análises que porventura venham a causar atrasos na data de entrega dos equipamentos serão de inteira responsabilidade do contratado, ficando a Celesc D com direito a recorrer, nos termos do contrato, destas especificações ou do Pedido de Compra sobre os atrasos ocorridos.

### 5.30.3. Relação dos Desenhos

Os desenhos devem apresentar as dimensões e respectivas tolerâncias garantidas.

Para aprovação e completa apreciação do projeto, o fornecedor deverá enviar os seguintes desenhos:

- a) folha de dados descrevendo as características elétricas e construtivas dos transformadores;
- b) desenhos dimensionais do transformador com vistas frontal, posterior, lateral, superior e inferior, detalhes de fixação, dimensionais e disposição dos componentes, com legenda e código, a função e descrição do componente;
- c) desenho da placa de identificação;
- d) desenho da embalagem;
- e) esquema detalhado do tratamento das superfícies, acabamento e pintura do equipamento;
- f) curvas características dos fusíveis de expulsão e do limitador de corrente e curva de coordenação da proteção;

---

**PADRONIZAÇÃO**

APRE

**APROVAÇÃO**

RES. DDI Nº 172/2021 – 27/12/2021

**ELABORAÇÃO**

Chefe da DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi

Matrícula 15607

**VISTO**

Chefe do DPEP

Engº André Leonardo König

Matrícula 15920



- g) manual de instruções técnicas e de manutenção.

#### 5.30.4. Manual de Instruções Técnicas e de Manutenção

Os manuais devem apresentar as seguintes informações:

- a) instruções completas cobrindo descrição, funcionamento, manuseio, instalação, ajustes, operação, manutenção e reparos do equipamento em questão;
- b) relação completa de todos os componentes e acessórios, incluindo nome, descrição, número de catálogo, quantidade usada, identificação no desenho e instruções para aquisição, quando necessário. No caso de peças sobressalentes constituídas por um conjunto de componentes, este deve ser claramente identificado;
- c) relação e desenhos de todas as ferramentas especiais fornecidas pelo proponente e necessárias à montagem, operação e manutenção do equipamento;
- d) transporte, recebimento e armazenagem;
- e) instalação e colocação em operação;
- f) guia de desmontagem e montagem.

#### 5.31. Embalagem

O acondicionamento dos equipamentos deve ser efetuado de acordo com a E-141.0001 – Padrão de Embalagens, de modo a garantir um transporte seguro independentemente do tipo de transporte utilizado.

Tanto a embalagem como a preparação para embarque estão sujeitas à inspeção.

Os transformadores devem ser embalados individualmente e as embalagens não serão devolvidas ao fornecedor. O equipamento será liberado para embarque depois de devidamente inspecionado e conferido.

O sistema de embalagem deve proteger todo o material/equipamento contra quebras e danos de qualquer espécie, desde a saída da fábrica até a chegada ao local de destino, a ser feito de modo que a massa e as dimensões sejam mantidas dentro de limites razoáveis, a fim de facilitar o



manuseio, o armazenamento e o transporte.

Toda anormalidade detectada no recebimento do transformador, devido ao transporte, deve ser sanada às expensas do fabricante.

Cada volume deve apresentar externamente marcação indelével e facilmente legível, com pelo menos os seguintes dados:

- a) nome do fornecedor;
- b) o nome Celesc;
- c) número e item do pedido de compra;
- d) quantidade e tipo do material/equipamento contido em cada volume;
- e) massa total do volume (massa bruta), em quilogramas.

### 5.32. Expedição

Os transformadores devem somente ser liberados para transporte após devidamente inspecionados e ensaiados pelo inspetor da Celesc D, com o óleo até o nível indicado, todos os acessórios solicitados, prontos para entrar em operação e nas condições de transporte previamente estipulados.

### 5.33. Inspeção

Os ensaios de recebimento devem ser realizados no laboratório do fabricante e por conta deste. Qualquer ensaio que seja realizado em laboratório externo será considerado como reinspeção, correndo as despesas da Celesc D sob responsabilidade do fornecedor.

---

**PADRONIZAÇÃO**

APRE

**APROVAÇÃO**

RES. DDI Nº 172/2021 – 27/12/2021

**ELABORAÇÃO**

Chefe da DVEN

*Engº Guilherme M. T. Kobayashi*

Matrícula 15607

**VISTO**

Chefe do DPEP

*Engº André Leonardo König*

Matrícula 15920



Os instrumentos de medição usados devem estar aferidos por órgão oficial ou outros devidamente credenciados e os certificados de aferição devem estar à disposição do inspetor.

Quando o equipamento estiver pronto, o fornecedor deve requerer a sua inspeção, via preenchimento de formulário específico, com antecedência de 15 (quinze) para fábricas no Brasil e de 30 (trinta) dias para fábricas no exterior à Divisão de Inspeção e Controle de Qualidade – DVCQ [dvcq@celesc.com.br](mailto:dvcq@celesc.com.br).

Após a confirmação da data de início da inspeção, o cancelamento desta em prazo inferior a 5 (cinco) dias úteis será considerada chamada improdutiva, devendo o fornecedor arcar com as despesas da Celesc D com a reprogramação de viagem.

Os ensaios devem ser efetuados em transformadores prontos, completamente montados, incluindo os acessórios fornecidos com o equipamento, em lote completo por datas de entrega. Desdobramentos em lotes parciais somente serão possíveis por interesse mútuo da Celesc D e do fornecedor.

O equipamento só poderá ser embarcado após a emissão do Boletim de Inspeção de Material-BIM ou Autorização de Entrega, sem o qual não a Celesc D não receberá em seus almoxarifados.

#### 5.34. Ensaio de Recebimento

Devem ser realizados os seguintes Ensaio de Recebimento (com os custos já embutidos nas propostas apresentadas na licitação) independentemente da classificação pela ABNT como Rotina, Tipo ou Especial:

---

**PADRONIZAÇÃO**

APRE

**APROVAÇÃO**

RES. DDI Nº 172/2021 – 27/12/2021

**ELABORAÇÃO**

Chefe da DVEN

*Engº Guilherme M. T. Kobayashi*

Matrícula 15607

**VISTO**

Chefe do DPEP

*Engº André Leonardo König*

Matrícula 15920



Tabela 9 – Ensaio de Recebimento

Item	Ensaio de Recebimento	Norma	Plano de Amostragem	Obs.
1	Resistência Elétrica dos Enrolamentos	ABNT NBR 5356-1	Tabela 10	
2	Relação de Tensões	ABNT NBR 5356-1	Tabela 10	
3	Polaridade	ABNT NBR 5356-1	Tabela 10	
4	Deslocamento Angular e Sequência de Fase	ABNT NBR 5356-1	Tabela 10	
5	Corrente de Excitação	ABNT NBR 5356-1	Tabela 10	
6	Perdas em Vazio	ABNT NBR 5356-1	Tabela 10	
7	Impedância de Curto Circuito	ABNT NBR 5356-1	Tabela 10	
8	Perdas em Carga	ABNT NBR 5356-1	Tabela 10	
9	Resistência do Isolamento	ABNT NBR 5356-1	Tabela 10	(1)
10	Tensão Suportável de Impulso Atmosférica de Alta Tensão	ABNT NBR 5356-4	Tabela 11	
11	Tensão Suportável à Freq. Industrial (Tensão Aplicada)	ABNT NBR 5356-3	100% pçs	(2)
12	Tensão Induzida de Curta Duração	ABNT NBR 5356-3	100% pçs	(2)
14	Elevação de Temperatura	ABNT NBR 5356-2	1pç por Lote	(3)
15	Óleo Isolante		Tabela 12	(4)
16	Estanqueidade e resistência à pressão a frio e a quente		Tabela 10	
18	Pintura na parte interna e externa		Tabela 12	
19	Funcionamento dos Acessórios		Tabela 10	
20	Verificação Dimensional		1pç por Lote	
21	Verificação Visual		100% pçs	

Nota:

(1) Deve ser realizado antes dos ensaios dielétricos.

(2) Deve ser realizado **após** os ensaios de impulso atmosférico.

(3) Deve ser feito preferencialmente para o transformador com a maiores perdas totais do lote.

(4) Deve ser realizado após os ensaios de rotina, e a quente, imediatamente após o término do ensaio de elevação de temperatura.

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 172/2021 – 27/12/2021

ELABORAÇÃO

Chefe da DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi

Matrícula 15607

VISTO

Chefe do DPEP

Engº André Leonardo König

Matrícula 15920



### 5.35. Plano de Amostragem

Considera-se como um lote o conjunto de transformadores de mesma tensão, mesma potência e mesma data de entrega.

Ocorrendo reinspeção do lote, o número de amostras será dobrado.

Para os ensaios em 100% do lote, as unidades que falharem serão rejeitadas.

Tabela 10 – Plano de Amostragem para Ensaios de Recebimento

Número de unidades do lote	Amostra			
	Sequência	Tamanho	A <sub>c</sub>	R <sub>e</sub>
2 a 25	-	3	0	1
26 a 50	1 <sup>a</sup>	5	0	2
	2 <sup>a</sup>	5	1	2
51 a 280	1 <sup>a</sup>	8	0	2
	2 <sup>a</sup>	8	1	2
281 a 500	1 <sup>a</sup>	13	0	3
	2 <sup>a</sup>	13	3	4

A<sub>c</sub>= Número de Aceitação: número de unidades falhadas máximo para aceitação do lote.

R<sub>e</sub>= Número de Rejeição: número de unidades falhadas que determina a rejeição do lote. Se o número de falhas for inferior a R<sub>e</sub>, admite-se abrir uma 2<sup>a</sup> sequência de ensaios com outras unidades do mesmo lote.



Tabela 11 – Plano de Amostragem para Tensão Suportável de Impulso Atmosférica

Número de unidades do lote	Amostra			
	Sequência	Tamanho	A <sub>c</sub>	R <sub>e</sub>
2 a 15	-	1	0	1
16 a 50	-	2	0	1
51 a 150	-	3	0	1
151 a 500	-	5	0	1

Tabela 12 – Plano de Amostragem para Óleo Isolante e Pintura na parte interna e externa

Número de unidades do lote	Amostra			
	Sequência	Tamanho	A <sub>c</sub>	R <sub>e</sub>
até 50	-	3	0	1
51 a 90	-	5	0	2
91 a 150	-	8	0	2
151 a 280	1 <sup>a</sup>	8	0	2
	2 <sup>a</sup>	8	1	2
281 a 500	1 <sup>a</sup>	13	0	2
	2 <sup>a</sup>	13	1	2

### 5.36. Ensaio de Resistência Elétrica dos Enrolamentos

Deve ser medida na derivação de tensão mais elevada e corrigida para a temperatura de conforme segue:

Tabela 13 – Temperatura de Referência

Limites de elevação de temperatura dos enrolamentos (°C) - Método de variação da resistência	Temperatura de referência (°C)
55	75
65	85
75	95

### 5.37. Ensaio de Relação de Tensões

O ensaio de relação de tensões deve ser feito em todas as derivações para o transformador funcionando em vazio.

Aplicando-se tensão nominal a um dos enrolamentos, as tensões obtidas nos demais enrolamentos podem apresentar uma tolerância + 0,5% ou 1/10 da tensão de curto-circuito, expressa em porcentagem, aquela que for menor, em relação às tensões nominais desses enrolamentos.

Em transformadores providos de derivações, quando a tensão por espira for superior a 0,5% da tensão de derivação respectiva, a tolerância especificada acima, aplicar-se-á ao valor da tensão correspondente à espira completa mais próxima.

### 5.38. Ensaio de Polaridade

Em transformadores trifásicos, o ensaio de polaridade é dispensável, à vista do levantamento do diagrama fasorial prescrito no ensaio de deslocamento angular.

### 5.39. Ensaio de Deslocamento Angular e Sequência de Fases

Devem ser verificados o deslocamento angular e a sequência de fases, por meio do levantamento do diagrama fasorial.

### 5.40. Corrente de Excitação, Perdas a Vazio, Impedância de Curto-Circuito e Perdas com Carga

As perdas em vazio e a corrente de excitação devem ser medidas para 100% da tensão nominal.



No ensaio de perdas em vazio e corrente de excitação à tensão nominal, se as leituras das tensões de valor eficaz ( $V_{ef}$ ) e de valor médio ( $V_{med}$ ) diferirem mais de 10%, o fabricante deve levantar a curva de saturação do núcleo, utilizando o mesmo circuito desse ensaio, cabendo à Celesc D a decisão final quanto à aceitação.

As reatâncias ou indutâncias devem ser medidas, pelo menos, 3 vezes, com intervalos de 15 minutos, para verificar se a reprodutividade está conforme a Norma NBR 5356-1 (menor que  $\pm 0,2\%$ ).

As impedâncias de curto-circuito podem ter a variação de, no máximo, 7,5% do valor especificado, para quaisquer transformadores.

#### 5.41. Ensaio de Resistência do Isolamento

O ensaio de resistência de resistência do isolamento:

- a) deve ser feito antes dos ensaios dielétricos;
- b) deve ser no mínimo 2000 MOhms.

#### 5.42. Ensaio de Impulso Atmosférico

Os ensaios são considerados bem-sucedidos se não ocorrerem descargas disruptivas, evidências de falha, nem desvio adicional ou aumento nos desvios anteriores.

Se houver dúvida na interpretação de possíveis discrepâncias entre oscilogramas ou registros digitais, três impulsos plenos adicionais devem ser aplicados ou o ensaio completo no terminal deve ser repetido.

Havendo descarga de contorno no circuito ou falha no registrador oscilográfico, deve ser desprezada a aplicação que ocasionou a falha e feita outra aplicação.

Os ensaios de impulso atmosférico devem ser feitos:

- a) conforme ABNT NBR 5356-4;
- b) com o transformador desenergizado;



- c) na derivação principal (tensão mais elevada);
- d) sem instalação de elementos não lineares ou para-raios;
- e) com os terminais dos enrolamentos não ensaiados, aterrados;
- f) com aplicação de polaridade negativa;
- g) com impulsos plenos e cortados.

#### 5.42.1. Ensaio de Impulso Atmosférico na Linha

Os ensaios de impulso a cada terminal de linha do enrolamento devem ter forma padronizada:

- a) para o pleno com tempo de frente de onda de  $1,2 \mu\text{s} \pm 30\%$  e tempo até o meio valor de cauda de  $50 \mu\text{s} \pm 20\%$ , sendo designados por 1,2/50;
- b) para o cortado com tempo de corte entre 2 a  $6 \mu\text{s}$  após o zero.

O circuito de corte deve ser tal que o valor do *overswing* de polaridade oposta após o corte seja limitado não deve exceder em 25% do valor de crista do impulso cortado.

Os ensaios de impulso a cada terminal de linha devem ter devem ser aplicados na seguinte sequência:

- a) 1 impulso pleno com valor reduzido;
- b) 1 impulso pleno com o valor especificado;
- c) 1 impulso cortado com valor reduzido;
- d) 2 impulsos cortados com o valor especificado;
- e) 2 impulsos plenos com o valor especificado.

O impulso pleno com valor reduzido em (a) serve para comparação com os impulsos plenos

---

**PADRONIZAÇÃO**

APRE

**APROVAÇÃO**

RES. DDI Nº 172/2021 – 27/12/2021

**ELABORAÇÃO**

Chefe da DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi

Matrícula 15607

**VISTO**

Chefe do DPEP

Engº André Leonardo König

Matrícula 15920



realizados em (b) e (e).

O impulso cortado com valor reduzido em (c) serve para comparação com os realizados em (d).

Os impulsos plenos com o valor especificado em (e) servem para aumentar eventuais danos causados pelas aplicações (b) e (d), tornando-os mais patentes ao exame dos oscilogramas.

#### 5.42.2. Ensaio de Impulso Atmosférico no Neutro

Ao terminal do neutro deve ser aplicado impulso pleno com o seguinte padrão:

- a) o valor especificado do impulso correspondente ao nível de isolamento do terminal de neutro;
- b) é permitido um tempo de frente de onda até 13  $\mu$ s, sendo o tempo até o meio valor 50  $\mu$ s;
- c) quando resultantes no terminal de neutro pela aplicação de impulsos 1,2/50 nos terminais de linha, a forma de impulso no neutro dependerá das características dos enrolamentos. Neste caso, o nível utilizado não deve exceder 75% do nível prescrito para os terminais de linha.

Os ensaios de impulso pleno aplicado aos terminais de neutro devem ser aplicados na seguinte sequência:

- a) 1 impulso pleno com valor reduzido;
- b) 2 impulsos plenos com o valor especificado do isolamento do terminal de neutro;
- c) 1 impulso pleno com valor reduzido.

#### 5.43. Ensaio de Tensão Suportável à Frequência Industrial (Tensão Aplicada)

O ensaio de tensão suportável deve ser feito:

- a) após o ensaio de impulso atmosférico;

---

**PADRONIZAÇÃO**

APRE

**APROVAÇÃO**

RES. DDI Nº 172/2021 – 27/12/2021

**ELABORAÇÃO**

Chefe da DVEN

Eng<sup>o</sup> Guilherme M. T. Kobayashi

Matrícula 15607

**VISTO**

Chefe do DPEP

Eng<sup>o</sup> André Leonardo König

Matrícula 15920



- b) na derivação da tensão mais elevada;
- c) à frequência industrial, com duração de 1 minuto;
- d) à temperatura ambiente com o transformador completamente montado.

#### 5.44. Ensaio de Tensão Induzida de Curta Duração

O ensaio de tensão induzida deve ser realizado:

- a) após o ensaio de impulso atmosférico;
- b) na derivação da tensão mais elevada; e
- c) com tensão de 2 vezes da tensão nominal da derivação, duração de 7200 ciclos, e frequência entre 120 Hz e 480 Hz.

#### 5.45. Ensaio de Elevação de Temperatura

O ensaio de elevação de temperatura deve ser feito:

- a) preferencialmente para o transformador com a maiores perdas totais do lote;
- b) na derivação de maior perda total;
- c) pelo método de variação da resistência conforme NBR 5356-2; e
- d) com apresentação ao inspetor da Celesc D, do boletim técnico do papel termo estabilizado utilizado.

Em caso de falha no ensaio, todo o lote estará rejeitado.

#### 5.46. Ensaio do Óleo Isolante

O ensaio do óleo isolante deve ser realizado após os ensaios de rotina, e a quente, imediatamente após o término do ensaio de elevação de temperatura.

---

**PADRONIZAÇÃO**  
APRE

**APROVAÇÃO**  
RES. DDI Nº 172/2021 – 27/12/2021

**ELABORAÇÃO**  
Chefe da DVEN  
Eng<sup>o</sup> Guilherme M. T. Kobayashi  
Matrícula 15607

**VISTO**  
Chefe do DPEP  
Eng<sup>o</sup> André Leonardo König  
Matrícula 15920



Nas inspeções de recebimento devem ser verificados os seguintes itens:

- a) tensão interfacial;
- b) teor de água;
- c) rigidez dielétrica;
- d) fator de perdas;
- e) ausência de PCB.

O fabricante deve garantir a isenção de teor de PCB (bifenilas policloradas) por ocasião da inspeção, **mediante apresentação do ensaio ou laudo** emitido pelo fabricante do óleo isolante.

#### 5.47. Ensaio de Estanqueidade e Resistência à Pressão a Frio e a Quente

##### 5.47.1. Estanqueidade e Resistência à Pressão a Frio

Este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 5356-1, com o transformador completo, cheio de óleo e com todos os acessórios.

O ensaio de estanqueidade a frio e resistência à pressão deve ser realizado com pressão de 0,70 kgf/cm<sup>2</sup>, durante 1 hora, e após isso majorado para 0,90 kgf/cm<sup>2</sup>, durante 15 minutos. Todos esses ensaios devem ser iniciados no nível de óleo a 25°C, com o dispositivo de alívio de pressão removido ou travado.

O transformador deve ser considerado aprovado no ensaio se o tanque resistir sem apresentar deformação, ruptura, perda de pressão e vazamento em gaxetas, conexões, roscadas ou deslocamento de componentes que afetem a sua segurança.

##### 5.47.2. Estanqueidade e Resistência à Pressão a Quente

Este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 5356-1.

O ensaio de estanqueidade a quente deve ser iniciado com pressão de 0,20 kgf/cm<sup>2</sup> e o nível de óleo no máximo.

---

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 172/2021 – 27/12/2021

ELABORAÇÃO

Chefe da DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi

Matrícula 15607

VISTO

Chefe do DPEP

Engº André Leonardo König

Matrícula 15920



O transformador deve ser considerado aprovado no ensaio se:

- a) durante o período de 8 horas a pressão final não ultrapassar 0,50 kgf/cm<sup>2</sup>;
- b) não surgirem evidências de vazamento ou queda de pressão.

#### 5.48. Pintura na Parte Interna e Externa

Devem ser feitas verificação na pintura e realizados os ensaios de aderência, método A – Corte em X, grau X1Y1, conforme a Norma NBR 11003, e espessura da pintura, conforme a Norma NBR 10443.

#### 5.49. Funcionamento dos Acessórios

Deve ser verificado o funcionamento dos acessórios:

- a) comutador de derivações;
- b) meios de aterramento do tanque;
- c) válvula de alívio de pressão;
- d) termômetro tipo mostrador para óleo isolante;
- e) manovacuômetro;
- f) fusíveis.

#### 5.50. Verificação Dimensional

Devem ser tomadas as medidas de um transformador do lote.

#### 5.51. Inspeção Visual

Deve ser realizada a inspeção visual em todos os transformadores



## 6. DISPOSIÇÕES FINAIS

### 6.1. Referências Técnicas

NB-108-1 – Recebimento, instalação e manutenção de transformadores de potência para distribuição imersos em óleo isolante.

NBR 6323 – Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente – Especificação.

NBR 7036 – Recebimento, instalação e manutenção de transformadores de potência para distribuição, imersos em líquidos isolantes.

NBR 7397 – Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente – Determinação da massa do revestimento por unidade de área.

NBR 7398 – Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente – Verificação da aderência do revestimento.

NBR 9527 – Rosca métrica ISSO.

NBR 9119 – Produtos laminados planos de aço para fins elétricos de grão orientado – Especificação.

NBR 11003 – Tintas – Determinação da aderência.

NBR 11888 – Bobinas finas e chapas finas de aço-carbono e de aço de baixa liga e alta resistência – Requisitos gerais – Especificação.

NBR 15422 – Óleo vegetal isolante para equipamentos elétricos.

---

**PADRONIZAÇÃO**

APRE

**APROVAÇÃO**

RES. DDI Nº 172/2021 – 27/12/2021

**ELABORAÇÃO**

Chefe da DVEN

*Engº Guilherme M. T. Kobayashi*

Matrícula 15607

**VISTO**

Chefe do DPEP

*Engº André Leonardo König*

Matrícula 15920



7. ANEXOS

7.1. Controle de Revisões e Alterações

7.2. Histórico de Revisões

---

**PADRONIZAÇÃO**

APRE

**APROVAÇÃO**

RES. DDI Nº 172/2021 – 27/12/2021

**ELABORAÇÃO**

Chefe da DVEN  
*Engº Guilherme M. T. Kobayashi*  
Matrícula 15607

**VISTO**

Chefe do DPEP  
*Engº André Leonardo König*  
Matrícula 15920



## 7.1. Controle de Revisões e Alterações

REVISÃO	RESOLUÇÃO – DATA	ELABORAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO
1	DTE Nº 315/2011 – 10/10/2011	DVEN	DPEP	DPEP
2	DDI Nº 066/2018 – 17/09/2018	MHO	GMTK	SLC
3	DDI Nº	MHO	GMTK	MAG
4	DDI Nº 172/2021 – 27/12/2021	EAP	GMTK	ALK

DETALHES DA ALTERAÇÃO – REVISÃO 1		
ITEM	PÁG	DESCRIÇÃO
1	1	Incluída na finalidade, a aplicação do transformador em padrões de entrada de energia.
5.1.5	4	Alterada descrição embalagem.
5.1.6	5	Incluído item de Desenhos.
5.1.6.1	6	Alterado parágrafo final, prevalecendo a especificação.
5.1.7	8	Incluído item de Manual de instruções técnicas e de manutenção.
5.1.9	9	Incluídas condições de homologação.
5.2.1.1	10	Incluída especificação da válvula de alívio de pressão.
5.2.1.2	11	Incluída especificação do termômetro.
5.2.1.3	11	Incluída especificação do manovacuômetro.
5.2.1.4	12	Incluída especificação do terminal de aterramento.
5.2.2	12	Incluída classe de tensão 25 kV para as buchas primárias, tipo <i>loadbreak</i> .
5.2.2	12	Especificado descanso para Plugue de <i>by-pass</i> .
5.2.3	13	Incluída classe térmica de materiais isolantes e Tabela 10.
5.2.4.2 b)	13	Alterado padrão de jateamento para SA 3.
5.2.4.5	14	Corrigido texto inserindo a referência do inciso 5.4.8.
5.2.4.5	14	Incluída a pintura do número de equipamento no tanque do transformador.
5.2.4.5	14	Excluído o etil silicato de zinco no processo de pintura. Discriminada a quantidade de zinco na película seca.
5.3.2	16	Corrigidos as referências dos itens 5.2.1 e 5.2.2.
5.3.2.2	16	Incluído o item Parafusos, porcas, dobradiças e acessórios de aplicação externa.
5.3.2.3	16	Incluída a instalação do Plugue de <i>by-pass</i> no suporte de descanso e Figura 1.
5.3.2.5	17	Incluída exigência de placa de proteção.
5.3.3	18	Incluídos itens na placa de identificação: material dos enrolamentos de AT/BT; número do pedido de compra e logotipo Celesc, perdas em vazios e totais, número de equipamento, QR Code e código de material Celesc.
5.3.4	19	Incluído item das placas de advertência.
5.4.1	20	Incluída informação do pedido de inspeção.

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 172/2021 – 27/12/2021

ELABORAÇÃO

Chefe da DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi

Matrícula 15607

VISTO

Chefe do DPEP

Engº André Leonardo König

Matrícula 15920



5.4.5	22	Incluído o item de Ensaio Especiais, considerando os ensaios de tipo, nível de tensão de rádio interferência e descargas parciais como ensaios especiais.
5.4.2 e 5.4.5	21 e 22	Separados os ensaios de impulso atmosférico de alta tensão (recebimento) e baixa tensão (especial).
5.4.7.4	24	Incluída descrição do ensaio de impulso atmosférico.
5.4.7.7	26	Especificadas características do óleo isolante.
5.4.7.8	26	Incluído o item do Ensaio de Nível de Ruído e Tabela 8.
5.4.7.9	26	Incluído o item do Ensaio de Nível de Tensão de Radiointerferência e Tabela 9.
5.4.8.4	27	Corrigida a temperatura – Impermeabilidade.
7.1	33	Alterada Tabela da Figura 2, excluindo as potências de 112,5 e 750 kVA, conforme Informativo Técnico 11/2012.
7.2	34	Incluídos desenhos das placas de advertência.
7.3	35	Alterado valor de 65 para 60 temperatura óleo e inserida alternativa para óleo vegetal e nota 4, conforme NBR5440 – Tabela 01.
7.3	37	Incluso valor de 30 kV – Ensaio de impulso atmosférico na BT Tabela 05.
7.3	37	Alterada Tabela 6, excluindo as potências de 112,5 e 750 kVA, conforme informativo técnico 11/2012.
7.3	38	Incluída Tabela 7, Características do óleo vegetal após contato com o equipamento, o teor de água deve ser menor que 200 mg/kg e a rigidez dielétrica maior que 60 kV.
7.3	38	Incluída Tabela 8 – Níveis de ruído.
7.3	39	Incluída Tabela 9 – Nível de rádio interferência.
7.3	39	Incluída Tabela 10 – Classe de temperatura dos materiais.
7.3	39	Incluída Tabela 11 – Proteção dos transformadores.
<b>DETALHES DA ALTERAÇÃO – REVISÃO 2</b>		
<b>ITEM</b>	<b>PÁG</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
		Aplicação de transformadores pedestais em entradas de energia. Inclusão de especificação dos acessórios. Informações adicionais na placa de identificação. Tabelas de referência para ensaios de recebimento e tipo. Exclusão das potências de 112,5kVA e 750kVA da Especificação
<b>DETALHES DA ALTERAÇÃO – REVISÃO 3</b>		
<b>ITEM</b>	<b>PÁG</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
5.3.3	18	A placa de identificação deve ser instalada no lado externo do transformador.
5.4.4	22	Formatada relação dos ensaios de tipo em tabela.
5.4.4	22	Especificado o ensaio de nível de tensão de rádio interferência como ensaio de tipo.
7.3	37	Alteradas as perdas elétricas para nível “D” conforme Portaria do Ministério de Minas e Energia nº 3, de 31 de julho de 2018.
<b>DETALHES DA ALTERAÇÃO – REVISÃO 4</b>		
<i>Reescritos o textos da normativa, remodelado a sequência e a numeração dos itens em relação à versão anterior, sem entretanto implicar em alterações estruturais na Especificação</i>		

**PADRONIZAÇÃO**

APRE

**APROVAÇÃO**

RES. DDI Nº 172/2021 – 27/12/2021

**ELABORAÇÃO**

Chefe da DVEN  
Engº Guilherme M. T. Kobayashi  
Matrícula 15607

**VISTO**

Chefe do DPEP  
Engº André Leonardo König  
Matrícula 15920



ITEM	PÁG	DESCRIÇÃO
5.7.	05	Alterada a tensão suportável nominal de impulso atmosférico de 95 para 110 kV para os transformadores de 15 kV
5.28.	19	Feita a inclusão na Placa de Identificação da Classe Térmica dos materiais isolantes

**PADRONIZAÇÃO**

APRE

**APROVAÇÃO**

RES. DDI Nº 172/2021 – 27/12/2021

**ELABORAÇÃO**

Chefe da DVEN

*Engº Guilherme M. T. Kobayashi*

Matrícula 15607

**VISTO**

Chefe do DPEP

*Engº André Leonardo König*

Matrícula 15920



7.2. Histórico de Revisões

REVISÃO	DATA	HISTÓRICO DAS ALTERAÇÕES	RESPONSÁVEL
2 <sup>a</sup>	Dezembro 2021	<p>Subitem 5.7. Alterada a tensão suportável nominal de impulso atmosférico de 95 para 110 kV para os transformadores de 15 kV.</p> <p>Subitem 5.28. Feita a inclusão na Placa de Identificação da Classe Térmica dos materiais isolantes</p>	Eliézer Abreu Paegle

**PADRONIZAÇÃO**

APRE

**APROVAÇÃO**

RES. DDI Nº 172/2021 – 27/12/2021

**ELABORAÇÃO**

Chefe da DVEN

*Engº Guilherme M. T. Kobayashi*

Matrícula 15607

**VISTO**

Chefe do DPEP

*Engº André Leonardo König*

Matrícula 15920