

**Assunto:** Transformador de Distribuição a Seco Uso Interno**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

**CONTEÚDO**

1.	OBJETIVOS DO DOCUMENTO E ÁREA DE APLICAÇÃO .....	3
2.	GESTÃO DA VERSÃO DO DOCUMENTO.....	3
3.	UNIDADES DA VERSÃO DO DOCUMENTO .....	3
4.	REFERÊNCIAS .....	3
5.	POSIÇÃO DO PROCESSO COM RELAÇÃO A ESTRUTURA ORGANIZACIONAL.....	4
6.	SIGLAS E PALAVRAS-CHAVE.....	4
7.	DESCRIÇÃO.....	4
7.1	Terminologia .....	4
7.2	Requerimentos de Qualidade .....	4
7.3	Condições de Serviço.....	4
7.4	Códigos de Estoque .....	5
7.5	Características Nominais.....	6
7.5.1.	Potências Nominais .....	6
7.5.2.	Tensões Nominais .....	6
7.5.3.	Derivações e Relações de Tensões.....	7
7.5.4.	Frequência Nominal e Ligação .....	7
7.5.5.	Níveis de Isolamento e Espaçamentos Externos Mínimos .....	7
7.5.6.	Temperaturas.....	8
7.5.7.	Perdas, Corrente de Excitação e Impedância .....	8
7.5.8.	Nível de Ruído .....	9
7.5.9.	Nível de Descargas Parciais.....	10
7.5.10.	Dimensões .....	10
7.5.11.	Diagrama Fasorial e Deslocamento Angular dos Transformadores .....	10
7.5.12.	Diagramas de Ligação dos Transformadores .....	10
7.5.13.	Características de Curto-Circuito.....	11
7.6	Características Construtivas.....	11
7.6.1.	Núcleo e Ferragens .....	11
7.6.2.	Bobinas de Baixa Tensão.....	11
7.6.3.	Bobinas de Alta Tensão.....	11
7.7	Acessórios .....	12
7.8	Comutador de Tensão sem Carga .....	12
7.9	Sistema de Monitoramento Térmico.....	12
7.10	Sistema de Ventilação Forçada.....	13
7.11	Placa de identificação.....	13
7.12	Classe de Combustão, Ambiental e Climática .....	13
7.13	Inspeção e Ensaios .....	13
7.13.1.	Ensaios de Rotina.....	13

**Assunto:** Transformador de Distribuição a Seco Uso Interno**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

7.13.2.

Ensaio de Tipo .....	14
7.14 Acondicionamento, Transporte, Armazenamento e Identificação .....	14
7.15 Apresentação da Proposta .....	14
7.16 do Garantia Técnica .....	15
8. ANEXOS .....	16
ANEXO A – TRANSFORMADOR A SECO – TIPO 1 .....	17
ANEXO B – TRANSFORMADOR A SECO – TIPO 2 .....	18

**RESPONSÁVEL POR OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO BRASIL**  
**Saulo dos Passos Ramos**

**Assunto:** Transformador de Distribuição a Seco Uso Interno**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

## 1. OBJETIVOS DO DOCUMENTO E ÁREA DE APLICAÇÃO

Este documento tem como objetivo estabelecer os requisitos mínimos aplicáveis ao fornecimento de transformadores de distribuição a seco com enrolamento encapsulado, com potência nominal variando de 75 kVA até 1500 kVA, classe 15 kV e 25 kV, utilizados na Enel Distribuição Ceará, Enel Distribuição Goiás, Enel Distribuição Rio e Enel Distribuição São Paulo.

Este documento cancela e substitui as seguintes normas: NTC-58, PM-R 2165, NTE-095-2, MP-78, MP-78-01, MP-78-02 e MP-78-03.

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

## 2. GESTÃO DA VERSÃO DO DOCUMENTO

Versão	Data	Descrição das mudanças
1	02/03/2018	Emissão da Especificação Técnica de Materiais
2	03/03/2020	Atualização geral do documento para inserir as informações dos transformadores a seco da Enel Distribuição Goiás e Enel Distribuição São Paulo.
3	14/01/2021	Adição do código 305429 e correção da taxonomia do documento

## 3. UNIDADES DA VERSÃO DO DOCUMENTO

Responsável pela elaboração do documento:

Operação e Manutenção Brasil.

Responsável pela autorização do documento:

Qualidade de Processos Brasil.

## 4. REFERÊNCIAS

Para fins de projeto, matéria-prima, qualidade, fabricação, ensaios, inspeção, embalagem e transporte os transformadores de distribuição a seco a serem fornecidos devem satisfazer as exigências desta Especificação, e no que não a contrarie, às seguintes normas em suas últimas revisões.

ABNT NBR 5034, Buchas para tensões alternadas superiores a 1 kV;

ABNT NBR 5356-1, Transformadores de Potência, Parte 1: Generalidades;

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

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

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

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

ABNT NBR 5356-11, Transformadores de potência, Parte 11: Transformadores do tipo seco- Especificação;

ABNT NBR 5458, Transformador de potência - Terminologia;

ABNT NBR 7277, Transformadores e reatores - Determinação do nível de ruído;

**Assunto:** Transformador de Distribuição a Seco Uso Interno

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

ABNT NBR

14039, Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV;  
 ABNT NBR 60060-2, Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão, Parte 2: Sistemas de medição;  
 ABNT NBR IEC 60085, Isolação elétrica – Avaliação térmica e designação;  
 ABNT NBR IEC 60529, Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (código IP);  
 ABNT NBR ISO 9001, Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos.

## 5. POSIÇÃO DO PROCESSO COM RELAÇÃO A ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

Área de Processo/Cadeia de Valor: Gestão de Redes

Macroprocesso: Gestão de Materiais

Processo: Padronização de Componente de Rede

## 6. SIGLAS E PALAVRAS-CHAVE

Palavras Chaves	Descrição
Transformador	Equipamento elétrico estático que, por indução eletromagnética, transforma tensão e corrente alternadas entre dois ou mais enrolamentos, sem mudança de frequência.
Enrolamento Encapsulado	Enrolamento isolado com isolação sólida.
Transformador do Tipo Seco	Transformador cuja parte ativa não é imersa em líquido isolante.

## 7. DESCRIÇÃO

### 7.1 Terminologia

Os termos técnicos utilizados nesta especificação estão definidos nas normas ABNT NBR 5356-11 e ABNT NBR 5458.

### 7.2 Requerimentos de Qualidade

O Proponente deve demonstrar que tem implementado e funcionando em fábrica um sistema de Garantia de Qualidade com programas e procedimentos documentados em manuais, cumprindo a norma ABNT NBR ISO 9001.

A Enel Distribuição Ceará, Enel Distribuição Goiás, Enel Distribuição Rio e Enel Distribuição São Paulo se reservam o direito de verificar os procedimentos e a documentação relativa à fabricação dos transformadores e o fabricante se obriga a pôr a sua disposição estes antecedentes.

### 7.3 Condições de Serviço

Os transformadores de distribuição a seco devem ser apropriados ao uso interno, observando de forma indireta as influências, em clima tropical, das seguintes condições ambientais da Tabela 1:

**Assunto:** Transformador de Distribuição a Seco Uso Interno

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

**Tabela 1 – Condições Ambientais**

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

**7.4 Códigos de Estoque**

A Tabela 2 indica os códigos de estoque.

**Assunto:** Transformador de Distribuição a Seco Uso Interno

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

**Tabela 2 – Códigos de Estoque**

Classe de Tensão (kV)	Potência (kVA)	Tipo do Transformador		
		Tipo 1		Tipo 2 <sup>(Nota 1)</sup>
		Enel Ceará e Enel Goiás	Enel Distribuição Rio	Enel Distribuição São Paulo
15	75	6793232	-	-
	112,5	6791845	-	-
	225	6792337	-	-
	300	6809905	6780367	-
	500	6792355	6780369	305193
	750	6784440	-	305194
	1000	6792269	6799031	305195
	1500	T110255	-	-
25	500	-	-	305196
	750	-	-	305197
	1000	-	-	305198
	1000	-	-	305429 <sup>(Nota 2)</sup>

**Nota 1:** Os transformadores do Tipo 2 são transformadores a seco onde os terminais primários são constituídos de buchas do tipo poço (bushing well).

**Nota 2:** Deve ser adequado para instalação de protetores de rede de baixa tensão (rede reticulada) conforme especificação vigente

## 7.5 Características Nominais

### 7.5.1. Potências Nominais

A potência nominal deve ser selecionada dentre as seguintes: 75; 112,5; 225; 300; 500; 750; 1.000 e 1500; kVA, conforme indicado no item 7.4.

### 7.5.2. Tensões Nominais

As tensões nominais dos enrolamentos estão definidas na Tabela 3.

**Assunto:** Transformador de Distribuição a Seco Uso Interno

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

**Tabela 3 – Tensões Nominais dos Enrolamentos**

Tensão Máxima (kV)	Potências	Tensões Nominais (V)				
		Primário		Secundário		
		Enel Ceará, Enel Goiás e Enel Rio	Enel São Paulo	Enel Ceará e Enel Goiás	Enel Rio	Enel São Paulo
15	75, 112,5, 225, 300, 500, 750, 1000 e 1500	13800	-	380/220	220/127	-
	500 e 750	-	13800	-	-	220/127
	1000	-	13800	-	-	400/231
24,2	500 e 750	-	21000	-	-	220/127
	1000	-	22100	-	-	400/231

**7.5.3. Derivações e Relações de Tensões**

Os enrolamentos de alta tensão, devem possuir as derivações indicadas na Tabela 4.

**Tabela 4 – Derivações**

	Enel Ceará e Enel Goiás	Enel Rio	Enel São Paulo
Faixa de Variação	+1x2,5%; - 3x2,5%	-4x4,35%	-2x4,35% (15kV)
Tensões Primárias	14145 / 13800 / 13455 / 13110 / 12765 V	13800 / 13200 / 12600 / 12000 / 11400 V	13800 / 13200 / 12600
	-	-	21000 (500 e 750 kVA)
	-	-	22100 / 21000 (1000 kVA)

**7.5.4. Frequência Nominal e Ligação**

- Frequência nominal: 60Hz;

- Ligação padrão: Dyn1.

**7.5.5. Níveis de Isolamento e Espaçamentos Externos Mínimos**

O nível de isolamento e os espaçamentos mínimos a serem observados no ar devem estar de acordo com a Tabela 5.

**Assunto:** Transformador de Distribuição a Seco Uso Interno

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

**Tabela 5 – Níveis de Isolamento e Espaçamentos Mínimos do Ar**

Tensão (eficaz) Máxima do Equipamento (kV)	Tensão (eficaz) Suportável à Frequência Industrial durante 1 minuto (kV)	Tensão (eficaz) Suportável Nominal de Impulso Atmosférico (kV)		Espaçamento Mínimo no Ar (mm)	
		Pleno (crista) (kV)	Cortado (crista) (kV)	de fase para terra	de fase para fase
15	34	95	110	130	160
24,2	50	125	150	200	230

**7.5.6. Temperaturas**

As elevações de temperatura dos enrolamentos não devem exceder os valores constantes na Tabela 6.

**Tabela 6 – Temperaturas**

Temperatura Ambiente Máxima* (°C)	Materiais Isolantes		Elevação Média do Enrolamento Acima do Ambiente (°C)	Elevação do Ponto Mais Quente do Enrolamento Acima do Ambiente (°C)	Temperatura de Referência para Garantia de Perdas e Impedância (°C)
	Classe	Temperatura (°C)			
40	F	155	105	115	115
45	H	180	140	130	115

**7.5.7. Perdas, Corrente de Excitação e Impedância**

Os valores garantidos de perdas, correntes de excitação e impedância de curto-circuito são estabelecidos nas a seguir.

**Assunto:** Transformador de Distribuição a Seco Uso Interno

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

**Tabela 7 – Perdas, Corrente de Excitação e Impedância – Transformadores 15 kV**

Potência (kVA)	Perdas em Vazio (W)	Perdas Totais (115 °C) (W)	Corrente a Vazio (%)	Impedância (115 °C) (%)
75	480	2170	3,5	4,5
112,5	600	3150	3,3	5,0
225	1150	5000	2,3	5,5
300	1300	5800	2,0	5,5
500	1800	9000	1,8	5,5
750	2400	12000	1,7	6,0
1000	2900	14600	1,5	6,0
1500	4000	18000	1,4	6,0

**Tabela 8 – Perdas, Corrente de Excitação e Impedância – Transformadores 24,2 kV**

Potência (kVA)	Perdas em Vazio (W)	Perdas Totais (115 °C) (W)	Corrente a Vazio (%)	Impedância (115 °C) (%)
500	2100	9445	2,1	5,5
750	2900	12700	1,8	6,0
1000	3500	15400	1,6	6,0

**7.5.8. Nível de Ruído**

Os níveis de ruído não devem exceder os valores da Tabela 6.

**Tabela 9 – Níveis de Ruído Admissíveis**

Potência (kVA)	Nível Médio de Ruído (dB)
75	58
112,5	
225	
300	
500	60
750	64
1000	
1500	65

**Assunto:** Transformador de Distribuição a Seco Uso Interno

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

**7.5.9. Nível de Descargas Parciais**

O nível máximo de descargas parciais permitidas é de 10pC na tensão de medição especificada, conforme ABNT NBR 5356-11.

**7.5.10. Dimensões**

As dimensões aproximadas e o peso total do transformador devem estar de acordo com a Tabela 10, conforme o fornecimento.

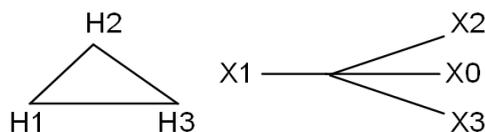
**Tabela 10 – Dimensões e Peso**

Potência (kVA)	Dimensões Aproximadas e Peso Total Sem Cubículo – IP00				
	Comprimento (mm) A	Largura (mm) B	Altura (mm) C	Dist. Rodas (mm) D	Peso Total (kg)
75	1020	730	1025	520	450
112,5	1120	750	1125	520	730
225	1180	775	1235	520	920
300	1350	805	1310	520	1200
500	1470	840	1410	520	1550
750	1530	890	1520	670	1900
1000	1630	920	1770	670	2400
1500	1720	1400	1980	670	3200

**7.5.11. Diagrama Fasorial e Deslocamento Angular dos Transformadores**

Os enrolamentos primários devem ser ligados em triângulo e os secundários em estrela aterrada, sendo o deslocamento angular entre eles de 30°, com as fases de baixa tensão atrasadas em relação às correspondentes de alta tensão.

O diagrama de ligações deve estar de acordo com a Figura 1. A figura é orientativa, com exceção feita à numeração das derivações e terminais.


**Figura 1: Diagrama de Ligações**
**7.5.12. Diagramas de Ligação dos Transformadores**

O diagrama de ligação de cada transformador deve vir impresso em sua placa de identificação.

**Assunto:** Transformador de Distribuição a Seco Uso Interno**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

---

**7.5.13. Características de Curto-Circuito**

O transformador deve ser capaz de suportar, sem sofrer danos, os efeitos mecânicos e térmicos causados por curto-circuito nos terminais secundários, com tensão nominal aplicada nos terminais primários, nas seguintes condições:

- a) O valor da corrente simétrica rms não deve exceder a 25 vezes a corrente básica, com duração máxima de 2 segundos;
- b) A corrente básica é a corrente que corresponde a potência básica, que nos transformadores a seco, é a potência nominal.

**7.6 Características Construtivas**

O transformador deve ser construído de modo a permitir seu levantamento e deslocamento através de cabos de aço. As culatras superiores e inferiores devem ser fixadas por meio de tirantes travados. Devem suportar, sem sofrer danos, os efeitos térmicos e dinâmicos resultantes de sobrecargas provocadas por curto circuito nos terminais, em qualquer um dos seus enrolamentos, com tensão e frequência nominais nos terminais do outro enrolamento.

**7.6.1. Núcleo e Ferragens**

O núcleo deve ser constituído de chapas de aço silício de grão orientado, com envelhecimento máximo de 5%, laminadas a frio, tratadas e isoladas entre si com material inorgânico, alta permeabilidade e baixas perdas.

As colunas e culatras devem ser prensadas por meio de perfis de aço e cintas de material isolante. Após esta operação, o núcleo montado deve ser pintado com tinta dielétrica (60kV/mm) de classe F (155°C), formulada a partir de resina alquídica, com a finalidade de dar uma proteção dielétrica e contra corrosão, além de reduzir os baixos níveis de ruído.

**7.6.2. Bobinas de Baixa Tensão**

Os enrolamentos de baixa tensão devem ser construídos em fio ou chapa de alumínio, podendo ser aceito em fio de alumínio nas potências de 75kVA e 112,5kVA.

Os enrolamentos em fio exigem que estes sejam encapsulados, dessa forma, as bobinas devem apresentar excelente resistência a esforços térmicos e dinâmicos de curto-circuito, bem como completa imunidade ao ambiente atmosférico.

Nos enrolamentos em chapa os condutores têm a altura da bobina, portanto, devem ser isolados por um filme impregnado com resina epóxi em estágio B de polimerização (pré-curado). Após enrolada, a bobina deve ser submetida a tratamento térmico, obtendo-se a completa polimerização do isolamento que une as camadas do enrolamento, tornando-o um bloco compacto. Visando maior resistência a umidade, as cabeceiras da bobina devem, ainda, ser preenchidas com resina epóxi.

Os materiais isolantes empregados nos transformadores devem ser das classes de temperatura F (155°) ou H (180°), conforme, podendo ser utilizados separadamente ou em combinação, quando as temperaturas foram compatíveis com a classe de isolamento.

O contato entre o cobre e alumínio deve ser evitado devido à corrosão galvânica inerente. Para acoplamento cobre-alumínio, deve-se usar chapas cladeadas, estanhagem dos barramentos ou pastas anti-corrosivas próprias para conexões elétricas.

**7.6.3. Bobinas de Alta Tensão**

Os enrolamentos de alta tensão devem ser construídos em fita de alumínio.

**Assunto:** Transformador de Distribuição a Seco Uso Interno

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

A isolamento utilizada é sempre de classe térmica no mínimo igual à do enrolamento: F (155°). Transformadores classe H (180°) podem ser especificados.

Devem ser adicionados, interna e externamente a bobina, reforços mecânicos (isolantes pré-curados), os quais após submetidos a tratamento térmico, confirmam a bobina a ser encapsulada grande resistência a esforços de curto-circuito.

Após cura dos isolamentos, devem ser montados moldes de impregnação sobre as bobinas para que, postas sob vácuo e temperatura na autoclave, passem por um processo de secagem e retirada da umidade.

Antes da impregnação, os componentes da resina devem ser misturados e completamente desgaseificados.

Após secagem das bobinas e desgaseificação da resina, os moldes deverão ser preenchidos e permanecerem na autoclave, para a pré-cura.

Após pré-curadas, as bobinas deverão ser transferidas para uma estufa onde a cura será concluída em uma sequência de temperaturas controladas para garantir a eliminação dos esforços internos no enrolamento. Terminada esta etapa, as bobinas poderão, finalmente, ser desmoldadas, testadas uma a uma, e então liberadas para montagem.

### 7.7 Acessórios

A gama de acessórios dos transformadores secos encapsulados encontra-se na Tabela 8.

**Tabela 11 – Acessórios de Uso Obrigatório e Opcionais**

Itens	Acessórios Normais	Acessórios Opcionais
Barramentos terminais para conexões dos enrolamentos de baixa e alta tensão	Δ	
Painel de derivação sem carga	Δ	
Conector de aterramento	Δ	
Placa de identificação e avisos de advertência	Δ	
Meios de suspensão da parte ativa e invólucro, quando aplicável	Δ	
Rodas bidirecionais	Δ	
Sistema de proteção (monitoramento) térmico dos enrolamentos	Δ	
Sistema de ventilação forçada		Δ
Cubículo de proteção		Δ
Blindagem eletrostática		Δ
Buchas desconectáveis		Δ(Nota)

**Nota:** Os transformadores do Tipo 2 deverão ser fornecidos com buchas desconectáveis.

### 7.8 Comutador de Tensão sem Carga

Os transformadores a secos devem ser providos de painel de comutação, o qual é fundido na parte frontal de cada fase do enrolamento de alta tensão. Este sistema propicia uma fácil mudança de tensões com o equipamento desenergizado.

As posições do sistema de comutação devem ser marcadas em alto relevo e pintadas com tinta indelével branca.

### 7.9 Sistema de Monitoramento Térmico

**Assunto:** Transformador de Distribuição a Seco Uso Interno**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

Para proteger os enrolamentos do transformador com a detecção de temperaturas acima do limite imposto pela classe térmica dos materiais e elevações anormais da temperatura ambiente, deve haver um sistema composto por um monitor digital de temperatura com contatos para alarme, desligamento, controle do sistema de ventilação forçada (quando aplicável) e contato adicional ligado a verificação dos sensores (se PT100).

O monitor pode ser instalado junto ao equipamento ou em painel, permitindo leitura constante da temperatura em até 4 canais e programação das temperaturas de atuação.

### 7.10 Sistema de Ventilação Forçada

A instalação de um sistema de ventilação forçada pode aumentar consideravelmente a capacidade de fornecimento de potência do transformador seco. Este sistema é especialmente vantajoso para equipamentos onde o ciclo de carga é variável. A capacidade a ser acrescida no transformador deve ser acordada em cada projeto de acordo com a solicitação.

Ventiladores axiais são montados em ambos os lados da base do transformador ou exaustores são posicionados no teto do cubículo de proteção, quando aplicável.

Caso seja importante que o transformador não ultrapasse o nível de ruído normalizado mesmo com a VF ligada, poderão ser fornecidos motoventiladores especiais com baixo nível de ruído.

Os itens destinados a rede reticulada devem possuir sistema de ventilação AN.

### 7.11 Placa de identificação

Cada transformador deve ser provido de uma placa de identificação de aço inoxidável com espessura mínima de 0,8mm, fixada ao respectivo suporte através de rebites de alumínio a uma distância mínima de 20mm da superfície plana de montagem. A placa deve ser colocada em posição visível e indelevelmente marcada, conforme ABNT NBR 5356-11.

### 7.12 Classe de Combustão, Ambiental e Climática

O transformador deve atender os requisitos estabelecidos para as classes F1 de combustão, E2 ambiental e C2 climática.

### 7.13 Inspeção e Ensaio

#### 7.13.1. Ensaio de Rotina

Os ensaios de rotina devem ser feitos pelo fabricante em sua fábrica, cabendo ao comprador o direito de designar um inspetor para assisti-los. Os ensaios de rotina, executados em todas as unidades de produção, são os seguintes:

- a) resistência elétrica dos enrolamentos;
- b) relação de tensões;
- c) resistência do isolamento;
- d) polaridade;
- e) deslocamento angular e sequência de fases;
- f) perdas (em vazio e em carga);
- g) corrente de excitação e harmônica;
- h) tensão de curto-circuito;
- i) ensaios dielétricos:
  - tensão suportável nominal a frequência industrial (tensão aplicada);
  - tensão induzida com medição de descargas parciais.
- j) verificação do funcionamento de acessórios (comutador, proteção térmica, etc.);
- k) descargas parciais;
- l) medição da impedância de sequência zero.

**Assunto:** Transformador de Distribuição a Seco Uso Interno**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

**7.13.2. Ensaio de Tipo**

Serão efetuados em um transformador representativo de cada kVA de potência e classe de tensão. Os ensaios de tipo são os seguintes:

- a) fator de potência do isolamento;
- b) elevação de temperatura;
- c) tensão suportável nominal de impulso atmosférico;
- d) nível de ruído;
- e) nível de tensão de radiointerferência.

**7.14 Acondicionamento, Transporte, Armazenamento e Identificação**

- a) As embalagens necessárias ao transporte serão de responsabilidade do Fabricante e devem ser aprovadas pela Enel;
- b) Todas as embalagens devem ser projetadas de modo a reduzir o tempo de carregamento sem prejuízo da segurança do operador e do equipamento.
- c) Os transformadores devem ser embalados individualmente, acondicionados de maneira a ficarem protegidos durante o manuseio, o transporte e armazenagem.
- d) As embalagens não devem ter pontas de pregos, de parafusos e de grampos que possam danificar os transformadores.
- e) - todos os volumes das embalagens finais devem possuir identificação externa, escrita com tinta resistente ao tempo e ao manuseio, contendo as seguintes informações:
  - nome do cliente: Enel;
  - endereço para entrega;
  - material contido - denominação e tipo;
  - número do Pedido de Compra;
  - massa bruta e líquida em kg;
  - marca do fabricante.
- f) deve ser de responsabilidade do Fabricante o transporte desde a saída da fábrica até o local de entrega, indicado pela Enel.
- g) Toda legislação vigente sobre transporte deve ser fielmente cumprida durante todo o processo, desde a fábrica até o local de entrega, indicado pela Enel.

**7.15 Apresentação da Proposta**

Cada proponente deve incluir em sua proposta uma cópia do projeto completo do Transformador de Distribuição a Seco conforme padrão Enel Distribuição contendo as seguintes informações:

- lista dos desenhos contemplando número/folha e título;
- desenho Dimensional do Transformador com vistas frontal, posterior, lateral, superior e inferior, detalhes de fixação ou rodas, dimensionais e disposição dos componentes. Com legenda e código, a função e a descrição do componente;
- desenho do detalhe dos terminais e conector de linha;
- desenho do detalhe dos terminais e conector de terra;
- desenho do comutador de tensão (TAP);
- desenho da placa de identificação;
- esquema detalhado dos projetos de tratamento, acabamento e pintura do equipamento;
- plano de inspeção e controle da qualidade previsto, abrangendo fabricação, processamento, execução, tratamento e montagem de todos os materiais, peças e acessórios e do equipamento completo;
- relatórios dos ensaios efetuados em unidades protótipos de tipo similar; -
- termo de garantia, atendendo ao requerido nesta especificação;

**Assunto:** Transformador de Distribuição a Seco Uso Interno**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

- lista de

peças sobressalentes recomendados para a operação e manutenção dos equipamentos por um período de 2 (dois) anos, indicando as quantidades, características e preço.

O proponente deve indicar claramente em sua proposta todos os pontos que apresentem discordância desta Especificação, identificando os itens e apresentando suas justificativas. As omissões serão interpretadas como aceitas com as condições exigidas.

A Enel Distribuição pode solicitar informações adicionais caso considere as apresentadas insuficientes ou insatisfatórias, obrigando-se o fabricante a fornecê-las sem nenhum ônus para a Enel

**NOTA:** A falta de alguma informação acima citada é motivo de desclassificação da proposta.

**7.16 do Garantia Técnica**

O Proponente deve indicar claramente em sua proposta o prazo de garantia e no que consiste a mesma. O fabricante deve garantir entre outras exigências o seguinte:

- o prazo mínimo de garantia aceito pela Enel Distribuição é de 24 (vinte e quatro) meses a contar da data de entrega do equipamento no local indicado pela Enel ou 18 (dezoito) meses após sua entrada em operação;
- a garantia deve cobrir qualquer deficiência de projeto, matéria prima, fabricação e desempenho. Portanto, a qualquer momento durante o período de garantia, todos os custos referentes a reparos substituição de componentes ou do próprio equipamento, bem como aos ensaios, embalagem, carga e descarga, seguro, frete etc, todos estes eventos associados a falha apresentada são de responsabilidade do fabricante. O fornecedor se obriga a substituir ou reparar qualquer acessório ou peça que apresente defeito ou falha oriundo da fabricação ou emprego de materiais inadequados, sem ônus para a Enel e no menor prazo possível após a solicitação da garantia;
- se o defeito for decorrente de erro de projeto ou de produção, tal que comprometa todas as unidades do lote adquirido, o fornecedor deverá substituí-las, arcando com todos os custos, independentemente da ocorrência deste defeito em cada uma delas;
- se após notificado, o fornecedor se recusar a efetuar os reparos ou substituições solicitadas, a Enel reserva-se o direito de executá-los e cobrar os custos ao fornecedor, sem que isto afete a garantia do equipamento;
- se durante o período de garantia do equipamento determinadas peças apresentarem desgaste excessivo ou defeitos frequentes, a Enel poderá exigir a reposição dessas peças em todas as unidades do fornecimento, sem ônus para a Enel;
- o período de garantia ficará renovado sempre que haja substituição total ou parcial do equipamento, ou seja, procedido qualquer reparo pelo fabricante;
- durante o período de garantia ocorrendo algum defeito ou falha no equipamento, e após os devidos reparos pelo fornecedor, a Enel poderá solicitar novos testes na unidade, sem quaisquer ônus adicionais. O fornecedor deve elaborar um relatório, detalhando as causas da falha e as alterações executadas no equipamento;
- todos os custos referentes a reparos ou substituição de qualquer acessório, peça ou mesmo do equipamento em sua totalidade, inclusive aqueles relativos a qualquer tipo de transporte ou parte dele, será de responsabilidade do fornecedor;
- após o término do prazo de garantia o Fornecedor deve responder pelo equipamento em caso de falha ou defeito que se constate decorrente de projeto ou fabricação, sem ônus para a Enel;
- o fornecedor deve garantir que durante a vida útil do equipamento, fornecerá as peças e acessórios para reposição;
- a garantia não deve estar condicionada a supervisão de montagem/energização realizada pelo fornecedor. Caso o fornecedor se recuse a atender esta cláusula, o mesmo deve incluir todas estas despesas no custo do equipamento;
- o fabricante deve informar qual a previsão de vida útil do transformador e seu o índice de falha.

**Assunto:** Transformador de Distribuição a Seco Uso Interno

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

---

**8. ANEXOS**

- Anexo A – Transformador a Seco – Tipo 1;
- Anexo B – Transformador a Seco – Tipo 2;
- Anexo C – Folhas de Dados Técnicos.

**Assunto:** Transformador de Distribuição a Seco Uso Interno

**Áreas de aplicação**

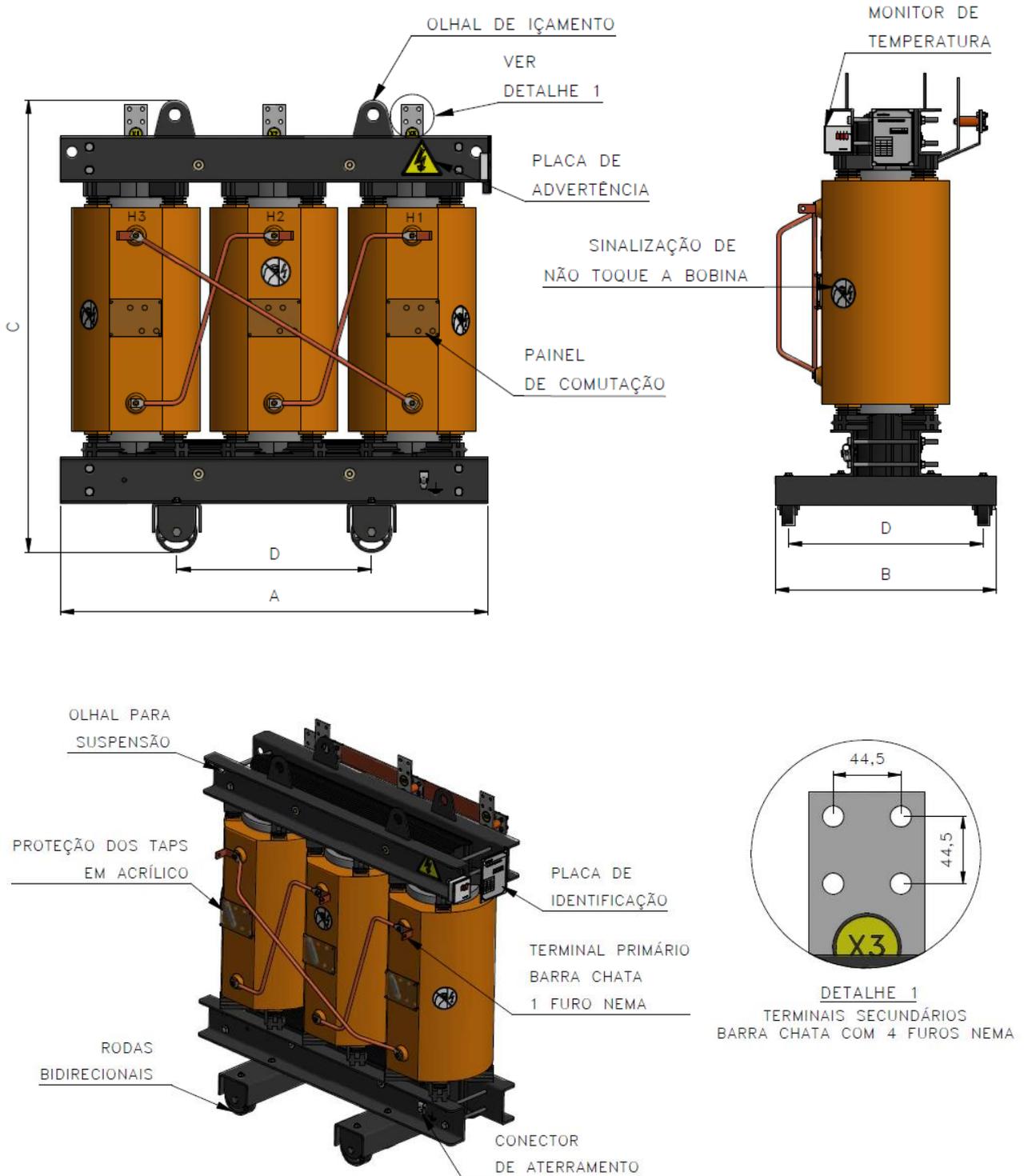
Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

**ANEXO A – TRANSFORMADOR A SECO – TIPO 1**



**Assunto:** Transformador de Distribuição a Seco Uso Interno

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

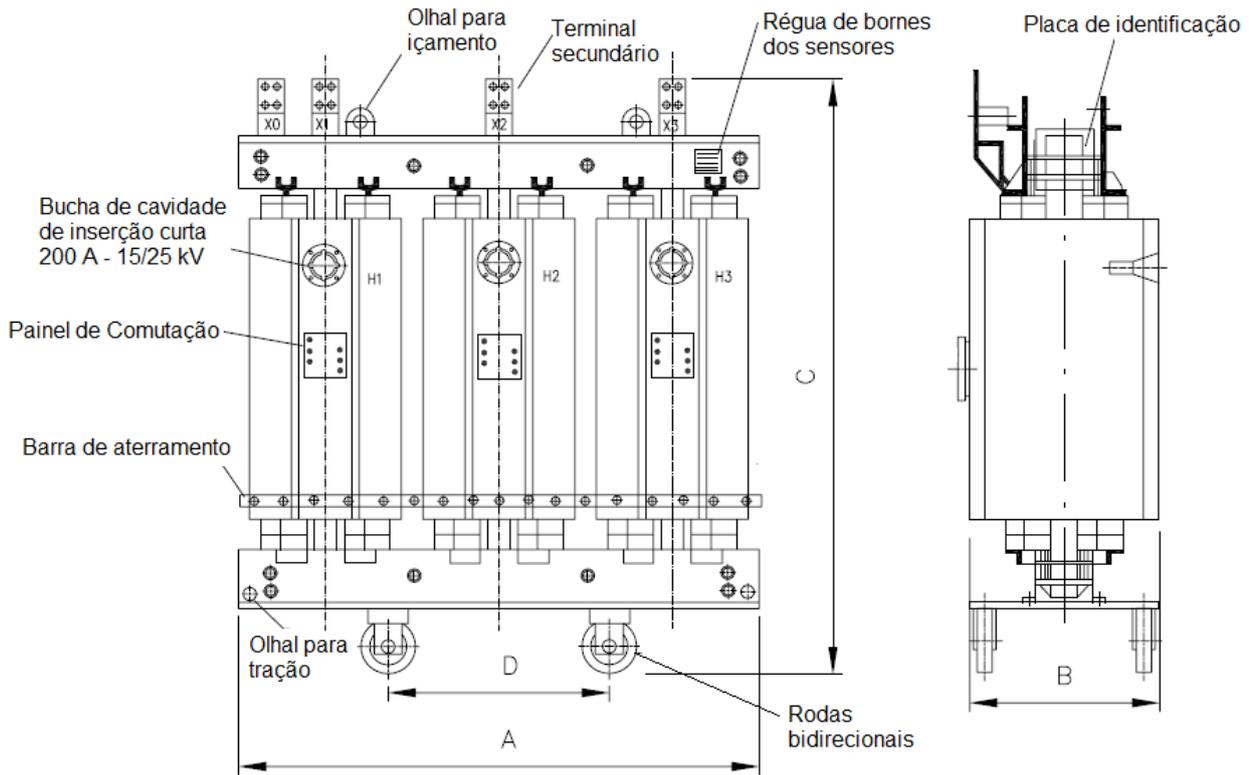
Função Apoio: -

Função Serviço:

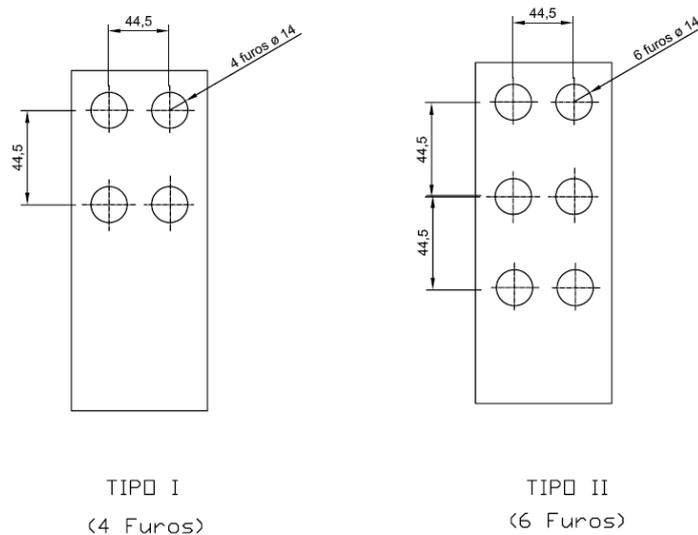
Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

**ANEXO B – TRANSFORMADOR A SECO – TIPO 2**

**B.1 - Desenho**



**B.2 – Terminais do Secundário**



TIPO I  
(4 Furos)

TIPO II  
(6 Furos)

**Assunto:** Transformador de Distribuição a Seco Uso Interno

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

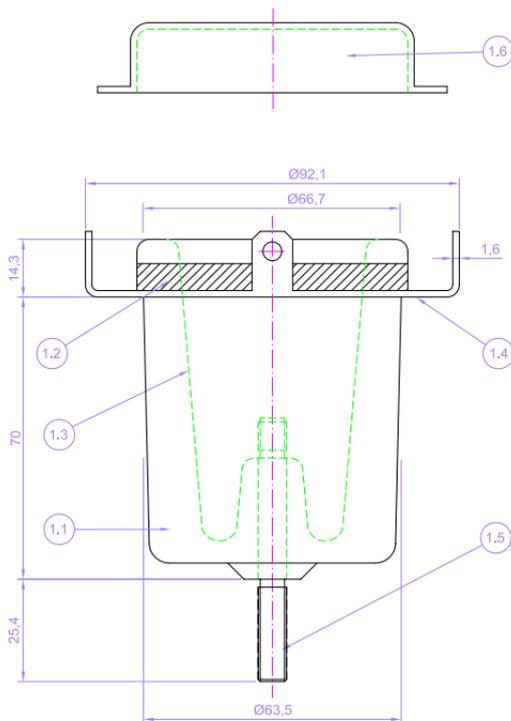
Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

**NOTA 1:** O conector deve ser fabricado em cobre eletrolítico, com espessura mínima da camada de estanho de 12µm;

**NOTA 2:** Devem ser gravados nos terminais, de forma legível e indelével, a identificação X0, X1, X2 e X3, correspondente ao neutro e as fases;

**NOTA 3:** O terminal secundário do tipo 1 deve ser utilizado em transformadores de 75, 150, 300, 500 e 1000 kVA e o terminal do tipo 2 em transformadores de 750 e 2000 kVA.

**B.3 – Bucha de Cavidade de Inserção**

**1) Detalhes construtivos:**

- 1.1) Semi condutora interna;
- 1.2) Interface;
- 1.3) Corpo em epoxi;
- 1.4) Flange de aço inoxidável (com 4 presilhas para engate do grampo de fixação);
- 1.5) Pino de conexão de cobre;
- 1.6) Capa protetora.

**2) Materiais componentes do kit:**

- 3)
- 2.1) Corpo básico;
- 2.2) Capa protetora;
- 2.3) Material de montagem;
- 2.4) Instrução de montagem.

**3) Identificação:** deve ser gravado na peça de forma visível e indelével o código do componente e o nome do fabricante;

Dimensões em milímetros