

# **NORMA TÉCNICA COPEL - NTC**

---

---

---

---

## **MATERIAIS DE DISTRIBUIÇÃO - ESPECIFICAÇÃO**

**TRANSFORMADOR DE INTERLIGAÇÃO 33/13,2 KV  
PARA INSTALAÇÃO EM ESTRUTURA H**

**810026**

**JULHO/2020**

---

COPEL DISTRIBUIÇÃO S/A

SUPERINTENDÊNCIA DE REGULAÇÃO FINANCEIRA E PLANEJAMENTO DA EXPANSÃO DA DISTRIBUIÇÃO – SRF

DEPARTAMENTO DE GESTÃO DE ACESSANTE E NORMALIZAÇÃO TÉCNICA DA DISTRIBUIÇÃO – DGNT

DIVISÃO DE NORMALIZAÇÃO TÉCNICA DA DISTRIBUIÇÃO - VNTD



**TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO  
INTEGRAÇÃO DE RAMAIS 34,5/15KV**

**APRESENTAÇÃO**

Esta Norma tem por objetivo estabelecer as condições mínimas exigíveis para o fornecimento do material em referência a ser utilizado nas Redes Aéreas de Distribuição Urbana e Rural na área de concessão da Companhia Paranaense de Energia - COPEL.

Para tanto foram consideradas as especificações e os padrões do material em referência, definidos nas Normas Brasileiras Registradas - NBR da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, particularizando-os para as Normas Técnicas COPEL - NTC, acrescidos das modificações baseadas nos resultados de desempenho destes materiais na COPEL.

Com a emissão deste documento, a COPEL procura atualizar as suas Normas Técnicas de acordo com a tecnologia mais avançada no Setor Elétrico.

Em caso de divergência esta Norma deve prevalecer sobre as outras de mesma finalidade editadas anteriormente.

Esta Norma encontra-se na INTERNET:

[www.copel.com](http://www.copel.com)

Acesso Rápido  
Normas Técnicas  
Materiais Padrão para Redes de Distribuição

**FERNANDO ANTONIO GRUPELLI JR.**

**SRF**



## TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO INTEGRAÇÃO DE RAMAIS 34,5/15KV

### ÍNDICE

1	OBJETIVO	4
2	NORMAS E/OU DOCUMENTOS COMPLEMENTARES	4
3	DEFINIÇÕES	5
4	CONDIÇÕES GERAIS	5
4.1	Condições de serviço	5
4.2	Identificação dos transformadores	5
4.3	Embalagem	5
4.4	Demais condições	6
4.5	Garantia	6
4.6	Embarque e Transporte	6
5	REQUISITOS TÉCNICOS	7
5.1	Sobrecarga	7
5.2	Regulação	7
5.3	Requisitos do Dielétrico	7
5.4	Deslocamento Angular e Polaridade	7
5.5	Requisitos de Curto-Circuito	7
5.6	Enrolamentos e conexões	7
6	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS	7
6.1	Características gerais do transformador	7
6.2	Materiais	7
6.3	Acabamento e pintura	10
6.4	Acessórios	10
6.5	Características elétricas	12
6.6	Características construtivas	12
7	ENSAIOS	13
7.1	Relação de ensaios	13
7.2	Classificação dos ensaios	14
Os ensaios previstos nesta NTC são classificados em:		14
7.3	Execução dos ensaios	14
8	<b>INSPEÇÃO, ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO</b>	18
8.1	Generalidades	18
8.2	Formação da amostra	19
8.3	Aceitação ou rejeição	20
8.4	Relatórios de ensaios	20
ANEXO A		22
ANEXO B		25



## TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO INTEGRAÇÃO DE RAMAIS 34,5/15KV

### 1 OBJETIVO

Esta NTC fixa as condições exigíveis que devem ser atendidas no fornecimento de transformador de distribuição, destinados à integração entre ramais de 34,5kV e 15kV nas redes aéreas de distribuição da COPEL.

<b>TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO PARA INTEGRAÇÃO DE RAMAIS</b>	
<b>20018815</b>	<b>TRANSFORMADOR, INTEGRAÇÃO; 3F; 33 / 13,2 KV; 500Kva</b> <b>Configuração: Estrela aterrada / Estrela Aterrada</b>

### 2 NORMAS E/OU DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Para fins de projeto, seleção de matéria-prima, fabricação, controle de qualidade, inspeção, utilização e acondicionamento dos transformadores de distribuição a serem fornecidos, esta NTC adota as normas abaixo relacionadas, em suas versões citadas ou mais recentes, bem como as normas nelas indicadas:

- ABNT-NBR-5034** - Buchas para equipamento elétrico de tensão superior a 1kV - Especificação.
- ABNT-NBR-5356** - Partes 1 a 10: Transformadores de potência
- ABNT NBR-5426** - Planos de amostragem e procedimento na inspeção por atributos
- ABNT NBR-5435** - Buchas para transformadores imersos em líquido isolante – tensão nominal 15kV, 24,2kV e 36kV – Especificação.
- ABNT-NBR-5456** - Eletricidade geral - Terminologia.
- ABNT-NBR-5458** - Eletrotécnica e eletrônica - Transformadores - Terminologia.
- ABNT-NBR-5906** - Chapas finas a quente de aço-carbono para estampagem - Especificação.
- ABNT-NBR-5915** - Chapas finas a frio de aço-carbono para estampagem - Especificação.
- ABNT NBR-6323** - Galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido - Especificação
- ABNT-NBR-6649** - Chapas finas a frio de aço-carbono para uso estrutural - Especificação.
- ABNT-NBR-6650** - Chapas finas a quente de aço-carbono para uso estrutural - Especificação.
- ABNT-NBR-6663** - Chapas finas a quente de aço-carbono e de aço de baixa liga e alta resistência - Requisitos gerais.
- ABNT-NBR-6648** - Chapas grossas de aço-carbono para uso estrutural
- ABNT-NBR-7277** - Medição do nível de ruído de transformadores e reatores - Método de ensaio.
- ABNT NBR-7397** - Produtos de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente – Determinação da massa Por unidade de área – Método de ensaio.
- ABNT NBR-7398** - Produtos de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente – Verificação de aderência do revestimento – Método de ensaio.
- ABNT NBR-7399** - Produtos de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente – Verificação de espessura de revestimento por método não destrutivo – Método de ensaio
- ABNT NBR 7400** - Galvanização de produtos de aço e ferro fundido imersão a quente – Verificação da uniformidade do revestimento – Método de ensaio.
- ABNT NBR 8158** - Ferragens eletrotécnicas para redes aéreas urbanas e rurais de distribuição de energia elétrica - Especificação
- ABNT NBR-11888** - Bobinas e chapas finas a frio e a quente de aço-carbono e aço de baixa liga e alta resistência – Requisitos gerais
- ABNT NBR-13882** - Líquidos isolantes elétricos - Determinação do teor de bifenilas policloradas (PCB)
- ABNT NBR-15422** - Óleo Vegetal Isolante
- ABNT NBR IEC 60085** - Isolação elétrica – Avaliação térmica e designação
- ASTM B 545** - Standard Specification for Electrodeposited Coatings of Tin.
- ASTM D 297** - Standard Test Methods for Rubber Products – Chemical Analysis.
- CISPR/TR 18-2** - Radio interference characteristics of overhead power lines and highvoltage equipment – Part 2– Methods of measurement and procedure for determining limits
- COPEL NTC 855000 a 190** - Montagem de Redes de Distribuição Compacta Protegida 13,8 e 34,5 KV
- COPEL NTC 855210 a 235** - Montagem de Redes de Distribuição Secundária Isolada
- COPEL NTC 856000 a 900** - Montagem de Redes de Distribuição Aérea – RDA
- COPEL NTC 810027** – Transformador de distribuição



## **TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO INTEGRAÇÃO DE RAMAIS 34,5/15KV**

As siglas acima referem-se a:

<b>ABNT</b>	- Associação Brasileira de Normas Técnicas.
<b>NBR</b>	- Norma Brasileira Registrada.
<b>ANP</b>	- Agência Nacional do Petróleo
<b>NTC</b>	- Norma Técnica Copel.
<b>ISO</b>	- International Standardization Organization.
<b>ASTM</b>	- American Society for Testing and Materials.
<b>ANSI/IEEE</b>	- American National Standards Institute / Institute of Electrical and Electronics Engineers.

No caso das NTCs a versão em vigor é indicada pela data (mês/ano) de emissão e estão disponíveis no site da Copel.

As normas mencionadas não excluem outras reconhecidas, desde que, concomitantemente:

- asseguem qualidade igual ou superior;
- sejam mencionadas pelo proponente na proposta;
- sejam anexadas à proposta;
- sejam aceitas pela COPEL.

Em caso de dúvida ou omissão prevalecem:

- esta NTC - Especificação;
- demais Normas Técnicas COPEL;
- as normas citadas no item 2 desta NTC;
- as normas apresentadas pelo proponente e aprovadas pela COPEL.

### **3 DEFINIÇÕES**

Os termos técnicos utilizados nesta NTC estão definidos nas normas ABNT NBR 5456, ABNT NBR 5458 e nas demais normas mencionadas no item 2 desta NTC.

### **4 CONDIÇÕES GERAIS**

#### **4.1 Condições de serviço**

Os transformadores de distribuição abrangidos por esta NTC devem ser adequados para operar a uma altitude de até 1000 metros, em clima tropical com temperatura ambiente de -5°C até 40°C, com média diária não superior a 35°C, umidade relativa do ar de até 100%, precipitação pluviométrica média anual de 1500 a 3000 milímetros, sendo que ficarão expostos ao sol, à chuva e à poeira instalados de acordo com as NTC's de montagem de redes de distribuição urbana e rural citadas no item 2 desta NTC.

O clima contribui para a formação de fungos e acelera a deterioração e a corrosão. O Fornecedor deve providenciar a tropicalização e tudo mais que for necessário para o bom desempenho dos transformadores nas condições objeto deste item.

Os transformadores aqui especificados são aplicáveis a sistemas elétricos de frequência nominal 60 Hz, com as características dadas na Tabela 5 do (Anexo A) e configurações dadas na Figura 1 do Anexo B desta NTC.

#### **4.2 Identificação dos transformadores**

Os transformadores devem possuir placa de identificação, rebitada em suporte soldado na parede do tanque, com afastamento mínimo de 20mm do tanque.

Todas as informações devem ser gravadas em português de forma legível e indelével. As dimensões da placa, bem como os dados e suas disposições que nela devem constar, devem estar de acordo com o especificado no item 6.2.7 e na NTC 811081- padrão.

#### **4.3 Embalagem**

O acondicionamento dos transformadores deverá ser efetuado de modo a garantir um transporte seguro em quaisquer condições e limitações que possam ser encontradas. Não podem apresentar rachaduras, trincas e sinais de deterioração, sendo que a Copel considera para efeito de garantia da embalagem, o mesmo período do material.



## **TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO INTEGRAÇÃO DE RAMAIS 34,5/15KV**

Toda discordância encontrada entre o Guia Básico de Embalagem e as embalagens fornecidas são passíveis de multa e desconto na fatura do material a título de ressarcimento de prejuízos. As embalagens não serão devolvidas ao fornecedor. Para fornecedores estrangeiros o transporte deve ser feito por meio de cofres de carga (containers).

Para maiores informações, consultar a Internet no seguinte endereço:

[www.copel.com](http://www.copel.com)

- Fornecedores e Parceiros
- Guias para fornecedores
- Guia para confecção de embalagens

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

- Nome ou marca do Fornecedor;
- Número e item do Contrato;
- Quantidade e tipo do material contido em cada volume;
- Massa total do volume (massa bruta), em quilogramas.

Marcações adicionais, necessárias para facilidade de transporte de materiais importados, poderão ser usadas e serão indicadas no Contrato ou nas Instruções para Embarque.

#### **4.4 Demais condições**

##### 4.4.1 Dimensões

Devem ser atendidas as dimensões externas indicadas na NTC 811081 - padrão.

##### 4.4.2 Montagem para entrega

Os transformadores deverão ser fornecidos completamente montados, cheios de óleo isolante, com as buchas e terminais, dispositivo de aterramento e acessórios solicitados, prontos para operação.

#### **4.5 Garantia**

Todos os equipamentos e seus acessórios, mesmos que não sejam de sua fabricação, serão garantidos pelo Fornecedor contra falhas ou defeitos de projeto, materiais e mão-de-obra durante de **24 (vinte e quatro) meses**.

O fornecedor deverá, a qualquer tempo, quando notificado pela COPEL e antes de expirado os citados períodos de garantia, efetuar prontamente reparos, correções, reformas, reconstruções e até mesmo substituições de componentes ou do equipamento todo, no sentido de sanar todos os defeitos, imperfeições ou falhas de materiais ou de fabricação, que venham a se manifestar, sendo que todas as despesas do Fornecedor e da COPEL com material, transporte, mão-de-obra, ensaios, etc., necessários ao desempenho operacional satisfatório do equipamento, correrão por conta do Fornecedor.

Se, após notificação, dentro do período de garantia, o Fornecedor se recusar, negligenciar ou falhar na correção de defeitos conforme mencionados, a COPEL terá o direito de efetuar os trabalhos de correção com seu próprio pessoal ou terceiros, a seu critério, visando reparar quaisquer defeitos de fornecimento, sem prejuízo de quaisquer direitos, assumindo o Fornecedor a responsabilidade por eventuais consequências indesejáveis ao(s) equipamento(s), advindas das ditas correções.

A COPEL, além disso, exigirá do Fornecedor o ressarcimento de todas as despesas reais de tais correções e quaisquer danos que delas resultem e ainda, a seu critério deduzirá das importâncias devidas ao Fornecedor, ou de outra forma, quantias correspondentes a despesas e prejuízos com o equipamento avariado, incluindo prejuízos em outros equipamentos próximos, que em consequência venham também a sofrer avarias.

Relativamente a um equipamento reparado ou substituído pelo Fornecedor, um novo período de 24 meses de garantia será iniciado, o mesmo ocorrendo em caso de reincidência do reparo.

#### **4.6 Embarque e Transporte**

Os transformadores deverão ser fornecidos completamente montados, cheios de óleo isolante, com as buchas e terminais, dispositivo de aterramento e acessórios solicitados, prontos para operação.

## **TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO INTEGRAÇÃO DE RAMAIS 34,5/15KV**

### **5 REQUISITOS TÉCNICOS**

#### **5.1 Sobrecarga**

Os equipamentos deverão ser projetados para suportar sobrecargas diárias e sobrecargas de pouca duração, de conformidade com as **Normas ANSI-C57.92** ou **ABNT-NBR 5356 – 7**.

#### **5.2 Regulação**

A regulação deverá ser garantida para uma temperatura de 95°C e fatores de potência da carga 1,0 e 0,8 indutivos, devendo esta regulação ter uma tolerância máxima em relação aos valores declarados de 7,5%.

#### **5.3 Requisitos do Dielétrico**

Todos os equipamentos deverão ser isolados de forma a resistir, sem nenhum sinal de deterioração, aos ensaios de tensão induzida e de tensão de frequência nominal aplicadas ao dielétrico, de acordo com as Normas ABNT-NBR 5356 ou ANSI-C57.12.00, C57.12.90 e C57.15.

Para o transformador tanto o enrolamento primário como o secundário serão projetados com isolamento total, em ligação estrela com neutro acessível.

Os níveis de isolamento dos enrolamentos acham-se especificados na tabela 6 desta NTC (anexo A). Os ensaios dielétricos deverão ser efetuados com os valores indicados. O nível de isolamento dos terminais de neutro deverá ser igual ao do enrolamento com tensão nominal de 33 kV.

#### **5.4 Deslocamento Angular e Polaridade**

As conexões dos enrolamentos dos transformadores deverão ser tais que o fasor de alta tensão esteja conforme indicado na tabela de características e avançado de 0° em relação ao de baixa tensão.

#### **5.5 Requisitos de Curto-Circuito**

Os equipamentos deverão ser capazes de resistir, sem danos, aos esforços mecânicos e elétricos causados por curtos-circuitos nos terminais externos, considerando-se a seguinte situação: deverá ser considerado curto-circuito nos terminais das tensões primária e secundária, admitindo-se barra infinita no enrolamento da tensão primária.

Deverão ser garantidos os valores para a corrente eficaz de curto-circuito simétrico citados na Tabela 7 desta NTC (anexo A).

#### **5.6 Enrolamentos e conexões**

Todos os condutores dos enrolamentos, cabos de conexões com, buchas e interligações entre bobinas, deverão ser de alumínio ou cobre.

As conexões não deverão impor limitação ao carregamento dos enrolamentos, deverão ser capazes de conduzir pelo menos 50% acima da corrente nominal de cada enrolamento, correspondente à derivação de menor tensão.

### **6 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS**

#### **6.1 Características gerais do transformador**

O transformador deverá possuir massa total máxima (com óleo) de 2.000kg, sendo prevista a sua instalação em estrutura H.

#### **6.2 Materiais**

##### **6.2.1 Tanque, tampa e radiadores**

O corpo, o fundo e a tampa do tanque devem ser de chapa de aço conforme a ABNT NBR 5440, devendo ser verificadas inclusive as espessuras mínimas.

## TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO INTEGRAÇÃO DE RAMAIS 34,5/15KV

Nos radiadores aletados e painéis corrugados devem ser utilizadas chapas conforme a ABNT NBR 5915-1, com no mínimo 1,2mm de espessura, ou tubos conforme a ABNT NBR 5590, com no mínimo 1,5 mm de espessura.

**OBS.: 1) Não deve ser instalado suporte para para-raios.**

As soldas executadas na confecção do tanque devem ser feitas de modo contínuo e do lado externo.

Deve ser garantida a continuidade elétrica entre a tampa e o tanque de forma que não impeça a retirada da tampa. Os transformadores devem suportar a pressão manométrica de 0,07MPa (0,7kgf/cm<sup>2</sup>) durante uma hora.

### 6.2.2 Juntas de vedação

As juntas de vedação do tanque, da tampa de inspeção, das buchas e de outras ligações aparafusadas deverão ser projetadas de modo a preservá-las e protegê-las contra a ação de água e dos raios de sol, garantindo às juntas estanqueidade ao óleo e água, e deverão ser providas de limitadores, a fim de evitar o seu esmagamento.

Os materiais de vedação dos transformadores devem ser de elastômeros e atender às características dadas na tabela 1.

Os elastômeros permitidos são:

- a) NBR - copolímero acrilonitrila butadieno com alto teor de acrilonitrila (35 a 41%);
- b) HNBR - copolímero acrilonitrila butadieno hidrogenado com alto teor de acrilonitrila (35 a 41%);
- c) FKM - flourelastômero;
- d) FVQM - fluirsilicone.

**Tabela 1 - Metodologia para avaliação de elastômeros utilizados em contato com óleo vegetal isolante.**

Avaliação de elastômero utilizados em contato com éster natural isolante (ENI)		
Ensaio	Metodologia	Valor especificado
Teor de acrilonitrila (para NBR e HNBR) (%)	ASTMD 297-15	≥ 35
Dureza da Shore A	ASTM224C	65 ± 5
Teor de cinzas (%)	-	≤ 15
Enxofre livre	ASTM D 1619	Negativo
Envelhecimento em fluido isolante (168h a 100°C)	Varição de Volume (%) ASTM D 471-16	± 5
	Varição de dureza (pontos) ASTM D 2240	± 5
Relaxação de tensão por compressão (%) - em ar a 100°C, por 168 horas com compressão de 25%	ASTM D 26147-14	≤ 20
Relaxação de tensão por compressão (%) - em OVI a 60°C, por 168 horas com compressão de 25%	ASTM D 26147-14	≤ 15
Recomenda-se que os líquidos no ensaio de envelhecimento atendam os requisitos da ABNT NBR 15.422 para éster (óleo) natural isolante.		

### 6.2.3 Óleo Vegetal Isolante

Antes do contato com o equipamento o óleo vegetal deve ser de acordo com a ABNT NBR 15422.

O óleo deve ter aparência clara e límpida e ser isento de matérias em suspensão ou sedimentadas. Deve ser isento de PCB - bifenilas policloradas. Após o contato com o equipamento, deve possuir características conforme a Tabela 2.





**TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO  
INTEGRAÇÃO DE RAMAIS 34,5/15KV**

**TABELA 2 – Características do óleo isolante após contato com equipamento**

Características do óleo vegetal após contato com equipamento				
	Unidade	ASTM	ABNT NBR	Valor
Tensão interfacial	mN/m	-	-	não
Teor de água	mg/kg <sup>(a)</sup>	D 1533	10710	≤ 300
Rigidez dielétrica (eletrodo de disco) <sup>(b)</sup>	kV	D 877	6869	≥ 30
Rigidez dielétrica (eletrodo de calota) <sup>(b)</sup>	kV	-	IEC 60156	≥ 45
Fator de perdas dielétricas ou fator de dissipação a 25 ° C <sup>(c)</sup>	%	D 924	12133	≤ 0,5
Fator de perdas dielétricas ou fator de dissipação a 100 ° C <sup>(c)</sup>	%	D 924	12133	≤ 8
Índice de neutralização	mgKOH/g	D 974	14248	≤ 0,06
Ponto de combustão	°C	D92	11341	≥ 300
Teor de bifenilas policloradas (PCB)	mg/kg <sup>(a)</sup>	-	13882	Não detectado
a) A unidade mg/kg equivale a ppm;				
b) Qualquer um dos métodos de medição da rigidez dielétrica pode ser utilizado;				
c) Qualquer dos métodos de medição do fator de perdas dielétricas pode ser utilizado.				

#### 4 Núcleo

O núcleo deve ser formado por lâminas de aço silício de grãos orientados, conforme a IEC 60404-8-7, possuindo, como características principais, alta permeabilidade e baixas perdas por histerese.

O núcleo deve ser aterrado através de um único ponto à massa do transformador. Quando aplicável, os tirantes que atravessam as lâminas do núcleo devem ser isolados dessas lâminas e aterrados.

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

O núcleo e outras partes metálicas que façam parte do circuito magnético do transformador devem ser dimensionados de forma a não limitarem o carregamento do equipamento em valor inferior a 50% acima da potência nominal de placa por excesso de fluxo disperso. O equipamento deve ser projetado de maneira a evitar o aquecimento do tanque e tampa devido a correntes induzidas por fluxo disperso ou mesmo circulação contínua de fluxo magnético.

#### 6.2.5 Enrolamentos

Devem ser de condutores de cobre ou de alumínio, de forma a atender às características elétricas especificadas conforme NTC 811081. O fio esmaltado deve ser no mínimo de classe térmica 180 (H), de acordo com a ABNT NBR IEC 60085.

Os materiais isolantes dos transformadores devem ser no mínimo de classe térmica 105 (A), de acordo com a ABNT NBR IEC 60085. Vide item 6.6.3.

#### 6.2.6 Buchas

Todas as buchas utilizadas nos transformadores deverão ser do tipo construtivo porcelana e possuir nível de isolamento de valor igual ou superior ao nível de isolamento dos enrolamentos a que estiverem conectadas; deverão ser capazes de conduzir no mínimo 50% acima da corrente nominal de cada enrolamento, correspondente à derivação de menor tensão. As buchas deverão ser feitas de porcelana de primeira qualidade, sem porosidade, quimicamente inerte, não higroscópica, de alto ponto de fusão e alta resistência mecânica. Todas as superfícies expostas deverão ser vitrificadas e de preferência na cor cinza clara ou marrom. Não será aceita porcelana defeituosa ou retocada.



## **TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO INTEGRAÇÃO DE RAMAIS 34,5/15KV**

Todas as partes metálicas das buchas deverão ser zincadas à quente.

Buchas do mesmo tipo e capacidade devem ser intercambiáveis e iguais mecânica e eletricamente.

### 6.2.7 Placa de Identificação

Os transformadores devem possuir placa de identificação, rebitada em suporte soldado na parede do tanque, com afastamento mínimo de 20mm do tanque.

Todas as informações devem ser gravadas em português de forma legível e indelével. As dimensões da placa, bem como os dados e suas disposições que nela devem constar, devem estar de acordo com o especificado na NTC 811081, acrescido de dados de rastreabilidade contendo o número do laudo indicando ausência de bifenilas policloradas (PCB).

Deve ser de alumínio anodizado com espessura de 0,8mm ou de aço inoxidável com espessura de 0,5mm. A fixação da placa ao seu suporte deve ser por meio de rebites de material resistente à corrosão.

Demais características conforme NTC 811081.

Em função das alternativas para os limites de elevação de temperatura, além dos demais dados deverá constar na placa:

- elevação de temperatura dos enrolamentos: 55, 65 ou 75 °C;
- os valores das perdas em vazio garantidas;
- impedância (valor medido) e das perdas totais garantidas indicando se referente a 75, 85 ou 95°C, conforme o caso;
- citar “papel isolante” do tipo “classe Térmica 105 (A)” ou “termoestabilizado classe Térmica 120 (E)” ou superior.

### 6.2.8 Ferragens

As fixações externas em aço (porcas, arruelas, parafusos) devem ser revestidas de zinco por imersão a quente conforme a ABNT NBR 6323.

## 6.3 Acabamento e pintura

### 6.3.1 Acabamento interno

No acabamento interno dos transformadores devem ser observados os seguintes requisitos:

- as impurezas devem ser removidas por processo adequado logo após a fabricação do tanque;
- deve ser aplicada base antiferruginosa que não afete e não seja afetada pelo líquido isolante, com espessura seca mínima de 30 µm.

**OBS.: 2)** Não deverá ser utilizada a opção da ABNT NBR 5440 que permite não pintar internamente o tanque.

### 6.3.2 Acabamento externo

Para os transformadores para ambientes normais devem ser observados os requisitos abaixo indicados:

- As impurezas devem ser removidas por processo químico ou jateamento abrasivo ao metal quase branco, padrão visual Sa 2 ½ da SIS-05-5900, logo após a fabricação do tanque;
- antes do início de qualquer processo de oxidação, recomenda-se que seja aplicada tinta de base antiferruginosa seguida de tinta compatível, perfazendo uma espessura seca total mínima de 120µm. Alternativamente, as tintas mencionadas neste item podem ser substituídas por tinta de dupla função ou por processo eletrostático.
- A cor do acabamento externo do tanque deve atender ao padrão abaixo: cor verde claro Munsell 5G 8/4. Visando facilitar a identificação, na tampa deverá ser escrito “ÉSTER NATURAL” em letras conforme NTC 811081.

## 6.4 Acessórios

Deverão ser fornecidos, montados nos equipamentos, os acessórios a seguir discriminados.

### 6.4.1 Dispositivo de aterramento

Deve ser por conector conforme NTC 811081. Quanto ao torque, o conector e o parafuso devem suportar o valor mínimo de ensaio especificado na Tabela 8 do anexo A desta NTC), sem sofrer ruptura nem deformação permanente. Ele deve estar localizado em suporte próprio na parte inferior do tanque.



## **TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO INTEGRAÇÃO DE RAMAIS 34,5/15KV**

### 6.4.2 Orelhas de suspensão

Devem ser em número de duas, conforme NTC 811081. Suas dimensões, formato e resistência mecânica devem ser adequados para içamento e locomoção segura do transformador, sem causar danos à tampa, tanque ou buchas.

As orelhas de suspensão devem ser soldadas ao tanque e ser isentas de arestas vivas para não danificar os cabos ou correntes de içamento.

### 6.4.3 Estrutura de apoio

Os transformadores de distribuição devem ser providos de estruturas de apoio adequadas, para proteção do fundo do tanque, bem como para possibilitar a instalação em estrutura H.

### 6.4.4 Numeração COPEL

Os transformadores de distribuição adquiridos pela COPEL devem ser numerados pelos respectivos fabricantes, com número de controle e potência em kVA, com formato e dimensões dos algarismos conforme NTC 811081. O número de controle é fornecido pela COPEL em cada Contrato.

A numeração dos transformadores deve ser feita de modo indelével, resistente às condições atmosféricas (sol, chuva, granizo, etc.) e à elevação de temperatura (funcionamento do transformador). Este número de controle deve ser também gravado na placa de identificação, devendo garantir bom padrão visual e perfeita legibilidade.

### 6.4.5 Indicação do nível de óleo

Os transformadores devem ter um traço interno demarcatório, indelével, indicando o nível do líquido isolante a 25 °C, pintado em cor contrastante com o acabamento interno do tanque, de maneira que seja bem visível ao se retirar a tampa do tanque.

### 6.4.6 Dispositivo de alívio de pressão

O transformador deve ser equipado com um dispositivo de alívio de pressão interna, com os seguintes requisitos mínimos abaixo indicados, além das demais características especificadas na ABNT NBR 5440:

- pressão de alívio de 69 kPa (0,70 kgf/cm<sup>2</sup>) ± 20 %;
- pressão de selamento mínima de 41,4 kPa (0,42 kgf/cm<sup>2</sup>).

Além disso, o dispositivo deve possuir também as seguintes características, devendo atender integralmente a ABNT NBR 5440:

- orifício de admissão de ¼ pol (6,4 mm) – 18 NPT;
- corpo hexagonal de latão de 16 mm, dimensionado para suportar uma força longitudinal de 45 kgf;
- disco externo de vedação de material não oxidável, para impedir, de forma permanente, a entrada de poeira, umidade e insetos;
- 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.

O dispositivo de alívio deve estar posicionado na tampa do transformador com adaptador em “L”, observada a condição de carga máxima de emergência do transformador de 200 %, e não pode, em nenhuma hipótese, dar vazão ao óleo expandido.

Deve ser posicionado também de forma a não ficar exposto a danos quando dos processos de içamento, carga, descarga e instalação do transformador.

### 6.4.7 Conectores

Os conectores para todas as buchas, inclusive as de neutros, deverão atender ao especificado a seguir:

- a) conectores das buchas: estanhado para chegada horizontal ou vertical de cabos de alumínio de 70 a 185mm<sup>2</sup>;
- b) conectores (dois, um para cada ramal de tensão) para ligação do tanque à terra, para cabos de cobre 16 a 70mm<sup>2</sup>.

Os conectores devem suportar, sem avarias na rosca ou ruptura de qualquer parte dos componentes, os momentos mínimos de torção, indicados na Tabela 3.



**TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO  
INTEGRAÇÃO DE RAMAIS 34,5/15KV**

**TABELA 3 – Características de resistência ao momento de torção nos conectores**

Tipo de rosca	Torque mínimo	
	N x m	Kgf x m
M10	16,70	1,70
M12	28,20	2,88
M16	76,00	7,75

**6.5 Características elétricas**

Os transformadores de distribuição devem atender aos valores especificados conforme NTC 811081. A frequência nominal de todos os transformadores de distribuição é 60 Hz.

**6.6 Características construtivas**

**6.6.1 Montagem das buchas e marcação dos terminais**

As buchas devem ser montadas sobre a tampa, em ressaltos adequados para evitar a acumulação de água em torno delas.

Em nenhum caso será admitido o uso de flange externo para fixação das buchas. As buchas devem ser respectivamente identificadas no tanque por meio de marcação externa indelével, cor preta (notação MUNSELL N1).

Detalhes e dimensionamento das buchas e terminais primários e secundários encontram-se na NTC 811081. Os terminais devem suportar o torque de ensaio conforme indicado na Tabela 8 do Anexo A desta NTC.

**6.6.2 Montagem do tanque e dos radiadores**

O tanque não tem respirador. Deve, portanto, funcionar hermeticamente fechado e ser de construção robusta para suportar a variação da pressão interna, bem como o peso próprio quando suspenso. Deve apresentar um traço interno para indicar o nível do óleo à temperatura de 25°C, conforme item 6.4.5 desta NTC.

A tampa deve ser fixada ao tanque por meio de dispositivo adequado, proporcionando vedação perfeita, e ser provida de ressaltos para evitar a acumulação de água. Os ressaltos não devem causar danos às gaxetas de vedação das buchas.

Os radiadores devem ser montados de forma tal que não impeçam e nem tornem inadequada a instalação do transformador na estrutura H.

**6.6.3 Limites de elevação de temperatura**

A elevação máxima de temperatura dos enrolamentos (medida pelo método da variação da resistência), do ponto mais quente dos enrolamentos e do óleo sobre a temperatura ambiente, nas condições nominais de operação do transformador, deve atender ao especificado na TABELA 4 e ao item 6.2.5.

**TABELA 4 – Alternativas para os limites de elevação de temperatura**

Temperatura	Limites de elevação de temperatura em °C		
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Média dos Enrolamentos	55	65	75
Ponto mais quente dos enrolamentos	65	80	90
Óleo isolante (topo do óleo)	50	60	70
Temperatura de referência das perdas totais e da impedância	75	85	95

**NOTA:** Conforme estabelecido nas ABNT NBR 5356 e ABNT NBR 5440, para os limites de temperatura da alternativa 3, aplicável apenas a transformadores imersos em óleo vegetal isolante, a isolamento dos enrolamentos pode ser em papel Kraft regular, papel termoestabilizado ou papel aramida compatível com o óleo isolante.



## **TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO INTEGRAÇÃO DE RAMAIS 34,5/15KV**

**OBS.: 3)** Considera-se que o óleo vegetal isolante melhora as características térmicas do papel Kraft ou Termoestabilizado, permitindo as características da alternativa 3.

**4)** As perdas e a impedância têm observações indicadas em 7.3.12 e 7.3.13, valendo os mesmos valores para as três alternativas acima.

### 6.6.4 Nível de ruído

O nível médio de ruído audível permitido deve ser conforme NTC 811081.

### 6.6.5 Demais características construtivas

Conforme ABNT NBRs 5440 e 5356.

### 6.6.6 Parte ativa

O fabricante deverá empregar método apropriado de secagem da parte ativa, de modo a obter um teor de umidade próximo a 1,5% no papel isolante impregnado com óleo (característica desejável, porém não obrigatória).

### 6.6.7 Capacidade de resistir a curtos-circuitos

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

**NOTA:** quando a combinação das impedâncias do transformador e do sistema resultar em níveis de correntes de curto-circuito superiores a 25 vezes a corrente nominal do transformador, recomenda-se que sejam tomadas medidas para reduzir este valor no ponto de aplicação do equipamento.

## **7 ENSAIOS**

Os métodos de ensaios de recebimento dos equipamentos deverão estar de acordo com as Normas **ABNT, ANSI** ou **IEC** em suas últimas revisões aprovadas. As características dos equipamentos, aparelhos e instrumentos, durante os ensaios, não deverão ser afetadas com as variações de frequência, corrente ou tensão dos circuitos que os alimentam. Todas as correções necessárias deverão ser feitas para satisfazer às condições padronizadas.

Os ensaios de recebimento deverão ser feitos em todo o lote (100%) de equipamentos completamente montados, cheios de óleo, com todos os acessórios ligados e prontos para entrar em serviço. Os ensaios deverão ser executados em 60 Hz.

### **7.1 Relação de ensaios**

Para comprovação das características de projeto, processo de fabricação, material e mão-de-obra são exigidos os seguintes ensaios:

- 1) Inspeção geral, inclusive do tipo de papel utilizado e de sua classe térmica
- 2) Verificação dimensional
- 3) Tensão suportável à frequência industrial
- 4) Tensão induzida de curta duração
- 5) Tensão suportável nominal de impulso atmosférico aplicados aos terminais de tensão primária e secundária
- 6) Tensão de radiointerferência
- 7) Nível de ruído
- 8) Resistência de isolamento
- 9) Relação de tensões
- 10) Deslocamento angular e sequência de fases
- 11) Corrente de excitação
- 12) Perdas em vazio e totais
- 13) Tensão de curto-circuito
- 14) Resistência elétrica dos enrolamentos
- 15) Elevação de temperatura
- 16) Estanqueidade
- 17) Capacidade de suportar curto-circuito
- 18) Características físico-químicas do óleo isolante
- 19) Ensaio para determinação de presença de PCB no óleo



## **TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO INTEGRAÇÃO DE RAMAIS 34,5/15KV**

- 20) Ensaio de pintura
- 21) Zincagem
- 22) Torque dos terminais
- 23) Estanhagem dos terminais
- 24) Verificação das características dos materiais de vedação
- 25) Verificação da classe térmica do fio esmaltado
- 26) Verificação do dispositivo de alívio de pressão

**NOTA:** - Os ensaios relacionados neste item não invalidam a realização, por parte do fornecedor, daqueles que julgar necessários ao controle de qualidade do seu produto.

### **7.2 Classificação dos ensaios**

Os ensaios previstos nesta NTC são classificados em:

- ensaios de tipo;
- ensaios de recebimento;
- ensaios complementares de recebimento.

#### 7.2.1 Ensaio de tipo

São os ensaios relacionados na Tabela 9 (Anexo A) desta NTC, a serem realizados pelo fornecedor, para verificação de determinadas características de projeto e do material. Estes ensaios devem ter seus resultados devidamente comprovados, por meio de relatórios de ensaios emitidos por órgão tecnicamente capacitado, devendo o relatório de ensaio atender ao item 7.4 desta NTC.

Estes ensaios devem ser realizados conforme o item 7.3 desta NTC.

#### 7.2.2 Ensaio de recebimento

São os ensaios relacionados na Tabela 9 (Anexo A) desta NTC, realizados nas instalações do fornecedor ou em laboratório credenciado, na presença de inspetor da COPEL, por ocasião do recebimento de cada lote. Estes ensaios devem ser realizados conforme o item 7.3 desta NTC.

#### 7.2.3 Ensaio complementar de recebimento

São os ensaios relacionados na Tabela 9 (Anexo A) desta NTC, realizados nas instalações do fornecedor ou em órgão tecnicamente capacitado, na presença de inspetor da COPEL, por ocasião do recebimento de cada lote.

A realização destes ensaios fica a critério da COPEL e, neste caso, devem ser realizados conforme o item 7.3 desta NTC.

### **7.3 Execução dos ensaios**

Os métodos de ensaio dos transformadores de distribuição devem obedecer o descrito a seguir e estar de acordo com as normas em suas revisões mais recentes, citadas no item 2 desta NTC.

#### 7.3.1 Inspeção geral

Devem ser verificados os itens abaixo:

- a) Material e acabamento: devem atender os requisitos mencionados no item 6.2 desta NTC;
- b) Características construtivas: devem atender os requisitos mencionados nos itens 4.4.2 e 6.6 desta NTC;
- c) Acessórios: devem atender os requisitos mencionados no item 6.4 desta NTC;
- d) Identificação: devem atender os requisitos mencionados no item 4.2 desta NTC;
- e) Embalagem: deve atender os requisitos mencionados no item 4.3 desta NTC;
- f) Verificação do tipo de papel isolante utilizado e de sua classe térmica, em função dos limites de elevação de temperatura (55 ou 65°C). Vide item 6.6.3;
- g) Verificação da continuidade elétrica entre a tampa e o tanque de forma que não impeça a retirada da tampa. Vide item 6.2.1.
- h) Verificação do QRcode através da leitura com um aplicativo apropriado (smartphone, tablet, etc.), identificando as informações conforme NTC 811081.

**NOTA:** - Cada equipamento deve ter um QRcode único, o que pode ser verificado através da identificação do número de série do equipamento e do número de controle Copel.



## **TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO INTEGRAÇÃO DE RAMAIS 34,5/15KV**

Constitui falha a não conformidade de qualquer uma das características verificadas com as especificadas nos itens acima mencionados.

### 7.3.2 Verificação dimensional

Devem ser verificadas todas as dimensões indicadas na NTC 811081.

Constitui falha a não conformidade de qualquer uma das dimensões verificadas com as especificadas.

### 7.3.3 Tensão suportável nominal à frequência industrial (tensão aplicada)

Vide também 8.2.1.1. O ensaio deve ser executado conforme método de ensaio descrito na ABNT NBR 5356-3.

Constitui falha a ocorrência de descarga disruptiva ou qualquer dano a algum componente do transformador, sob a tensão de ensaio especificada na Tabela 6 (Anexo A) desta NTC.

### 7.3.4 Tensão induzida de curta duração

O ensaio deve ser executado conforme método de ensaio descrito na ABNT NBR 5356-3.

Constitui falha a ocorrência de descarga disruptiva ou qualquer dano a algum componente do transformador, sob a tensão de ensaio especificada na Tabela 6 (Anexo A) desta NTC.

### 7.3.5 Tensão suportável nominal de impulso atmosférico

O ensaio deve ser executado conforme método de ensaio descrito na ABNT NBR 5356-4 e Anexo E da ABNT NBR 5440, aplicado a todos os terminais dos enrolamentos (33 kV e 13,2kV). A sequência de aplicações (reduzidas, plenas e cortadas) deve ser a estabelecidas nas normas referidas.

Constitui falha a ocorrência de descarga disruptiva ou qualquer dano a algum componente do transformador, sob a tensão de ensaio especificada na Tabela 6 (Anexo A) desta NTC.

### 7.3.6 Tensão de radiointerferência (TRI)

O transformador deve ser submetido ao ensaio de tensão de radiointerferência segundo a CISPR/TR 18-2. A tensão de ensaio é a especificada na NTC 811081, e deve ser aplicada a cada terminal de AT do transformador totalmente montado, com os demais terminais e tanque aterrados.

Constitui falha a ocorrência de tensão de radiointerferência de valor superior ao especificado na NTC 811081.

### 7.3.7 Nível de ruído

O ensaio deve ser executado conforme método de ensaio descrito na ABNT NBR 7277.

Constitui falha a ocorrência de níveis de ruído superiores ao especificado na NTC 811081.

### 7.3.8 Resistência do isolamento

O ensaio deve ser executado conforme método de ensaio descrito na ABNT NBR 5356-1.

Este ensaio constitui precaução preliminar na execução de ensaios dielétricos, bem como referência para futuras manutenções e cuidados preliminares à energização do transformador.

### 7.3.9 Relação de transformação

O ensaio deve ser executado conforme descrito na ABNT NBR 5356-1.

Constitui falha a ocorrência de erros de tensão, em relação às tensões nominais especificadas na NTC 811081, além das tolerâncias admitidas na ABNT NBR 5440, que para este ensaio especifica uma tolerância de  $\pm 0,5\%$ .

### 7.3.10 Deslocamento angular e sequência de fases

Este ensaio deve ser executado conforme método de ensaio descrito na ABNT NBR 5356-1.



## **TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO INTEGRAÇÃO DE RAMAIS 34,5/15KV**

Constitui falha a não coincidência entre os diagramas fasoriais (primário e secundário) levantados neste ensaio e os diagramas fasoriais indicados na NTC 811081 e demais condições da ABNT NBR 5356-1.

### 7.3.11 Corrente de excitação

O ensaio deve ser executado conforme método de ensaio descrito na ABNT NBR 5356-1.

Para cada lote de entrega, o valor médio da corrente de excitação deve ser, no máximo, aquele apresentado nas tabelas da NTC 811081. No entanto, caso na licitação referente ao Contrato em questão tenha sido proposto pelo fabricante um valor médio da corrente de excitação menor que o padronizado, este valor médio menor deve ser atendido.

Constitui falha a ocorrência de valores individuais superiores ao limite máximo permissível, observada a tolerância indicada na ABNT NBR 5440, que para este ensaio é + 20 %.

### 7.3.12 Perdas em vazio e perdas totais

O ensaio deve ser executado conforme método de ensaio descrito na ABNT NBR 5356-1. Para cada lote de entrega, os valores médios de perdas em vazio e das totais devem ser, no máximo, aquele apresentado nas Tabelas da NTC 811081. No entanto, caso na licitação referente ao Contrato em questão tenham sido propostos pelo fabricante valores médios de perdas menores que os padronizados, estes valores médios menores devem ser atendidos.

Constitui falha a ocorrência de valores individuais superiores aos limites permissíveis, observadas as tolerâncias indicadas na ABNT NBR 5440, que para este ensaio são de:

- Perdas em vazio: + 10 %
- Perdas totais: + 6 %

Deve ser destacado claramente nos relatórios de ensaios a temperatura de referência das perdas totais (75, 85 ou 95 °C), conforme item 6.6.3 desta NTC.

### 7.3.13 Tensão (ou Impedância) de curto circuito

O ensaio deve ser executado conforme método de ensaio descrito na ABNT NBR 5356-1.

Constitui falha a ocorrência de impedância de curto circuito com valor diferente do estabelecido na NTC 811081, observada a tolerância indicada na ABNT NBR 5440, que para este ensaio é de  $\pm 7,5$  %.

Deve ser destacado claramente nos relatórios de ensaios a temperatura de referência (75, 85 ou 95 °C), conforme item 6.6.3 desta NTC.

### 7.3.14 Resistência elétrica dos enrolamentos

O ensaio deve ser executado conforme descrito na ABNT NBR 5356-1.

Este ensaio é referência para o ensaio de elevação de temperatura do transformador, para futuras manutenções e para cuidados preliminares na energização do transformador. Deve ser destacado claramente nos relatórios de ensaios os limites de elevação de temperatura em °C, conforme item 6.6.3 desta NTC que se aplicam ao transformador.

### 7.3.15 Elevação de temperatura

O ensaio deve ser executado conforme descrito na ABNT NBR 5356-2.

Constitui falha a ocorrência de elevações de temperatura dos enrolamentos e/ou do óleo isolante superiores aos limites especificados no item 6.6.3 desta NTC. Deve ser destacado claramente nos relatórios de ensaios os limites de elevação de temperatura em °C que se aplicam ao transformador.

### 7.3.16 Estanqueidade e resistência à pressão a frio

O ensaio deve ser executado conforme descrito na ABNT NBR 5356-1.

Constitui falha se o transformador não suportar a pressão manométrica (0,07 MPa) durante o tempo de aplicação de uma hora.





## **TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO INTEGRAÇÃO DE RAMAIS 34,5/15KV**

Deve-se verificar a ocorrência de vazamentos nas buchas e nas soldas. O dispositivo de alívio de pressão deve estar inoperante. O fabricante deve realizar este ensaio em todas as peças do lote, antes de apresentá-lo para inspeção.

### 7.3.17 Capacidade de suportar curtos circuitos

O ensaio da capacidade dinâmica de suportar curtos circuitos deve ser executado conforme descrito na ABNT NBR 5356-5, porém considerando o limite de 25 vezes a corrente nominal. A capacidade térmica de suportar curtos circuitos deve ser demonstrada por cálculo, conforme descrito na ABNT NBR 5356-5.

Constitui falha o não atendimento a qualquer das condições de aprovação listadas na ABNT NBR 5356-5.

### 7.3.18 Ensaio do óleo isolante

Devem ser verificadas as características listadas na Tabela 2 desta NTC, pelos métodos de ensaio descritos nas normas indicadas.

Vide também 8.2.1.2.

Constitui falha o não atendimento aos valores limites de qualquer das características físico químicas indicadas, bem como o não atendimento às exigências gerais contidas no item 6.2.3 desta NTC.

### 7.3.19 Ensaio para determinação da presença de PCB no óleo isolante

Deve ser verificada a ausência de PCB no óleo isolante conforme Tabela 2 desta NTC, pelos métodos de ensaio descritos nas normas indicadas.

Vide também 8.2.1.3.

### 7.3.20 Ensaio da pintura

A pintura interna deve ser ensaiada conforme descrito nos itens D.2, D.3, D.4, D.6 e D.9 do Anexo D da NBR 5440.

Constitui falha o não atendimento às condições de aprovação contidas nesses mesmos itens de ensaio ou às exigências do item 6.3.1 desta NTC.

A pintura externa deve ser ensaiada conforme descrito nos itens D.1 até D.9 do Anexo D da ABNT NBR 5440.

Constitui falha o não atendimento às condições de aprovação contidas nesses mesmos itens de ensaio ou às exigências do item 6.3.2 desta NTC.

Vide item 8.2.1.4.

### 7.3.21 Zincagem

Os ensaios devem ser executados visando verificar o especificado na ABNT NBR 6323, sendo aplicável às ferragens de fixação da tampa e aos componentes em aço zincado de terminais e dispositivos de aterramento.

- a) Verificação da aderência – ABNT NBR 7398;
- b) Verificação da espessura – ABNT NBR 7399;
- c) Verificação da uniformidade – ABNT NBR 7400.

Constitui falha o não atendimento de alguma peça zincada aos requisitos prescritos na ABNT NBR 8158 e no item 6.2.8 desta NTC.

### 7.3.22 Torque nos terminais

Os parafusos de ligação dos terminais, bem como o parafuso do dispositivo de aterramento, devem ser submetidos ao torque de ensaio especificado na Tabela 8 (Anexo A) desta NTC.

Constitui falha a ocorrência de qualquer dano ou deformação permanente nos parafusos, porcas ou componentes dos terminais ou dispositivo de aterramento.

**TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO  
INTEGRAÇÃO DE RAMAIS 34,5/15KV****7.3.23 Estanhagem dos terminais**

O ensaio deve ser aplicado aos terminais, bem como às partes estanhadas do dispositivo de aterramento, conforme prescrições da norma ASTM B-545.

Constitui falha a existência de revestimento de estanho em desacordo com o especificado nos itens 6.2.6 e 6.4.1 desta NTC.

**7.3.24 Verificação das características dos materiais de vedação**

Os materiais de vedação dos transformadores devem atender as características indicadas no item 6.2.2 e na Tabela 1 desta NTC. Serão colhidas 3 amostras para ensaios.

Constitui falha o não atendimento dos limites prescritos.

**7.3.25 Verificação da classe térmica do fio esmaltado**

O ensaio deve ser executado por método aprovado pela Copel. Sugere-se o método de medição do fator de dissipação (tangente delta) em função da temperatura, que permite caracterizar o tipo de verniz empregado, qualidade ou classe térmica do esmalte.

Constitui falha a constatação de não uniformidade na isolação de esmalte ou classe térmica inferior a 180 °C (vide item 6.2.5 desta NTC).

**OBS.: 5)** As demais características elétricas e mecânicas do fio esmaltado deverão atender as normas técnicas da ABNT aplicáveis e poderão ser solicitadas para aprovação pela Copel. A critério da Copel, poderão ser aceitos laudos comprobatórios do fabricante do fio esmaltado ou solicitadas 3 amostras para realização do ensaio.

**7.3.26 Verificação das características do dispositivo de alívio de pressão**

Devem ser verificadas as características do dispositivo, conforme 6.4.6.

**8 INSPEÇÃO, ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO****8.1 Generalidades**

A COPEL reserva-se o direito de inspecionar e ensaiar os transformadores abrangidos por esta NTC, quer no período de fabricação, quer na época de embarque, ou a qualquer momento que julgar necessário.

O fornecedor tomará às suas expensas todas as providências para que a inspeção dos transformadores, por parte da COPEL, se realize em condições adequadas, de acordo com as normas recomendadas e com esta NTC. Assim o fornecedor deverá propiciar todas as facilidades para o livre acesso aos laboratórios, às dependências onde estão sendo fabricados os transformadores, ao local de embalagem, etc., bem como fornecer pessoal habilitado a prestar informações e executar os ensaios, além de todos os dispositivos, instrumentos, etc., para realizá-los.

**Nota: Todos os instrumentos utilizados no laboratório para a inspeção dos transformadores devem ter sua calibração comprovada pela apresentação dos respectivos relatórios de calibração (com no máximo 12 meses de validade), emitidos por empresa acreditada junto à Rede Brasileira de Calibração – RBC.**

O fornecedor deve avisar a COPEL sobre as datas em que os transformadores estarão prontos para inspeção, com antecedência mínima conforme segue:

- 5 (cinco) dias para fornecedor nacional;
- 15 (quinze) dias para fornecedor estrangeiro.

Caso estejam especificados prazos diferentes no Contrato, os mesmos devem ser considerados. O período para inspeção deve ser dimensionado pelo fornecedor, de tal forma que esteja contido nos prazos de entrega estabelecidos no Contrato de Compra.

Independentemente da realização da inspeção pela COPEL, o fornecedor é responsável pela qualidade e desempenho do material durante o período de garantia, de acordo com as condições declaradas na Ficha Técnica.



## **TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO INTEGRAÇÃO DE RAMAIS 34,5/15KV**

### **8.2 Formação da amostra**

As amostras devem ser colhidas, pelo inspetor da COPEL, nos lotes prontos para embarque. Considera-se como um lote o conjunto de transformadores de mesmo tipo construtivo, mesma tensão e potência nominais e mesma data de entrega.

#### 8.2.1 Para os ensaios de recebimento

##### 8.2.1.1 Ensaios dielétricos

Os ensaios de resistência do isolamento, tensão aplicada e tensão induzida deverão ser realizados em 100 % do lote. Demais ensaios deverão ter amostra conforme a Tabela 10 (Anexo A) desta NTC, ou a critério da Copel.

##### 8.2.1.2 Ensaios do óleo isolante

Vide Tabela 2 do item 6.2.3 desta NTC (exceto teor de PCB). Deverão ser colhidas 3 amostras de 2 litros cada, independentemente do número de unidades do lote, correspondendo cada amostra a um transformador aleatoriamente escolhido do lote sob inspeção. Estas amostras serão encaminhadas a laboratório qualificado, para análise e emissão de relatório.

##### 8.2.1.3 Ensaio para verificação do teor de bifenilas policloradas (PCB)

Em especial para a comprovação da ausência (não detecção) do teor de PCB serão retiradas 3 amostras de óleo de equipamentos indicados pelo inspetor da Copel, que serão encaminhadas pelo fornecedor a laboratório qualificado, para análise e emissão de relatório.

Visando atender à legislação ambiental, no BIM – Boletim de Inspeção Copel – deverá constar:

- a) cópia autenticada ou original do laudo fornecido pelo fornecedor do óleo isolante (vegetal ou mineral), com informações sobre a isenção de PCB;
- b) declaração do fabricante do transformador de que o seu processo produtivo testou e não contaminou o óleo dos transformadores com PCB;
- c) relação com número de série e número GEDIS (listagem da Copel fornecida ao fabricante) dos transformadores inspecionados e com a seguinte observação:

“Foram colhidas e lacradas com selos da Inspeção Copel 3 (três) amostras de 20 ml (\*) cada, para realização de ensaios de comprovação da ausência (não detecção) de PCB.”

(\*) ou conforme orientação do laboratório.

A liberação final do lote ficará condicionada à aprovação neste ensaio, comprovada pelo envio pelo fabricante dos relatórios do ensaio à Inspeção da Copel.

##### 8.2.1.4 Ensaios da pintura

O fabricante deverá ter disponível para apresentação à Copel, quando solicitado, os ensaios atualizados comprovando que seu esquema de pintura atende aos requisitos da ABNT NBR 5440. Serão realizados também nas instalações do fornecedor, sobre uma amostra conforme Tabela 10 (Anexo A) desta NTC, os ensaios de aderência e medição de espessura (tanto na pintura interna como na externa) e o de brilho (somente pintura externa).

##### 8.2.1.5 Demais ensaios de recebimento

A amostra será formada conforme a Tabela 10 (Anexo A) desta NTC.

**OBS.: 6)** O ensaio de estanqueidade deverá ser realizado pelo fabricante em todas as peças do lote, devendo apresentar relatório ao inspetor. O inspetor repetirá este ensaio conforme a tabela 9.

#### 8.2.2 Para os ensaios complementares de recebimento

##### 8.2.2.1 Ensaio de curto circuito

O tamanho da amostra será de 1 (uma) unidade, aleatoriamente escolhida do lote sob inspeção.



## **TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO INTEGRAÇÃO DE RAMAIS 34,5/15KV**

### 8.2.2.2 Demais ensaios complementares de recebimento

A amostra será formada por 3 (três) unidades, aleatoriamente escolhidas do lote sob inspeção, distintas para cada ensaio complementar de recebimento.

### 8.3 Aceitação ou rejeição

A aceitação dos transformadores pela COPEL, seja pela comprovação dos valores seja por eventual dispensa de inspeção, não eximirá o fornecedor de sua responsabilidade em fornecer os transformadores em plena concordância com o Contrato de Compra e com esta NTC, nem invalidará qualquer reclamação que a COPEL venha a fazer baseada na existência de transformadores inadequados ou defeituosos.

Por outro lado, a rejeição de transformadores em virtude de falhas constatadas por meio da inspeção, durante os ensaios ou em virtude de discordância com o Contrato de Compra ou com esta NTC, não eximirá o fornecedor de sua responsabilidade em fornecer os transformadores na data de entrega prometida. Se, na opinião da COPEL, a rejeição tornar impraticável a entrega na data prometida ou se tudo indicar que o fornecedor será incapaz de satisfazer os requisitos exigidos, a COPEL reserva-se o direito de rescindir todas as suas obrigações e adquirir os transformadores em outra fonte, sendo o fornecedor considerado como infrator do Contrato de Compra, estando sujeito às penalidades aplicáveis ao caso.

As unidades defeituosas constantes de amostras aprovadas nos ensaios devem ser substituídas por novas, o mesmo ocorrendo com o total das amostras aprovadas em ensaios destrutivos.

#### 8.3.1 Critérios para aceitação ou rejeição nos ensaios de recebimento

##### 8.3.1.1 Ensaio do óleo isolante e da pintura

O lote somente será aceito pela COPEL após a emissão de laudo favorável, por laboratório qualificado sobre os resultados dos ensaios realizados nas amostras colhidas de óleo e nos corpos de prova de pintura, quando solicitado pela Copel.

##### 8.3.1.2 Ensaios dielétricos e demais ensaios de recebimento

As quantidades de unidades de cada amostra cujas falhas determinam a aceitação ou a rejeição do lote, para cada ensaio, são as constantes da Tabela 10 (Anexo A) desta NTC.

#### 8.3.2 Critérios para aceitação ou rejeição nos ensaios complementares de recebimento

##### 8.3.2.1 Ensaio de curto circuito

Em caso de falha da unidade de amostra ensaiada, todo o lote será rejeitado. No entanto, mediante a apresentação, por parte do fornecedor, de relatório apontando as causas da falha e as medidas tomadas para corrigi-las, poderá ser realizado novo ensaio, desta vez em duas unidades do lote, não sendo permitida nenhuma falha ou contraprova.

##### 8.3.2.2 Demais ensaios complementares de recebimento

- a) se nenhuma unidade falhar no ensaio, o lote será aprovado;
- b) se apenas uma unidade falhar no ensaio, o fornecedor deverá apresentar relatório apontando as causas da falha e as medidas tomadas para corrigi-las, submetendo-se o lote a novo ensaio, desta vez em mais três unidades do lote, não sendo permitida nenhuma nova falha ou contraprova;
- c) se duas ou mais unidades falharem no ensaio, o lote será recusado.

### 8.4 Relatórios de ensaios

Os relatórios dos ensaios a serem realizados devem ser em formulários com as indicações necessárias à sua perfeita compreensão e interpretação, conforme abaixo. Poderão ser aceitos relatórios de ensaios realizados em fábrica, acompanhados pela Copel ou não, a seu critério. Poderão ser aceitos relatórios de ensaio em órgão tecnicamente capacitado, desde que atualizados.



**TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO  
INTEGRAÇÃO DE RAMAIS 34,5/15KV**

Deve constar no mínimo:

- nome do ensaio;
- nome do fabricante;
- número e item do contrato (se existente) da COPEL e número da ordem de fabricação do fabricante;
- data e local dos ensaios;
- identificação e quantidade de transformadores submetidos a ensaio;
- descrição sumária do processo de ensaio indicando as constantes, métodos e instrumentos empregados;
- valores obtidos no ensaio;
- sumário das características (garantidas versus medidas);
- atestado dos resultados, informando de forma clara se o transformador ensaiado passou ou não no referido ensaio.



**TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO  
INTEGRAÇÃO DE RAMAIS 34,5/15KV**

**ANEXO A**

**TABELA 5 – CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA ELÉTRICO DA COPEL**

TENSÃO NOMINAL DO SISTEMA	13,8 kV	34,5 kV
TENSÃO MÁXIMA DE OPERAÇÃO DO SISTEMA (FASE-FASE)	13,8 kV	34,5 kV
CONDIÇÃO DO NEUTRO	ATERRAMENTO POR REATÂNCIA $X_0/X1 \leq 10$	MULTIATERRADO
TENSÃO MÁXIMA ADMISSÍVEL FASE-TERRA EM CASO DE FALTA	15 kV	27 kV
NÍVEL DE ISOLAMENTO DA ISOLAÇÃO	110 kV	170 kV
POTÊNCIA MÁXIMA DE CURTO-CIRCUITO DO SISTEMA	250 MVA	500 MVA
1	2	3

**TABELA 6 – TENSÕES NOMINAIS DO TRANSFORMADOR, NÍVEIS DE ISOLAMENTO E VALORES DE ENSAIOS DIELÉTRICOS**

TENSÃO MÁXIMA DO EQUIPAMENTO (kV eficaz)	TENSÃO NOMINAL DO EQUIPAMENTO (kV eficaz)	TENSÃO SUPORTÁVEL NOMINAL À FREQUÊNCIA INDUSTRIAL DURANTE 1 MINUTO (kV eficaz)	TENSÃO INDUZIDA PARA O ENSAIO DO ITEM 6.3.4 DESTA NTC (kV eficaz)	TENSÃO SUPORTÁVEL NOMINAL DE IMPULSO		ESPAÇAMENTO MÍNIMO A DAR	
				CORTADO (kV crista)	FLENO (kV crista)	DE FASE PARA A TERRA (mm)	DE FASE PARA FASE (mm)
15	13,2	34	26,2	105	95	130	140
36,2	33	50	50	165	150	200	230
1	2	3	4	5	6	7	8

**TABELA 7 – VALOR DE CORRENTE DE CURTO CIRCUITO**

Valor eficaz simétrico	Duração ( segundos)
25 x a corrente nominal	0,5
Menor que 25 vezes a corrente nominal	0,5



**TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO  
INTEGRAÇÃO DE RAMAIS 34,5/15KV**

**TABELA 8 - Torque Suportável nos Parafusos dos Terminais e Dispositivo de Aterramento**

PARAFUSO/PORCA	TORQUE SUPORTÁVEL NA INSTALAÇÃO (daN x m)	TORQUE DE ENSAIO (daN x m)
M10	3	3,6
M12	4,7	5,6
M16	7,6	9,1
1	2	3

**TABELA 9 – RELAÇÃO DE ENSAIOS**

ITEM	DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS	TIPO	RECEBIMENTO	COMPLEMENTAR DE RECEBIMENTO
1	Inspecção geral, inc. verificação do tipo de papel, vide 7.3.1	X	X	-
2	Verificação dimensional	X	X	-
3	Tensão suportável à frequência industrial	X	X	-
4	Tensão induzida de curta duração	X	X	-
5	Tensão suportável de impulso atmosférico aos terminais de tensão primária e secundária	X	X	-
6	Tensão de radiointerferência	X	X	-
7	Nível de ruído	X	-	X
8	Resistência do isolamento	X	X	-
9	Relação de tensões	X	X	-
10	Deslocamento angular e seqüência de fases	X	X	-
11	Corrente de excitação	X	X	-
12	Perdas em vazio e totais	X	X	-
13	Tensão de curto-circuito	X	X	-
14	Resistência elétrica dos enrolamentos	X	X	-
15	Elevação de temperatura	X	X	-
16	Estanqueidade	X	X	-
17	Elevação de temperatura sob falta de fase no primário	X	-	X
18	Capacidade de suportar curto-circuito	X	-	X
19	Características físico-químicas do óleo isolante	X	X	-
20	Ensaio p/ determinação da presença de PCB no óleo	X	X	-
21	Características da pintura	X	X	-
22	Zincagem	X	X	-
23	Torque nos terminais	X	X	-
24	Estanhagem dos terminais	X	X	-
25	Verificação das características dos materiais de vedação	X	X	-
26	Verificação da classe térmica do fio esmaltado	X	X	-
27	Verificação das características do dispositivo de alívio de pressão	X	X	-
1	2	3	4	5



**TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO  
INTEGRAÇÃO DE RAMAIS 34,5/15KV**

**TABELA 10 – Plano de Amostragem para Ensaios de Recebimento**

TAMANHO DO LOTE	PINTURA (Obs. 10) RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO, ENSAIOS DIELÉTRICOS (TENSÃO APLICADA E INDUZIDA) EM 100% DO LOTE			DEMAIS ENSAIOS  (Exceto pintura, óleo isolante e dielétricos)			
	Plano de amostragem simples			Plano de amostragem dupla			
	nível de Inspeção S <sub>3</sub> NQA 1,0%			nível de inspeção I NQA 1,0%			
	Tamanho da Amostra	Ac	Re	Amostra		Ac	Re
				Seqüência	Tamanho		
2 a 15	2	0	1	-	2	0	1
16 a 25	3	0	1	-	3	0	1
26 a 50	3	0	1	-	5	0	1
51 a 90	5	0	1	-	5	0	1
91 a 150	5	0	1	-	8	0	1
151 a 280	8	0	1	-	13	0	1
281 a 500	8	0	1	-	20	0	1
1	2	3	4	5	6	7	8

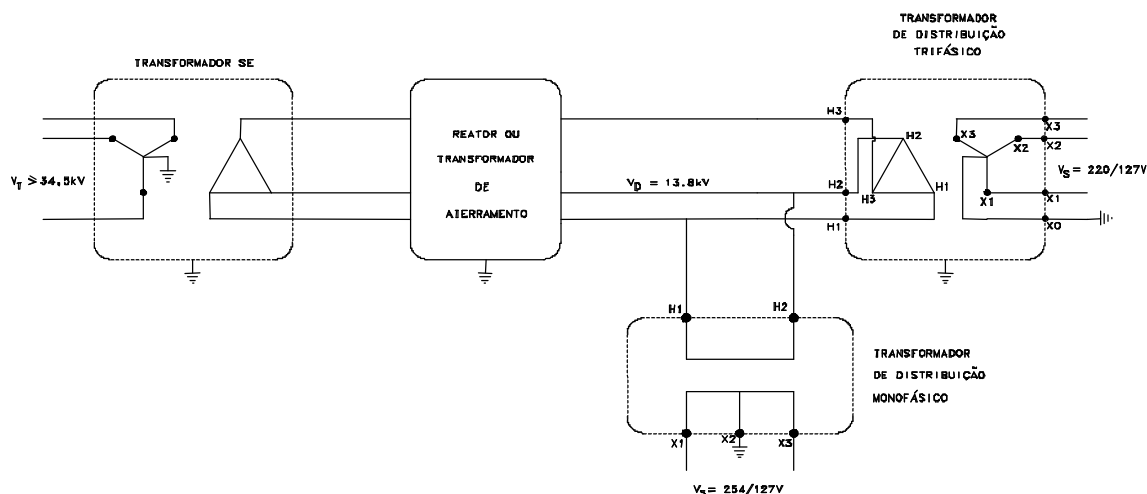
- OBS.:**
- 7) Ac = Número de peças defeituosas que ainda permite aceitar o lote.  
Re = Número de peças defeituosas que implica na rejeição do lote.
  - 8) Amostragem dupla - procedimento conforme NBR-5426.
  - 9) Para ensaios de resistência do isolamento, tensão aplicada e tensão induzida, ver itens 8.2.1.1 e 8.3.1.2 desta NTC.
  - 10) Para ensaios do óleo isolante ver itens 8.2.1.2 e 8.3.1.1 desta NTC.
  - 11) Para ensaio de pintura, ver também itens 8.2.1.4 e 8.3.1.1 desta NTC.
  - 12) Os ensaios de resistência de isolamento, tensão aplicada e induzida devem ser realizados em 100% do lote.



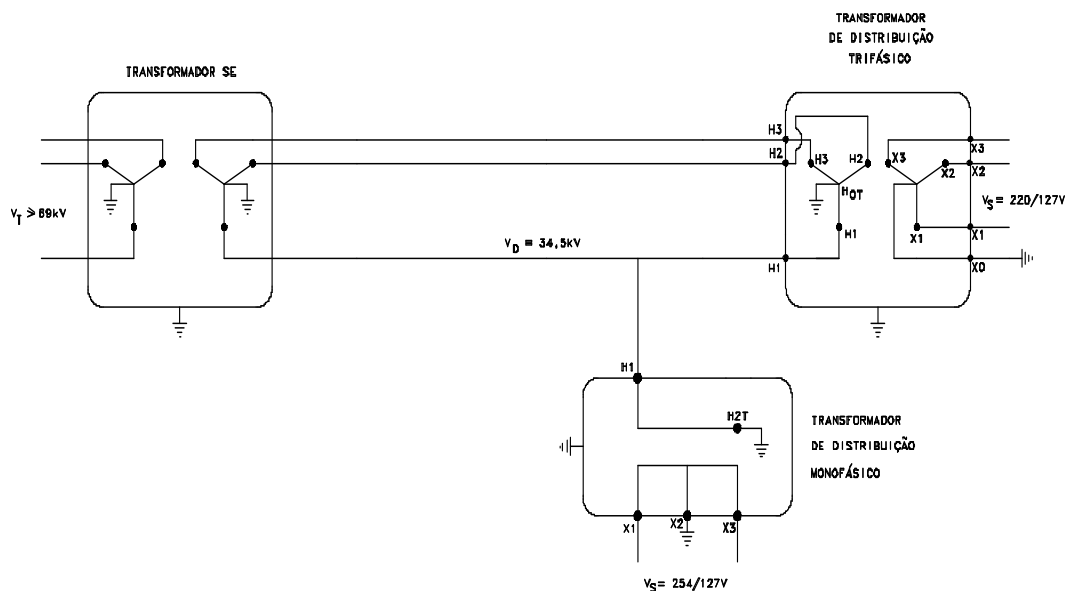
**TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO  
INTEGRAÇÃO DE RAMAIS 34,5/15KV**

**ANEXO B**

- a) Sistema 13,8kV - Sistema de Neutro Isolado, aterrado através de Reator ou Transformador Trifásico de Aterramento para proteção contra faltas fase-terra, sendo permitida apenas a ligação de transformadores de distribuição monofásico entre fases e de trifásicos em triângulo.



- b) Sistema 34,5kV - Sistema de Neutro Aterrado conforme configuração abaixo, sendo os transformadores de distribuição monofásicos ligados entre fase e terra e os trifásicos em estrela aterrada.



**Figura 1 - CONFIGURAÇÃO DOS SISTEMAS ELÉTRICOS DA COPEL**