

NORMA TÉCNICA COPEL - NTC

MATERIAIS DE DISTRIBUIÇÃO - ESPECIFICAÇÃO TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO

NTC 810027

COPEL DISTRIBUIÇÃO S/A

SUPERINTENDÊNCIA DE ENGENHARIA DE EXPANSÃO DA DISTRIBUIÇÃO - **SEE**
DEPARTAMENTO DE NORMALIZAÇÃO, GEO E OBRAS - **DNGO**
DIVISÃO DE NORMALIZAÇÃO E NOVAS TECNOLOGIAS - **VNOT**

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO

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 da 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 prevalecerá sobre as outras de mesma finalidade editadas anteriormente.

Esta norma encontra-se na INTERNET:

www.copel.com

- normas técnicas
- materiais de distribuição : consulta ou
- especificações de materiais

Jacir Carlos Paris
Superintendência de Engenharia de Expansão da Distribuição
COPEL DISTRIBUIÇÃO S.A.



TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO

ÍNDICE

	Páginas
1. OBJETIVO	4
2. NORMAS E OU DOCUMENTOS COMPLEMENTARES	4
3. DEFINIÇÕES	5
4. CONDIÇÕES GERAIS	6
4.1 Condições de serviço	6
4.2 Identificação dos transformadores	6
4.3 Embalagem	6
4.4 Demais condições	6
5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS	7
5.1 Material	7
5.1.3 Tabela A com as características dos materiais das juntas de vedação	7
5.1.6 Tabela B com as características do óleo isolante após contato com equipamento	8
5.2 Acabamento do tanque e pintura	9
5.3 Acessórios	9
5.4 Características elétricas	11
5.5 Características construtivas	11
5.5.3 Tabela C com as alternativas para os limites de elevação de temperatura	12
6. ENSAIOS	12
6.1 Relação de ensaios	12
6.2 Classificação dos ensaios	13
6.3 Execução dos ensaios	13
7. INSPEÇÃO, ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO	17
7.1 Generalidades	17
7.2 Formação da amostra	17
7.3 Aceitação ou rejeição	17
7.4 Ficha técnica	18
8 ANEXOS	
ANEXO A	
Tabela 1 Característica do Sistema Elétrico da Copel	19
Tabela 2 Torque suportável nos parafusos dos terminais	19
Tabela 3 Tensões nominais dos transformadores	20
Tabela 4 Níveis de isolamento dos transformadores	20
Tabela 5 Relação dos ensaios de Tipo, Recebimento e complementares de Recebimento	21
Tabela 6 Plano de amostragem para os ensaios de Recebimento	22
ANEXO B	
Figura 1 Configuração dos Sistemas Elétricos da Copel	23
Figura 2 Esquema para o ensaio de verificação do equilíbrio de tensões	24
Figura 3 Esquema para o ensaio de elevação da temperatura sob falta fase primário e carga secundário	24
Figura 4 Esquema para o ensaio de elevação da temperatura sob falta fase primário e carga primário	24

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO

1. OBJETIVO

Esta NTC fixa as condições exigíveis que devem ser atendidas no fornecimento de transformadores de distribuição, destinados às redes aéreas de distribuição da COPEL e às cabines de transformação de edifícios de uso coletivo, conforme itens discriminados no quadro a seguir.

REFERENCIA DESTA NTC	NTC PADRÃO	CODIGO COPEL	DESCRIÇÃO	CARACTERÍSTICAS PADRONIZADAS			
				TIPO (Número de fases)	TENSÃO PRIMÁRIA (V)	TENSÃO SECUNDÁRIA (V)	POTÊNCIA (kVA)
1	811011	20004095	REDE AÉREA AMBIENTE NORMAL	MONOFÁSICO CONVENCIONAL	13.200	254/127 (SÉRIE)	10
2	811012	20004099					15
3	811013	20004126					25
4	811014	20004150					37.5
5	811015	20004154					50
6	811021	20004214			19.053	254/127 (SÉRIE)	10
7	811022	20004218					15
8	811023	20004243					25
9	811024	20004249					37.5
10	811025	20004273					50
11	811042	20004355		TRIFÁSICO CONVENCIONAL	13.200	220/127	30
12	811043	20004393					45
13	811044	20004412					75
14	811045	20004452					112.5
15	811046	20004456					150
16	811047	20004480			225		
17	811062	20004516			33.000	220/127	30
18	811063	20004540					45
19	811064	20004546					75
20	811065	20004561					112.5
21	811122	20004063		TRIFÁSICO AUTOPROTEGIDO			13.200
22	811123	20004629			75		
23	811124	20004643			112.5		
24	811125	20004647					150
25	811031	20004681	REDE AÉREA AMBIENTE AGRESSIVO	MONOFÁSICO	13.200	254/127 (SÉRIE)	10
26	811032	20004685					15
27	811033	20004689		TRIFÁSICO		220/127	25
28	811052	20002825					30
29	811053	20002850					45
30	811054	20002854					75
31	811055	20002859					112.5
32	811056	20002884					150
33	811080	20003065	CABINE	TRIFÁSICO	13.200	220/127	300
34	811081	20003097					500
1	2	3	4	5	6	7	8

NOTA: Quando for necessário utilizar transformador de potência menor que 300 kVA em cabines de edifícios de uso coletivo deverão ser utilizados os transformadores de distribuição para rede aérea em ambiente normal.

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO

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 5440:2011 - Transformadores para redes aéreas de distribuição - Requisitos
ABNT NBR 5356:2010 - Parte 1 a 5 - Transformadores de potência
ABNT NBR 5034:1989 - Buchas para tensões alternadas superiores a 1kV
ABNT NBR 5435:1984 - Bucha para transformadores sem conservador de óleo - 15 kV e 25,8 kV - 160A – Dimensões
ABNT NBR 5437:1984 - Bucha para transformadores sem conservador de óleo - 1,3 kV - 160 A, 400A e 800 A – Dim.
ABNT NBR 5458:2010 - Transformadores de potência - Terminologia

ABNT NBR 6323:2007 - Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido - Especificação
ABNT NBR 15422:2006 - Óleo vegetal isolante para equipamentos elétricos
ABNT NBR 5370:1990 - Conectores de cobre para condutores elétricos em sistemas de potência
ABNT NBR 7277:1988 - Transformadores e reatores – Determinação do nível de ruído
ABNT NBR 15121:2004 - Isolador para alta-tensão – Ensaio de medição da radiointerferência

ABNT NBR IEC 60085:2012 - Isolação elétrica – Avaliação térmica e designação

ABNT NBR 5426:1989 - Planos de amostragem e procedimento na inspeção por atributos

ABNT NBR 8158:1983 - Ferragens eletrotécnicas para redes aéreas urbanas e rurais de distribuição de energia elétrica - Especificação.

ABNT NBR 7397:2007 - Produtos de aço ou ferro fundido revestidos com zinco por imersão a quente – massa

ABNT NBR 7398:2009 - Produtos de aço ou ferro fundido revestidos com zinco por imersão a quente – aderência

ABNT NBR 7399:2009 - Produtos de aço ou ferro fundido revestidos com zinco por imersão a quente – espessura

ABNT NBR 7400:2009 - Produtos de aço ou ferro fundido revestidos com zinco por imersão a quente – uniformidade

ABNT NBR 5416:1997 - Aplicação de cargas em transformadores de potência - Procedimento.

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

As siglas acima referem-se a:

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
NBR - NORMA BRASILEIRA REGISTRADA
NTC - NORMA TÉCNICA COPEL
ISO - INTERNATIONAL STANDARDIZATION ORGANIZATION
ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS

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:

- Assegurem 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:

- 1º - Esta NTC - Especificação;
- 2º - Demais Normas Técnicas COPEL;
- 3º - As normas citadas no item 2 desta NTC;
- 4º - As normas apresentadas pelo Proponente e aprovadas pela COPEL.

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO

3. DEFINIÇÕES

Os termos técnicos utilizados nesta NTC estão definidos na ABNT NBR 5456, na 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 1 do Anexo A e configurações dadas na Figura 1 do Anexo B desta NTC.

4.2 Identificação dos transformadores:

Todos os transformadores de distribuição devem possuir placa de identificação, rebitada em suporte soldado na parede do tanque, com afastamento mínimo de 20mm do tanque, localizada no lado da baixa tensão, ou alternativamente, soldado ou rebitado ao suporte de fixação em poste de modo a permitir a leitura das características com o transformador instalado no poste.

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 o especificado no item 5.1.7 e nas NTC's padrão.

4.3 Embalagem:

4.3.1 O acondicionamento dos transformadores deverá ser efetuado de modo a garantir um transporte seguro em quaisquer condições e limitações que possam ser encontradas. Devem possibilitar o remonte de conjuntos utilizados sempre que necessário e 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.

A quantidade de materiais por embalagem deverá ser definido pela Copel, salvo em casos previamente autorizados.

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

- Fornecedores
- Informações
- Guia para confecção de embalagens unitizadas

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:

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO

4.4.1 Dimensões: Devem ser atendidas as dimensões externas indicadas nas NTC's de padronização.

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.

5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Material:

5.1.1 Terminais e Isoladores: conforme NTC's de padronização.

5.1.2 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.

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

Obs: O suporte de pára-raios deve ser soldado à tampa e pintado no padrão da tampa.

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 0,07 MPa (0,7 kgf/cm²).

5.1.3 Juntas de vedação: os materiais de vedação dos transformadores devem ser de borracha nitrílica com alto teor de acrilonitrila (39 % - 40 %), conforme ASTM D 297 e atender às características da Tabela abaixo:

Tabela A com as características dos materiais de vedação

Característica	Método de Ensaio	Valores normais
Densidade	ASTM D 297	1,15 g/cm ³ a 1,30 g/cm ³
Dureza shore A	ASTM D 2240	65 ± 5 pontos
Cinza	ASTM D 297	1 % a 3 %
Enxofre livre	ASTM D 1619	Negativo
Resistência à tração	ASTM D 412	100 ± 10 kg/cm ²
Deformação permanente	ABNT NBR 10025	70 h a 100 °C, máximo 15 % à compressão
Envelhecimento (*)	ABNT NBR 11407 ou ASTM D 471	70 h em óleo isolante a 100 °C com: - variação de volume = 0 % a 5 % - variação de dureza = -10 a + 5 pontos

(*) Os líquidos utilizados no ensaio de envelhecimento devem atender aos requisitos da ANP para óleo mineral isolante e aos requisitos da ABNT NBR 15422 para óleo vegetal isolante.

5.1.4 Núcleo: O núcleo deve ser construído de chapas de aço silício de grão orientado, conforme a ABNT NBR 9119, ou de metal amorfo conforme as ASTM A 900 e ASTM A 901.

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

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO

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.

Para os transformadores trifásicos, tensão nominal 33 kV, o núcleo deve ser de 5 colunas, visando evitar que em caso de falta de fase, o fechamento do fluxo magnético ocorra através do tanque do transformador.

5.1.5 Enrolamentos: Devem ser de condutores de cobre ou de alumínio, de forma a atender às características elétricas especificadas conforme NTC's de padronização.

O fio esmaltado deve ser no mínimo de classe térmica 180 (H), de acordo com a **ABNT NBR IEC 60085**.

Os demais materiais isolantes dos transformadores devem ser no mínimo de classe térmica 105 (A), de acordo com a **ABNT NBR IEC 60085**. Vide 5.5.3.

5.1.6 Óleo isolante: O óleo isolante, antes do contato com o equipamento, deve ser conforme uma das alternativas abaixo:

a) óleo mineral do tipo A (base naftênica) ou do tipo B (base parafínica), de acordo com as resoluções vigentes da Agência Nacional do Petróleo, Gás natural e Biocombustíveis (ANP);

b) óleo vegetal de acordo com a ABNT NBR 15422.

Exceção: para os transformadores autoprotetidos deverá ser obrigatoriamente utilizado óleo mineral (alternativa a).

O óleo deve ter aparência clara e límpida e ser isento de matérias em suspensão ou sedimentadas. Deve ser isento de ascaréis (PCB - bifenilas policloradas).

O óleo isolante, após contato com o equipamento, deve possuir características conforme a tabela abaixo.

Tabela B com características do óleo isolante após contato com equipamento

Características do óleo após contato com equipamento	Unidade	Vegetal			Mineral		
		ASTM	ABNT NBR	Valor	ASTM	ABNT NBR	Valor
Tensão interfacial	mN/m	-	-	Não aplic	D 971	6234	≥ 40
Teor de água	Mg/kg ¹	D 1533	10710	≤ 300	D 1533	10710	≤ 25
Rigidez dielétrica (eletrodo de disco) ²	kV	D 877	6869	≥ 30	D 877	6869	≥ 30
Rigidez dielétrica (eletrodo de calota) ²	kV	-	IEC 60156	≥ 45	-	IEC 60156	≥ 45
Fator de perdas dielétricas ou fator de dissipação a 25 °C	%	D 924	12133	≤ 0,5	D 924	12133	≤ 0,05
Fator de perdas dielétricas ou fator de dissipação a 100 °C	%	D 924	12133	≤ 8	D 924	12133	≤ 0,9
Índice de neutralização	mgKOH/g	D 974	14248	≤ 0,06	D 974	14248	≤ 0,03
Ponto de combustão	°C	D 92	11341	≥ 300	-	-	-
Teor de bifenilas policloradas (PCB)	mg/kg ¹	-	13882	Não detectado	-	13882	Não detectado

Nota 1: A unidade mg/kg equivale a ppm

Nota 2: Qualquer um dos métodos podem ser utilizados

5.1.7 Placa de identificação: 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, sendo que nos transformadores para ambientes agressivos tanto a placa como os rebites devem ser de aço inoxidável. Demais características conforme NTC's de padronização.

Em função das alternativas para os limites de elevação de temperatura (vide 5.5.3), além dos demais dados deverá constar na placa:

a) elevação de temperatura dos enrolamentos: 55 ou 65 °C



TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO

- b) os valores das perdas em vazio garantidas.
- c) Impedância (valor medido) e das perdas totais garantidas indicando se a 75 ou 85 °C, conforme o caso;
- d) Citar “papel isolante” do tipo “classe Térmica 105 (A) “ ou “termoestabilizado classe Térmica 120 (E)” ou superior.

5.1.8 Ferragens: As fixações externas em aço (porcas, arruelas, parafusos e grampos de fixação da tampa) devem ser revestidas de zinco por imersão a quente conforme a ABNT NBR 6323.

No caso de transformadores para ambientes agressivos os parafusos, porcas e arruelas de fixação da tampa devem ser em aço inoxidável ou em aço carbono zincado a quente, sendo o revestimento de zinco com espessura mínima de 54 µm e massa mínima de 380 g/m², tanto individualmente quanto na média.

5.2 Acabamento e pintura:

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

- a) as impurezas devem ser removidas por processo adequado logo após a fabricação do tanque;
- b) deve ser aplicada base antiferruginosa que não afete e não seja afetada pelo líquido isolante, com espessura seca mínima de 30 µm. Obs: **não** deverá ser utilizada a opção da ABNT NBR 5440 que permite não pintar internamente o tanque.

5.2.2 Acabamento externo: No acabamento externo dos transformadores para ambientes normais devem ser observados os requisitos abaixo indicados. Obs: Os transformadores para ambientes agressivos (Litoral) tem requisitos diferentes conforme NTC's de padronização.

- a) 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;

- b) 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 120 µm. Alternativamente, as tintas mencionadas neste item podem ser substituídas por tinta de dupla função ou por processo eletrostático.

- c) A cor do acabamento externo do tanque varia de acordo com o tipo de óleo isolante utilizado, conforme item 5.1.6. (tabela B), devendo atender ao padrão abaixo:

- para óleo mineral: cinza claro, padrão Munsell N 6.5;

- para óleo vegetal: cor verde claro Munsell 5G 8/4. Visando facilitar a identificação, na tampa deverá ser escrito “ÉSTER NATURAL” em letras conforme NTC's de padronização.

5.3 Acessórios:

5.3.1 Dispositivo de aterramento: Deve ser por conector conforme NTC's de padronização. Quanto ao torque, o conector deve suportar o valor mínimo de ensaio especificado na Tabela 2 do Anexo A desta NTC sem sofrer ruptura nem deformação permanente.

Nos transformadores para redes aéreas, este dispositivo deve estar localizado no suporte superior para fixação em poste, empregando furação roscada não pintada, de acordo com o item 5.3.2. Nos transformadores para cabine, ele deve estar localizado em suporte próprio na parte inferior do tanque.

5.3.2 Suporte para fixação em poste: Este acessório aplica-se apenas aos transformadores para redes aéreas, que devem possuir dois suportes para fixação em poste, soldados ao tanque e dimensionados conforme NTC's de padronização. Eles devem suportar perfeitamente o peso do transformador e permitir sua adequada instalação em postes duplo T ou circular, por meio de parafusos ou de cintas.

O suporte superior deve ser provido de furo lateral com rosca, posicionamento para o lado da bucha X₀ ou X₁, sem pintura nessa rosca, para permitir a montagem com bom contato elétrico do dispositivo de aterramento.

5.3.3 Orelhas de suspensão: Devem ser em número de duas em todos os transformadores de distribuição, conforme NTC's de padronização. 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.

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO

5.3.4 Suporte de fixação de para-raios: Todos os transformadores de distribuição devem possuir um suporte com parafuso, porca e arruela para cada bucha de alta tensão. Tais suportes devem ser em perfil liso, soldados à tampa e dimensionados conforme NTC's de padronização.

Os suportes devem ser montados suficientemente próximos da respectiva bucha de alta tensão e suficientemente afastados das orelhas de suspensão, radiadores ou de outros acessórios, visando manter as distâncias elétricas necessárias.

5.3.5 Estrutura de apoio: Todos os transformadores de distribuição devem ser providos de estruturas de apoio adequadas, para proteção do fundo do tanque.

5.3.6 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's de padronização. 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.

5.3.7 Marcação adicional de alerta: Os transformadores de distribuição para ambientes agressivos devem receber na tampa a indicação "13200 V - LITORAL", em cor vermelha diretamente sobre a cor da tampa, em local visível, com letras conforme NTC's de padronização.

O tipo de tinta e o processo de pintura empregados nesta marcação adicional devem ser idênticos aos empregados na numeração descrita no item 5.3.6 desta NTC.

5.3.8 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, do mesmo lado do suporte para fixação no poste, de maneira que seja bem visível, retirando-se a tampa do tanque.

Somente os transformadores para instalação em cabine deverão ser também providos de visor externo para verificação do nível de óleo, conforme NTC's de padronização.

5.3.9 Termômetro de topo de óleo: Somente os transformadores para instalação em cabine deverão ser fornecidos com termômetro a expansão de líquido, com as seguintes características:

- a) Ser preferencialmente do tipo de haste reta.
Alternativamente, pode ser do tipo de tubo capilar, devendo neste caso ser o tubo capilar protegido contra corrosão, abrasão e choques mecânicos por meio de uma armadura metálica flexível.
- b) Um ponteiro para indicar a temperatura instantânea do óleo, um ponteiro para indicar a temperatura de atuação do contato elétrico e um ponteiro de arraste para indicar a temperatura máxima atingida num determinado período.
O ponteiro de arraste deve ter ainda um dispositivo de acesso externo para seu retorno.
- c) Escala graduada de, no mínimo, 0 a 120°C, em intervalos de no máximo 5°C, com precisão mínima de $\pm 3^\circ\text{C}$ na faixa de 20 a 110°C.
- d) Mostrador com diâmetro mínimo de 100mm com inscrições indeléveis sob calor e umidade.
- e) Meios que possibilitem a aferição e calibração do instrumento, por comparação com um termômetro padrão.
- f) Ser provido de um contato elétrico normalmente aberto, do tipo "micro-switch" preferencialmente, com capacidade de condução contínua de no mínimo 3A sob 250 V C.C., ajustado para fechar à temperatura do óleo de 100 °C.

Outras características e localização do termômetro devem ser conforme NTC's de padronização.

5.3.10 Válvula de drenagem: Somente os transformadores para instalação em cabine deverão ser fornecidos com válvula de drenagem de óleo, instalada na parte inferior da lateral do tanque onde estão as buchas de B.T., conforme NTC's de padronização.

5.3.11 Bujão de enchimento para filtro prensa: Somente os transformadores para instalação em cabine deverão ser fornecidos com um meio de conexão de filtro prensa na tampa do transformador, provido de bujão, para enchimento do transformador com óleo filtrado, conforme NTC's de padronização.

5.3.12 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/cm²) \pm 20 %;
- pressão de selamento mínima de 41,4 kPa (0,42 kgf/cm²).

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO

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

- 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 %, não devendo, em nenhuma hipótese, dar vazão ao óleo expandido.

Deve ser posicionado também de forma a atender às seguintes condições:

- não interferir com o manuseio dos suportes de fixação em poste;
- não ficar exposto a danos quando dos processos de içamento, carga e descarga do transformador;
- não interferir com o manuseio dos suportes para fixação de pára-raios;
- ser direcionado para o lado das buchas de baixa tensão.

5.4 Características elétricas: Os transformadores de distribuição devem atender aos valores especificados conforme NTC's de padronização. A frequência nominal de todos os transformadores de distribuição é 60 Hz.

5.5 Características construtivas:

5.5.1 Montagem das buchas e marcação dos terminais: As buchas de alta tensão devem ser montadas sobre a tampa, em ressaltos adequados para evitar a acumulação de água em torno delas. As buchas de baixa tensão devem ser montadas na parede lateral do tanque, do mesmo lado que os suportes para fixação em poste, conforme NTC's de padronização. Em nenhum caso será admitido o uso de flange externo para fixação das buchas.

As buchas de alta tensão e de baixa tensão devem ser respectivamente identificadas no tanque por meio de marcação externa indelével, cor preta (notação MUNSELL N1).

Os terminais H_{2T} e H_{OT} , dos transformadores monofásicos 19.053 kV e dos trifásicos 33 kV, respectivamente, devem ser ligados internamente ao tanque, de modo a se ter uma conexão elétrica e mecânica de alta confiabilidade durante toda a vida útil do transformador.

Os terminais secundários devem ser dispostos no tanque de forma que os cabos com os conectores que a eles serão ligados assumam posição vertical com saída para cima ou para baixo, não devendo haver interferência das presilhas da tampa, da própria tampa, do suporte para fixação em poste, etc, inclusive no tocante às distâncias elétricas. Vide exemplo abaixo. Detalhes e dimensionamento das buchas e terminais primários e secundários encontram-se nas NTC's de padronização. Os terminais primários e secundários devem suportar o torque de ensaio conforme indicado na Tabela 2 do Anexo A desta NTC.



5.5.2 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 5.3.8 desta NTC.

A tampa deve ser fixada ao tanque por meio de dispositivo adequado com parafusos e porcas imperdíveis, 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 em poste ou a saída dos condutores de baixa tensão.

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO

5.5.3 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 de transformador, deve atender ao especificado na tabela C abaixo e ao item 5.1.5.

Tabela C com as alternativas para os limites de elevação de temperatura

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

OBS:

- 1) As perdas e a impedância tem observações indicadas em 6.3.13 e 6.3.14, valendo os mesmos valores para as duas alternativas acima.
- 2) Para os transformadores autoprotetidos (NTC 811122 a 811125) deverá obrigatoriamente ser adotada a alternativa 1, visando evitar problemas de calibração com o disjuntor interno.

(*) Conforme estabelecido nas ABNT NBR 5356 e ABNT NBR 5440, para os limites de temperatura da alternativa 2, a isolação deve ser em papel termoestabilizado. Quando da inspeção, o fabricante deverá comprovar a utilização deste papel no isolamento dos condutores e entre camadas das bobinas de AT e de BT.

5.5.4 Nível de ruído: O nível médio de ruído audível permitido deve ser conforme NTC's de padronização.

5.5.5 Derivações, janela de inspeção e ligações internas: Os transformadores de distribuição são desprovidos de derivações, de comutador de tensões e de janela de inspeção, sendo as ligações internas feitas conforme indicado nas NTC's de padronização.

5.5.6 Massa total: Os transformadores de distribuição devem ser projetados de tal forma que, cheios de óleo e com os acessórios exigidos, tenham massa total não superior a 1500 kg para os transformadores para redes aéreas e 3000 kg para os transformadores para cabines

5.5.7 Demais características construtivas: Conforme ABNT NBRs 5440 e 5356.

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

5.5.9 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.

6. ENSAIOS

6.1 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 nominal à frequência industrial;
- 4) Tensão induzida de curta duração;
- 5) Tensão suportável nominal de impulso atmosférico aplicados aos terminais de alta e baixa tensão;
- 6) Tensão de radiointerferência;
- 7) Nível de ruído;
- 8) Resistência do isolamento;
- 9) Relação de transformação de tensões;
- 10) Polaridade;



TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO

- 11) Deslocamento angular e sequência de fases;
- 12) Corrente de excitação;
- 13) Perdas em vazio e totais;
- 14) Impedância de curto-circuito;
- 15) Resistência elétrica dos enrolamentos;
- 16) Elevação de temperatura;
- 17) Estanqueidade e resistência à pressão a frio;
- 18) Verificação do equilíbrio de tensões;
- 19) Elevação de temperatura sob falta de fase no primário;
- 20) Capacidade de suportar curto-circuito;
- 21) Ensaio do óleo isolante;
- 22) Ensaio da pintura;
- 23) Verificação do funcionamento do termômetro de óleo;
- 24) Zincagem;
- 25) Torque nos terminais;
- 26) Estanhagem dos terminais;
- 27) Verificação das características dos materiais de vedação;
- 28) Verificação da classe térmica do fio esmaltado;
- 29) Verificação da resistência mecânica dos suportes para fixação em poste;
- 30) Verificação do dispositivo de alívio de pressão

- NOTAS**
1. Os ensaios 10 e 18 aplicam-se apenas a transformadores monofásicos.
 2. O ensaio 11 aplica-se apenas a transformadores trifásicos.
 3. O ensaio 19 aplica-se apenas a transformadores trifásicos de tensão primária 33 kV.
 4. O ensaio 23 aplica-se apenas a transformadores para cabine.
 5. Os ensaios específicos dos transformadores autoprotetidos estão descritos nas NTC's de padronização.
 6. Os ensaios relacionados neste item não invalidam a realização, por parte do Fornecedor, daqueles que julgar necessários ao controle de qualidade do seu produto.

6.2 Os ensaios previstos nesta NTC são classificados em:

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

6.2.1 Ensaio de tipo: São os ensaios relacionados na Tabela 5 do 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 6.3 desta NTC.

6.2.2 Ensaio de recebimento: São os ensaios relacionados na Tabela 5 do 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 6.3 desta NTC.

6.2.3 Ensaio complementar de recebimento: São os ensaios relacionados na Tabela 5 do 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 6.3 desta NTC.

6.3 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.

As características dos equipamentos, aparelhos e instrumentos utilizados durante os ensaios devem ser estáveis e estar aferidas.

6.3.1 Inspeção geral: Devem ser verificados os itens abaixo:

- a) Material e acabamento: Deve atender os requisitos mencionados no item 5.1 desta NTC;
- b) Características construtivas: Deve atender os requisitos mencionados nos itens 4.4.2 e 5.5 desta NTC;
- c) Acessórios: Deve atender os requisitos mencionados no item 5.3 desta NTC;
- d) Identificação: Deve atender os requisitos mencionados no item 4.2 desta NTC;



TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO

- 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 5.5.3;
- g) Verificação da continuidade elétrica entre a tampa e o tanque de forma que não impeça a retirada da tampa. Vide item 5.1.2.

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

6.3.2 Verificação dimensional: Devem ser verificadas todas as dimensões indicadas nas NTC's de padronização. Constitui falha a não conformidade de qualquer uma das dimensões verificadas com as especificadas.

6.3.3 Tensão suportável nominal à frequência industrial (tensão aplicada): 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 4 do Anexo A desta NTC.

6.3.4 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 4 do Anexo A desta NTC.

6.3.5 Tensão suportável nominal de impulso atmosférico: O ensaio deve ser executado conforme método de ensaio descrito na ABNT NBR 5356-4 e Anexo G da ABNT NBR 5440, aplicado a todos os terminais dos enrolamentos de alta e de baixa tensão. 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 4 do Anexo A desta NTC.

6.3.6 Tensão de radiointerferência: O ensaio deve ser executado conforme método de ensaio da ABNT NBR 15121. A tensão de ensaio é a especificada nas NTC's de padronização, e deve ser aplicada a cada terminal de AT do transformador totalmente montado, com os demais terminais e tanque aterrados.

O ensaio deve ser realizado como ensaio de recebimento em transformadores de tensão máxima do equipamento de 36,2 KV. Para 15 kV pode ser solicitado como complementar de recebimento.

Constitui falha a ocorrência de tensão de radiointerferência de valor superior ao especificado nas NTC's de padronização.

6.3.7 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 nas NTC's de padronização.

6.3.8 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.

6.3.9 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 nas NTC's de padronização, além das tolerâncias admitidas na ABNT NBR 5440, que para este ensaio especifica uma tolerância de $\pm 0,5\%$.

6.3.10 Polaridade: Este ensaio é aplicável apenas aos transformadores monofásicos. O ensaio deve ser executado conforme método de ensaio descrito na ABNT NBR 5356-1.

Constitui falha a ocorrência de polaridade diferente da subtrativa, com os terminais primários e secundários dispostos e marcados conforme item 5.5.1 desta NTC.

6.3.11 Deslocamento angular e sequência de fases: Este ensaio é aplicável apenas aos transformadores trifásicos. O ensaio deve ser executado conforme método de ensaio descrito na ABNT NBR 5356-1.

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

6.3.12 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 das NTC's de padronização.

No entanto, caso na licitação referente à Ordem de Compra 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.

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO

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 %.

6.3.13 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, aqueles apresentados nas Tabelas das NTC's de padronização.

No entanto, caso na licitação referente à Ordem de Compra 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 ou 85 °C), conforme item 5.5.3 desta NTC.

6.3.14 Impedância (ou Tensão) 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 nas NTC's de padronização, 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 ou 85 °C), conforme item 5.5.3 desta NTC.

6.3.15 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 5.5.3 desta NTC que se aplicam ao transformador.

6.3.16 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 5.5.3 desta NTC. Deve ser destacado claramente nos relatórios de ensaios os limites de elevação de temperatura em °C que se aplicam ao transformador.

6.3.17 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. 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. Vide 7.2.1.4.

6.3.18 Verificação do equilíbrio de tensões: Este ensaio aplica-se apenas a transformadores monofásicos. O ensaio consiste na medição das tensões U_1 e U_3 indicadas na Figura 2 do Anexo B desta NTC, com o transformador energizado com a carga indicada nessa mesma Figura 2. Constitui falha a ocorrência de diferença superior a 3 V entre as tensões U_1 e U_3 .

6.3.19 Elevação de temperatura sob falta de fase no primário: Este ensaio aplica-se apenas a transformadores trifásicos de tensão primária 33 kV. A finalidade é avaliar o comportamento do transformador nas condições a seguir mencionadas, não cobertas pelo ensaio convencional de elevação de temperatura (item 6.3.16 desta NTC).

- a) Simula-se a falta de uma fase AT, em cuja fase BT correspondente está ligada uma carga monofásica igual a 1/3 da potência nominal do transformador e fator de potência unitário, conforme indicado na Figura 3 do Anexo B desta NTC.
- b) Simula-se a falta de uma fase AT, em cujo lado do transformador (após a suposta interrupção) está ligada uma carga monofásica igual a 1/3 da potência nominal do transformador e fator de potência unitário, estando o secundário em vazio, conforme indicado na Figura 4 do Anexo B desta NTC.

Em ambas as condições a) e b) acima o secundário da fonte de alta tensão, utilizada para alimentar o transformador de distribuição sob ensaio, deve ser ligado em estrela com o neutro solidamente aterrado. A duração do ensaio deve ser a que permita a estabilização da temperatura do óleo isolante por um período de 2 horas, com leituras dessa temperatura feitas a intervalos não superiores a 15 minutos, admitindo-se a interrupção do ensaio caso seja evidente que o transformador venha a falhar neste ensaio antes de atingida a estabilização da temperatura.

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO

Constitui falha a ocorrência de elevações de temperatura dos enrolamentos e do óleo isolante superiores aos limites especificados no item 5.5.3 desta NTC, medindo-se tais elevações de temperatura pelo mesmo método utilizado no ensaio do item 6.3.16 desta NTC.

6.3.20 Capacidade de suportar curtos-circuitos:

a) 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.

b) A capacidade térmica de suportar curto-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.

6.3.21 Ensaio do óleo isolante: Devem ser verificadas as características listadas na Tabela B desta NTC, pelos métodos de ensaio descritos nas normas indicadas.

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 5.1.6 desta NTC.

6.3.22 Ensaio da pintura: A pintura interna deve ser ensaiada conforme descrito nos itens F-2, F-3, F-4, F-6 e F-9 do Anexo F da ABNT NBR 5440. Constitui falha o não atendimento às condições de aprovação contidas nesses mesmos itens de ensaio ou às exigências do item 5.2.1 desta NTC.

A pintura externa deve ser ensaiada conforme descrito nos itens F-1 até F-9 do Anexo F da ABNT NBR 5440. Constitui falha o não atendimento às condições de aprovação contidas nesses mesmos itens de ensaio ou às exigências do item 5.2.2 desta NTC. Vide item 7.2.1.3.

6.3.23 Verificação do funcionamento do termômetro de óleo: Este ensaio aplica-se apenas aos transformadores para cabine. O ensaio deve ser executado conforme Anexo E da ABNT NBR 5356 -1.

Constitui falha o não atendimento às exigências do item 5.3.9 desta NTC.

6.3.24 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 5.1.8 desta NTC.

6.3.25 Torque nos terminais: Os parafusos de ligação dos terminais de A.T., bem como o parafuso do dispositivo de aterramento, devem ser submetidos ao torque de ensaio especificado na Tabela 2 do 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.

6.3.26 Estanhagem dos terminais: O ensaio deve ser aplicado aos terminais de A.T. e B.T., 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 5.1.1 e 5.3.1 desta NTC.

6.3.27 Verificação das características dos materiais de vedação: Os materiais de vedação dos transformadores devem ser de borracha nitrílica com alto teor de acrilonitrila (39 % - 40 %) conforme ASTM D 297 e atender as características da tabela A do item 5.1.3 desta NTC. Constitui falha o não atendimento dos limites prescritos. Serão colhidas 3 amostras para ensaios.

6.3.28 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 5.1.5). OBS: 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.

6.3.29 Verificação da resistência mecânica dos suportes para fixação em poste: Este ensaio deve ser realizado conforme ABNT NBR 5440.

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO

6.3.30 Verificação das características do dispositivo de alívio de pressão: Devem ser verificadas as características do dispositivo, conforme 5.3.12.

7. INSPEÇÃO, ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

7.1 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.

O Fornecedor deve avisar a COPEL, com antecedência mínima de 5 (cinco) dias para Fornecedor nacional e de 15(quinze) dias para Fornecedor estrangeiro, sobre as datas em que os transformadores estarão prontos para inspeção. O período para inspeção deve ser dimensionado pelo Fornecedor, de tal forma que esteja contido nos prazos de entrega estabelecidos na Ordem 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 no termo de responsabilidade constante na Ficha Técnica.

7.2 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.

7.2.1 Para os ensaios de recebimento:

7.2.1.1 Ensaio 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 6 do Anexo A desta NTC, ou a critério da Copel.

7.2.1.2 Ensaio do óleo isolante: 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 ao LACTEC, ou outro expressamente autorizado pela COPEL, para análise e emissão de relatório.

7.2.1.3 Ensaio 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 6 do 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).

7.2.1.4 Demais ensaios de recebimento: A amostra será formada conforme a Tabela 6 do Anexo A desta NTC.

Obs: 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 6.

7.2.2 Para os ensaios complementares de recebimento:

7.2.2.1 Ensaio de curto-circuito: O tamanho da amostra será de 1(uma) unidade, aleatoriamente escolhida do lote sob inspeção.

7.2.2.2 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.

7.3 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 a Ordem 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 a Ordem de Compra ou com esta NTC, não eximirá o Fornecedor de sua responsabilidade

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO

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 da Ordem 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.

7.3.1 Critérios para aceitação ou rejeição nos ensaios de recebimento:

7.3.1.1 Ensaio do óleo isolante e da pintura: O lote somente será aceito pela COPEL após a emissão de laudo favorável, pelo LACTEC, sobre os resultados dos ensaios realizados nas amostras colhidas de óleo e nos corpos de prova de pintura, quando solicitado pela Copel.

7.3.1.2 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 6 do Anexo A desta NTC.

7.3.2 Critérios para aceitação ou rejeição nos ensaios complementares de recebimento:

7.3.2.1 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.

7.3.2.2 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.

7.4 Ficha Técnica.

7.4.1. O fornecimento à Copel deste material fica condicionado à homologação da Ficha Técnica do mesmo pela SEE / DNGO / VNOT. Para maiores informações consultar a Internet no seguinte endereço:

www.copel.com

Acesso Rápido

- Normas Técnicas

7.4.2 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. 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 e explícita se o transformador ensaiado passou ou não no referido ensaio.

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO

ANEXO A

TABELA 1 - Características do Sistema Elétrico da COPEL

TENSÃO NOMINAL DO SISTEMA	13,8 kV	34,5 kV
TENSÃO MÁXIMA DE OPERAÇÃO DO SISTEMA (F ASE-FASE)	13,8 kV	34,5 kV
CONDIÇÃO DO NEUTRO	ATERRAMENTO POR REATÂNCIA $X_0/X_1 \leq 10$	MULTIATERRADO
TENSÃO MÁXIMA ADMISSÍVEL FASE-TERRA EM CASO DE FALTA	15 kV	27 kV
NÍVEL DE ISOLAMENTO DA ISOLAÇÃO	95 kV	125 KV
POTÊNCIA MÁXIMA DE CURTO-CIRCUITO DO SISTEMA	250 MVA	500 MVA
1	2	3

NOTA: As tensões e ligações da rede secundária são indicadas na Figura 1 do Anexo B desta NTC.

TABELA 2 - 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	3,0	3,6
M12	4,7	5,6
M16	7,6	9,1
1	2	3

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO
ANEXO A
TABELA 3 - Tensões Nominais dos Transformadores

TENSÃO DO EQUIPAMENTO (kV)	TIPO DO TRANSFORMADO (No DE FASES)	PRIMÁRIO		SECUNDÁRIO	
		LIGAÇÃO	TENSÃO NOMINAL (V)	LIGAÇÃO	TENSÃO NOMINAL (V)
15	MONOFÁSICO	FASE – FASE	13.200	SÉRIE	254/127
36,2		FASE – TERRA	19.053		
15	TRIFÁSICO	TRIÂNGULO	13.200	ESTRELA COM NEUTRO ACESSÍVEL	220/127
36,2		ESTRELA (*) COM NEUTRO ATERRADO INTERNAMENTE NO TANQUE	33.000	ESTRELA (*) COM NEUTRO ACESSÍVEL	
1	2	3	4	5	6

(*) – O transformador trifásico deverá ter núcleo com 5 colunas. (Ver item 6.3.19 desta NTC)

TABELA 4 - Níveis de Isolamento dos Transformadores

TENSÃO MÁXIMA 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 ATMOSFÉRICO (kV _{crista})	ESPAÇAMENTO MÍNIMO AR	
				DE FASE PARA TERRA (mm)	DE FASE PARA FASE (mm)
1,2	10	-	30	25	25
15	34	26,2	95	130	140
36,2	-	50	150	200	230
1	2	3	4	5	6

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO
ANEXO A
TABELA 5 - Relação dos Ensaios de Tipo, Recebimento e Complementares de Recebimento

ITEM	DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS	TIPO	RECEBI MENTO	COMPLEMENTA DE RECEBIMENTO
1	Inspecção geral. inc. verificação do tipo de papel. vide 6.3.1	X	X	-
2	Verificação dimensional	X	X	-
3	Tensão aplicada	X	X	-
4	Tensão induzida	X	X	-
5	Tensão suportável de impulso atmosférico na AT e na BT	X	X	-
6	Tensão de radiointerferência (recebimento para 36.2 kV)	X	X	X
7	Nível de ruído	X	-	X
8	Resistência do isolamento	X	X	-
9	Relação de tensões	X	X	-
10	Polaridade	X	X	-
11	Deslocamento angular e seqüência de fases	X	X	-
12	Corrente de excitação	X	X	-
13	Perdas em vazio e totais	X	X	-
14	Tensão de curto-circuito	X	X	-
15	Resistência elétrica dos enrolamentos	X	X	-
16	Elevação de temperatura	X	X	-
17	Estanqueidade	X	X	-
18	Verificação do equilíbrio de tensões	X	-	X
19	Elevação de temperatura sob falta de fase no primário	X	-	X
20	Capacidade de suportar curto-circuito	X	-	X
21	Características físico-químicas do óleo isolante	X	X	-
22	Características da pintura	X	X	-
23	Verificação do funcionamento do termômetro de óleo	X	X	-
24	Zincagem	X	X	-
25	Torque nos terminais	X	X	-
26	Estanhagem dos terminais	X	X	-
27	Verificação das características dos materiais de vedação	X	X	-
28	Verificação da classe térmica do fio esmaltado	X	X	-
29	Verificação da resistência dos suportes de poste	X	X	-
30	Verificação das características do dispositivo alívio pressão	X	X	-
1	2	3	4	5

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO

ANEXO A

TABELA 6 - Plano de Amostragem para Ensaios de Recebimento

TAMANHO DO LOTE	PINTURA (Obs. 5), RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO, ENSAIOS DIETRICOS (TENSÃO APLICADA e INDUZIDA) EM 100% LOTE			DEMAIS ENSAIOS			
	Plano de amostragem simples nível de inspeção S ₃ NQA 1.0%			(Exceto pintura, óleo isolante e dielétricos)			
	Tamanho da Amostra	Ac	Re	Plano de amostragem dupla nível de		Ac	Re
				Seqüenci	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
501 a 1200	13	0	1	1 ^a	20	0	2
				2 ^a	20	1	2
1201 a	13	0	1	1 ^a	32	0	2
				2 ^a	32	1	2
1	2	3	4	5	6	7	8

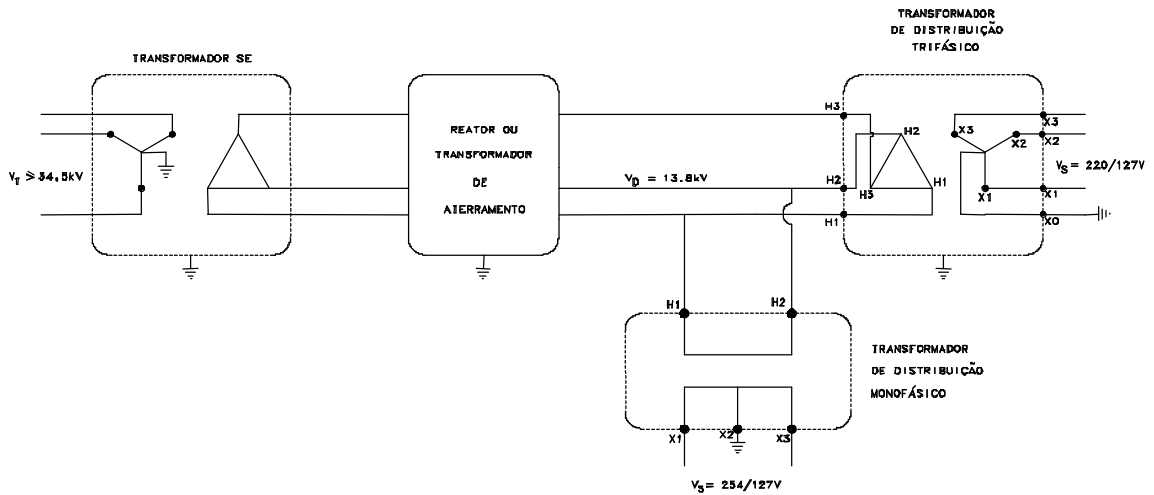
- OBS:** 1) Ac = Número de peças defeituosas que ainda permite aceitar o lote;
Re = Número de peças defeituosas que implica na rejeição do lote.
2) Amostragem dupla - procedimento conforme NBR-5426/77.
3) Para ensaios de resistência do isolamento, tensão aplicada e tensão induzida ver itens 7.2.1.1 e 7.3.1.1 desta NTC.
4) Para ensaios do óleo isolante ver itens 7.2.1.2 e 7.3.1.2 desta NTC.
5) Para ensaio de pintura, ver também itens 7.2.1.3 e 7.3.1.2 desta NTC.
6) Os ensaios de Resistência de Isolamento, Tensão Aplicada e Induzida devem ser realizados em 100 % do lote.



TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO

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.

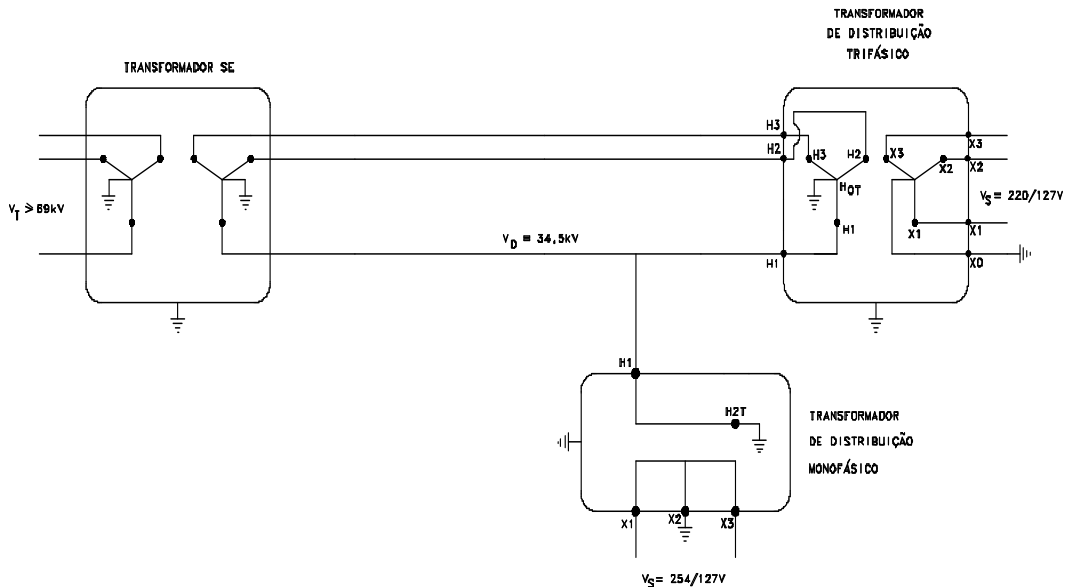
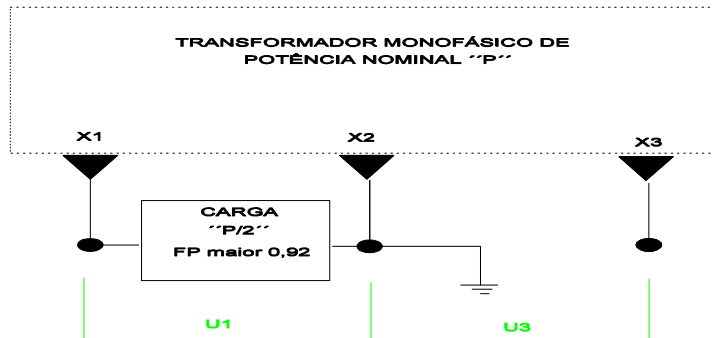


FIGURA 1 - CONFIGURAÇÃO DOS SISTEMAS ELÉTRICOS DA COPEL

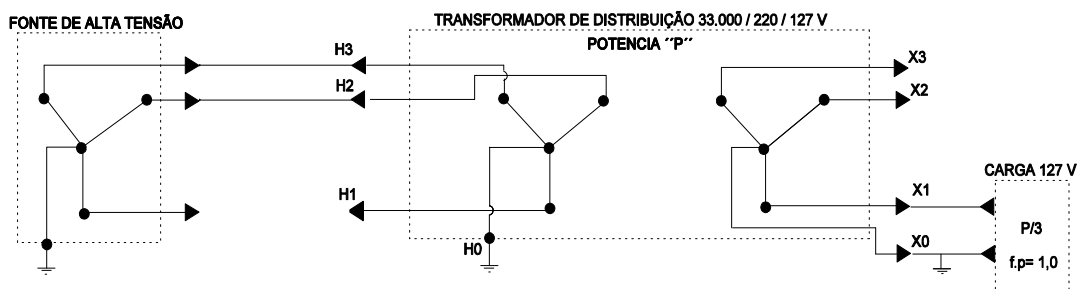
TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO

ANEXO B



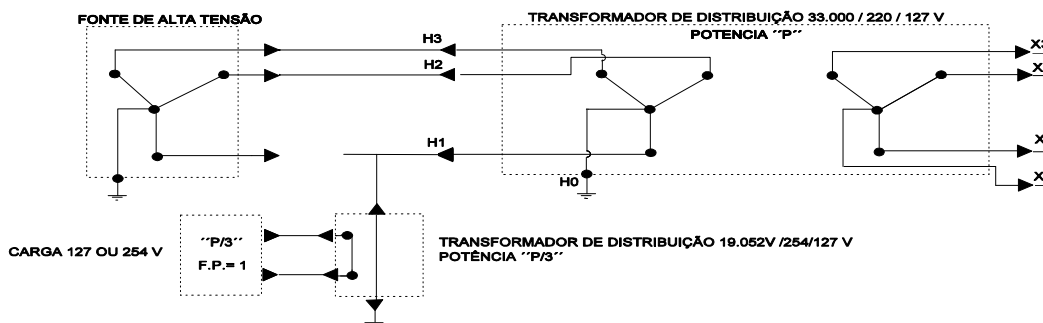
- OBS.:** 1. FP= Fator de potência.
2. Para o ensaio, ver item 6.3.18 desta NTC.
3. Deve-se ter o seguinte resultado: (-3V) menor ou igual a $(U_1 - U_3)$ menor ou igual a (+ 3V)

FIGURA 2 - ESQUEMA PARA O ENSAIO DE VERIFICAÇÃO DO EQUILÍBRIO DE TENSÕES



- OBS:** 1. Para o ensaio, ver item 6.3.19 (situação "a") desta NTC.
2. FP = Fator de potência.

FIGURA 3 - ESQUEMA PARA O ENSAIO DE ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA SOB FALTA DE FASE PRIMÁRIA E CARGA NO SECUNDÁRIO



- OBS:** 1. Para o ensaio, ver item 6.3.19 (situação "b") desta NTC.
2. FP = Fator de potência.

FIGURA 4 - ESQUEMA PARA O ENSAIO DE ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA SOB FALTA DE FASE PRIMÁRIA E CARGA NO PRIMÁRIO