

DEMEI

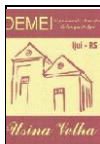
***Departamento
Municipal de Energia
de Ijuí***

PaTD-07

***Padronização de
Transformadores trifásicos
de distribuição, imersos em
óleo isolante.***

Padronização

VERSÃO 1.0



PADRONIZAÇÃO DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS DE DISTRIBUIÇÃO, IMERSOS EM ÓLEO ISOLANTE.



SÉRIE PADRONIZAÇÃO - Diretoria Técnica

TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS DE DISTRIBUIÇÃO, IMERSOS EM ÓLEO ISOLANTE

Pa– Padronização

T – Diretoria Técnica

D – DEMEI

PADRONIZAÇÃO PaTD – XX

Elaboração

Elizandro Junior da Motta – Eletricista Instalador

Colaboração e supervisão

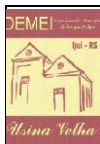
Sandro Alberto Bock - Engenheiro Eletricista

Comissão de Normatização

Ana Cláudia L. S. Obregon – Controladora Interna

Moisés Machado Santos – Engenheiro Eletricista

Janeiro de 2025

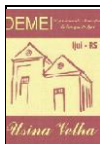


PADRONIZAÇÃO DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS DE DISTRIBUIÇÃO, IMERSOS EM ÓLEO ISOLANTE.



Lista de Revisões

Revisão	Motivo da Revisão	Data de Aprovação	Instrumento de Aprovação
1.0	Procedimento original		Portaria nº

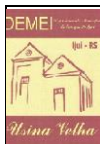


PADRONIZAÇÃO DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS DE DISTRIBUIÇÃO, IMERSOS EM ÓLEO ISOLANTE.



Sumário

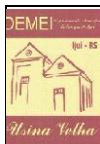
1	OBJETIVO.....	7
2	NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES.....	7
2.1	Normas Técnicas Nacionais.....	7
2.2	Portarias e resoluções.....	8
2.3	Normas Técnicas Internacionais	8
3	CONDIÇÕES GERAIS	9
3.1	Generalidades.....	9
3.2	Funcionamento, Fornecimento, transporte e instalação.....	10
3.2.1	Unidades de medida	10
3.2.2	Funcionamento	10
3.2.3	Fornecimento.....	11
4	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	11
4.1	Potências nominais padronizadas	11
4.2	Frequência nominal.....	11
4.3	Níveis de isolamento e espaçamentos.....	12
4.4	Derivações e tensões nominais	12
4.5	Impedância de curto-circuito	13
4.6	Perdas máximas	13
4.7	Resfriamento	13
4.8	Classes de Temperatura dos Isolantes e Limites de Elevação de Temperatura....	13
4.9	Características dos Enrolamentos	14
4.10	Características do Óleo	14
4.11	Capacidade de suportar curto-circuito	15
5	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS	15
5.1	Características dimensionais.....	15
5.2	Tanque e tampa do transformador	17
5.3	Radiadores	18
5.4	Juntas de Vedação.....	19
5.5	Indicador de Nível de Óleo Isolante	19



PADRONIZAÇÃO DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS DE DISTRIBUIÇÃO, IMERSOS EM ÓLEO ISOLANTE.



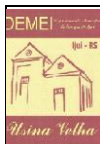
5.6	Marcação dos Enrolamentos	19
5.7	Marcação dos Terminais	19
5.8	Locação dos Terminais H	19
5.9	Marcação do Terminal de Neutro	20
5.10	Requisitos e Posicionamento das Buchas	20
5.11	Terminais primários (25kV)	20
5.12	Terminais secundários (1,3kV).....	20
5.13	Acessórios dos transformadores	22
5.13.1	Terminal de aterramento do tanque:.....	22
5.13.2	Meios de suspensão da parte ativa	22
5.13.3	Comutador de derivação externo sem tensão	22
5.13.4	Válvula de alívio de pressão.....	23
5.13.5	Suportes de fixação em poste	24
5.13.6	Nível de ruído.....	25
5.13.7	Níveis de tensão de radiointerferência (TRI)	26
5.13.8	Grupo de Ligação e Deslocamento Angular	26
5.13.9	Placa de Identificação.....	26
5.14	Preparo das Superfícies Ferrosas, Internas e Externas	29
5.15	Pintura das Superfícies Ferrosas, internas	30
5.16	Pintura das Superfícies Ferrosas, externas.....	30
5.17	Aprovação do Esquema de Pintura	30
5.18	Pintura da Identificação da Potência.....	30
5.19	Desenhos de projetos	31
5.20	Inspeções, Ensaios e Recebimentos.....	31
5.21	Ensaios de Recebimento	32
5.21.1	Ensaio de Resistência Elétrica dos Enrolamentos.....	33
5.21.2	Ensaio de Relação de Tensão	34
5.21.3	Ensaio de Deslocamento Angular e Sequência de Fases	35
5.21.4	Ensaio da Tensão de Curto-Circuito, Perdas em Carga, Perdas em Vazio ..	35
5.21.5	Ensaio da Corrente de Excitação.....	35
5.21.6	Ensaio de Resistência do Isolamento	35
5.21.7	Ensaio de Fator de Potência do Isolamento	35



PADRONIZAÇÃO DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS DE DISTRIBUIÇÃO, IMERSOS EM ÓLEO ISOLANTE.



5.21.8 Ensaio de Tensão Suportável de Impulso Atmosférico	36
5.21.9 Ensaio de Tensão Suportável à Frequência Industrial (Tensão Aplicada)...	38
5.21.10 Ensaio de Tensão Induzida de Curta Duração	38
5.21.11 Ensaio de Estanqueidade e Resistência à Pressão	38
5.21.13 Ensaio do Óleo Isolante	39
5.21.14 Verificação da Tampa, Corpo e Fundo do Tanque	39
5.21.15 Verificação do Radiador.....	40
5.21.16 Verificação das Juntas de Vedação	40
5.21.17 Verificação de Funcionamento dos Acessórios	40
5.21.18 Verificação da Pintura Externa e Interna	40
5.21.19 Verificação Visual e Dimensional.....	41
5.21.20 Condições de Funcionamento, Transporte e Instalação	41
5.21.21 Embalagem.....	41
5.22 Garantia.....	41
6 Aprovação.....	43



PADRONIZAÇÃO DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS DE DISTRIBUIÇÃO, IMERSOS EM ÓLEO ISOLANTE.



1 OBJETIVO

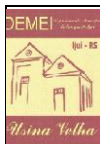
Esta padronização tem por objetivo estabelecer as características elétricas e mecânicas mínimas, para o fornecimento de transformadores trifásicos de distribuição, imersos em óleo isolante, classe 24,2 kV, aplicáveis nas redes aéreas de distribuição de energia elétrica, do Departamento Municipal de Energia de Ijuí – DEMEI.

2 NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Os transformadores aos quais se refere esta padronização, devem estar de acordo com as seguintes NBR'S, ou outras que garantam igual ou superior qualidade:

2.1 Normas Técnicas Nacionais

- ABNT NBR 5034 – Buchas para tensões alternadas superiores a 1 kV;
- ABNT NBR 5356 – Transformadores de Potência – Partes 1, 2, 3, 4 e 5;
- ABNT NBR 5405 – Materiais isolantes sólidos – Determinação da rigidez dielétrica sob tensão em frequência industrial;
- ABNT NBR 5426 – Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos;
- ABNT NBR 5435 – Buchas para transformadores imersos em líquido isolante – Tensão nominal 15 kV, 24,2kV e 36,2 kV – Especificações;
- ABNT NBR 5437 – Bucha para transformadores sem conservador de óleo – Tensão nominal 1,3 kV – 160 A, 400 A, 800 A – Dimensões;
- ABNT NBR 5440 – Transformadores para redes aéreas de distribuição – Padronização;
- ABNT NBR 5590 – Tubos de aço carbono com ou sem solda longitudinal, prestos ou galvanizados;
- ABNT NBR 5915-1 – Chapas e bobinas de aço laminadas a frio – Parte 1: Requisitos;
- ABNT NBR 6234 – Óleo mineral isolante – Determinação da tensão interfacial de óleo-água pelo método do anel – Método de ensaio;
- ABNT NBR 6649 – Bobinas e chapas finas a frio de aço carbono para uso estrutural – Especificação;
- ABNT NBR 6650 – Bobinas e chapas finas a quente de aço carbono para uso estrutural – Especificação;
- ABNT NBR 6869 – Líquidos isolantes elétricos – Determinação da rigidez dielétrica (eletrodos de disco);
- ABNT NBR 7148 – Petróleo e derivados de petróleo – Determinação da massa específica, densidade relativa e °API – Método do densímetro;
- ABNT NBR 7277 – Transformadores e reatores – Determinação do nível de ruído;
- ABNT NBR 10441 – Produtos de petróleo – Líquidos transparentes e opacos – Determinação da viscosidade cinemática e cálculo da viscosidade dinâmica;



PADRONIZAÇÃO DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS DE DISTRIBUIÇÃO, IMERSOS EM ÓLEO ISOLANTE.



- ABNT NBR 10443 – Tintas e vernizes – Determinação da espessura da película seca sobre superfícies rugosas – Método de ensaio;
- ABNT NBR 10710 – Líquido isolante elétrico – Determinação do teor de água;
- ABNT NBR 11003 – Tintas – Determinação da aderência;
- ABNT NBR 11341 – Derivados de petróleo – Determinação dos pontos de fulgor e de combustão em vaso aberto Cleveland;
- ABNT NBR 11349 – Produto de petróleo – Determinação do ponto de fluidez;
- ABNT NBR 11888 – Bobinas e chapas finas a frio e a quente de aço carbono e de aço de alta resistência e baixa liga – Requisitos gerais;
- ABNT NBR 12133 – Líquidos isolantes elétricos – Determinação do fator de perdas dielétricas e da permissividade relativa (constante dielétrica);
- ABNT NBR 13882 – Líquidos isolantes elétricos – Determinação do teor de bifenilas policloradas (PCB);
- ABNT NBR 14248 – Produtos de petróleo – Determinação do número de acidez e basicidade;
- ABNT NBR 15088 – Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com peixes;
- ABNT NBR IEC 60085 – Isolação elétrica — Avaliação e designação térmicas;
- ABNT NBR IEC 60156 – Líquidos isolantes – Determinação da rigidez dielétrica à frequência industrial;

2.2 Portarias e resoluções

- ANP RESOLUÇÃO nº 25/2005 – Estabelece as especificações dos óleos minerais isolantes tipo A e tipo B, de origem nacional ou importado. Revoga a Portaria DNC nº 46/94 e a Resolução CNP nº 09/88;
- INMETRO Portaria nº 378 de 28 de setembro de 2010;
- INMETRO Portaria nº 510 de 07 de novembro de 2016;
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA Portaria Interministerial nº 104 de 22 de março de 2013;
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA Portaria Interministerial nº 3 de 31 de julho de 2018.

2.3 Normas Técnicas Internacionais

- ASTM A900 – Test method for lamination factor of amorphous magnetic strip;
- ASTM A901 – Specification for amorphous magnetic core alloys, semi-processed types;
- IEC 60214-1 – Tap-changers – Part 1: Performance requirements and test methods;
- IEC 62770 – Fluids for electrotechnical applications – Unused natural esters for transformers and similar electrical equipment;

Notas:

- a) Somente serão aceitas propostas para transformadores fabricados através de normas que diferem das acima listadas, se estas assegurarem qualidade igual ou superior às das mencionadas anteriormente e, nesse caso, o fabricante deverá apresentar ao DEMEI proposta por escrito, citando claramente os pontos onde as mesmas divergem das correspondentes da ABNT além de enviar uma cópia de cada norma ao DEMEI;
- b) Considerando o item acima, deve-se esclarecer que, caso o DEMEI não concordar com as normas apresentadas pelo fabricante, sempre prevalecerá o que é estabelecido na ABNT;
- c) O fabricante deve disponibilizar aos Inspectores do DEMEI (na inspeção em fábrica), todas as normas da ABNT, citadas no item 2, no local da inspeção;

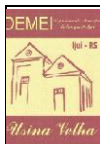
3 CONDIÇÕES GERAIS

3.1 Generalidades

- a) O fabricante deverá, obrigatoriamente, ter seus transformadores homologados pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) - INMETRO, regulamentado pelas portarias interministeriais nº 104 de 22 de março de 2013 e nº 03 de 31 de julho de 2018, do Ministério de Minas e Energia (MME), evidenciados nos laudos de ensaio e na Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE);

Tabela1 - Níveis de eficiência admissíveis para as perdas – 24,2 kV

Tabela 1 - Níveis de eficiência admissíveis para as perdas 2,5, 2 kV						
Potência do Transformador kVA	Eficiência	Perda em vazio	Perda total	Rendimento mínimo C= 0,5% F.P. = 0,92	Corrente de excitação	Tensão de curto-circuito
	Nível	W	W	%	%	%
15	A	50	280	98,47	4,8	4,0
	B	55	305	98,33		
	C	70	350	98,01		
	D	80	390	97,77		
	E	95	470	97,34		
30	A	85	475	98,69	4,2	
	B	95	520	98,56		
	C	115	590	98,33		
	D	140	665	98,07		
	E	160	790	97,75		
45	A	110	645	98,84	3,5	
	B	130	720	98,68		
	C	155	815	98,48		
	D	185	910	98,26		
	E	215	1055	97,99		
75	A	160	955	98,97	3,2	
	B	185	1055	98,85		
	C	230	1200	98,65		
	D	270	1345	98,46		
	E	315	1550	98,22		



PADRONIZAÇÃO DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS DE DISTRIBUIÇÃO, IMERSOS EM ÓLEO ISOLANTE.



112,5	A	220	1270	99,08	2,8	5,0
	B	2552	1405	98,96		
	C	310	1595	98,79		
	D	370	1785	98,62		
	E	425	2085	98,40		
150	A	270	1605	99,13	2,6	
	B	310	1770	99,03		
	C	380	2010	98,87		
	D	450	2250	98,71		
	E	520	2610	98,51		
225	A	370	2200	99,21	2,4	
	B	430	2435	99,11		
	C	530	2770	98,96		
	D	625	3095	98,81		
	E	725	3605	98,62		
300	A	435	2740	99,27	2,1	
	B	505	3030	99,18		
	C	620	3440	99,05		
	D	735	3845	98,92		
	E	850	4400	98,76		

Fonte: ABNT NBR 5440:2014 – Tabela 6 – Valores de perdas, correntes de excitação e tensões de curto-circuito para transformadores trifásicos com tensões máximas de 24,2 kV.

3.2 Funcionamento, Fornecimento, transporte e instalação

3.2.1 Unidades de medida

- As unidades de medidas usadas, devem estar de acordo com o sistema internacional de unidades (sistema métrico), conforme estabelece o Decreto-lei nº 81.621, de 03/05/1978, da Presidência da República do Brasil;
- Todos os desenhos, legendas, manuais, instruções, relatórios, placas de identificação e demais informações devem ser escritos na língua portuguesa do Brasil.

3.2.2 Funcionamento

- Operação ao tempo;
- Altitude máxima de instalação 1000 m;
- Temperatura máxima do ar ambiente 40°C e média, em um período de 24 horas, 30°C;
- Temperatura mínima do ar ambiente: 20°C;
- Pressão máxima do vento: 700 Pa (70 daN/m²);
- Umidade relativa do ar até 100%;
- Exposição direta a sol, chuva e poeira;
- Precipitação pluviométrica média anual 1300 a 3000 mm;
- Nível de radiação solar: 1,1 kW/m², com alta incidência de raios ultravioleta;

- Os transformadores podem ser sobrecarregados de acordo com a NBR 5356-7. os equipamentos auxiliares, tais como buchas e comutadores de derivações, devem suportar cargas de pelo menos 1,4 vezes a potência nominal do transformador.

3.2.3 Fornecimento

- a) O transformador deve ser fornecido com todos os componentes necessários ao seu perfeito funcionamento;
- b) Todas as peças correspondentes devem ser substituíveis, quando de mesmas características nominais e fornecidas pelo mesmo fabricante;
- c) Todos os itens iguais, de um mesmo pedido de compra devem ter o mesmo projeto e mesmas características;
- d) O projeto deve ser elaborado de forma que o transformador, após a queima, possa ser reformado por completo, quantas vezes o DEMEI julgar necessário, sem sofrer alteração dos níveis de eficiência admissível para as perdas;
- e) O projeto deve ser adequado para que as manutenções possam ser efetuadas pela CONCESSIONÁRIA ou em oficinas por ela qualificadas, sem o emprego de máquinas ou ferramentas especiais;
- f) O transformador deve ter níveis de perda máxima em vazio e na derivação nominal obtidos em ensaios, conforme valores definidos na Tabela 1 desta padronização, não serão aceitos níveis superiores aos definidos nestas tabelas.

Os níveis de perda máxima na derivação crítica serão obtidos conforme estabelecido no **PBE**, não sendo aceitos valores superiores aos determinados pelo **PBE**.

4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

4.1 Potências nominais padronizadas

Os transformadores trifásicos, utilizados nas redes de distribuição do DEMEI, tem as seguintes potências nominais padronizadas:

15kVA, 30 kVA, 45 kVA, 75 kVA, 112,5 kVA, 150 kVA, 225 kVA e 300 kVA.

4.2 Frequência nominal

A frequência nominal dos transformadores será de 60 Hz.

4.3 Níveis de isolamento e espaçamentos

O nível de isolamento, espaçamentos no ar e demais itens devem atender a Norma NBR 5356-3. Os requisitos solicitados pelo DEMEI estão especificados nas tabelas 2 e 3.

Tabela2 - Níveis de Isolamento das Buchas e Transformador

Tensão máxima do equipamento	das buchas		do transformador		
	Tensão suportável a frequência industrial a seco	Tensão suportável de impulso atmosférico	Tensão suportável a frequência industrial a seco	Tensão suportável de impulso atmosférico	
		Pleno		Pleno	Cortado
(kV eficaz)	(kV eficaz)	(kV crista)	(kV eficaz)	(kV crista)	(kV crista)
1,2*	10	30	10	30	-
24,2	50	150	50	150	165

*O nível de isolamento correspondente a 1,2 kV só é aplicável as buchas de baixa-tensão do transformador.

Tabela 3 – Espaçamentos das Buchas e Transformador

Tensão Máxima do Equipamento	das buchas			do transformador	
	Terminal	Corrente Nominal	Distância mínima de escoamento	Espaçamentos externos mínimos	
				Fase-terra	Fase-Fase
(kV eficaz)	(Tipo)	(A)	(mm)	(mm)	(mm)
Terminal do neutro (1,2) e 1,2	T1	400	65	25	25*
	T1	400	65		
	T3	800	87		
24,2	T1	160	450	225	225

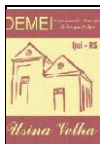
*A distância entre os terminais X1-X2 deve ser pelo menos de 220 mm.

4.4 Derivações e tensões nominais

Os enrolamentos de alta tensão devem ter 5 derivações, conforme tabela 4. A potência nominal deve ser garantida em todas as derivações.

Tabela 4 - Derivações e Relação de tensões

Classe de Tensão (kV)	Posição da derivação	Tensões (V)	
		Primário (F-F)	Secundário (F-F / F-N)
24,2	1	23.100	380/220
	2	22.500	380/220
	3	22.000	380/220
	4	21.450	380/220
	5	20.900	380/220



PADRONIZAÇÃO DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS DE DISTRIBUIÇÃO, IMERSOS EM ÓLEO ISOLANTE.



4.5 Impedância de curto-circuito

A tolerância máxima aceitável para a impedância é de $\pm 7,5\%$ sobre o valor declarado pelo fabricante.

A diferença entre as impedâncias de 2 transformadores com o mesmo projeto não deve exceder 7,5%.

Somente serão aceitos pelo DEMEI, transformadores de distribuição do nível de eficiência "C", atendendo aos prazos estabelecidos pela portaria interministerial MME/MDIC/MCTIC de no 3 de 31 de julho de 2018, e assim sucessivamente conforme os prazos estabelecidos para mudanças de níveis de eficiência forme sendo alterados.

4.6 Perdas máximas

As perdas máximas aceitáveis na derivação de tensão mais elevada sob condições nominais referenciadas à temperatura de referência são as da Tabela 1.

Transformadores com mesmo projeto de um mesmo pedido de compra não devem apresentar diferenças de perdas superiores às da Tabela 5.

Tabela 5 – Tolerância nas Perdas Máximas

Número de unidades de cada ordem de compra	Base de determinação	Perdas máximas	
		Em vazio (%)	Totais (%)
1	1 unidade	10	6
2	cada unidade	10	6
3 ou mais	Média de todas as unidades	0	0

4.7 Resfriamento

Os transformadores devem ser resfriados internamente pelo processo de convecção natural com óleo e externamente com ar (ONAN).

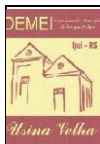
Quando for mencionado o termo óleo, este se refere ao óleo mineral e se porventura o DEMEI passar a usar transformadores com óleo vegetal, da mesma forma, essa padronização contempla esse tipo de material isolante.

4.8 Classes de Temperatura dos Isolantes e Limites de Elevação de Temperatura

Os materiais isolantes elétricos utilizados nos transformadores, devem ser no mínimo de classe térmica A (105°C) da Norma NBR IEC 60085, sinteticamente apresentada na tabela 6 abaixo.

Tabela 6 – Classes de Temperatura de Materiais Isolantes

Classe	Temperatura limite atribuída (°C)
A	105
E	120
B	130
F	155



PADRONIZAÇÃO DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS DE DISTRIBUIÇÃO, IMERSOS EM ÓLEO ISOLANTE.



As elevações de temperatura dos enrolamentos e do óleo em qualquer derivação, segundo a Norma NBR 5356-2, não devem exceder os limites especificados na Tabela 7.

Tabela 7 – Limites de Elevação de Temperatura

Alternativa	Limites de elevação de temperatura (°C)			Temperatura de referência para as perdas totais e impedância (°C)
	Enrolamentos		Óleo	
	Média (método da variação da resistência)	Ponto mais quente	Topo	
Alternativa 1	55	65	50	75
Alternativa 2	65	80	60	85

A isolação deve ser obrigatoriamente feita com papel termo estabilizado independentemente do limite de elevação nominal de temperatura. O fabricante deve apresentar o certificado do fornecedor do material, no ato da inspeção.

4.9 Características dos Enrolamentos

Para transformadores com potência nominal de 15 kVA, os enrolamentos devem ser em cobre, para as demais potências nominais obrigatoriamente em alumínio.

As bobinas do enrolamento primário devem ser contínuas, com uma única bobina por coluna (fase).

4.10 Características do Óleo

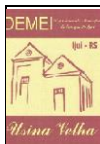
O óleo isolante deve ser do tipo mineral, livre de PCB, de base naftênica (tipo A) ou base parafínica (tipo B); ou do tipo vegetal, de acordo com a NBR 15422.

Os ensaios realizados no óleo devem estar de acordo com a NBR 5356-1. O óleo mineral deverá atender as características definidas nas Especificações ASTM D3487 ou IEC 60296 e na Resolução ANP no 36, de 5.12.2008 (Especificação técnica dos óleos minerais isolantes tipo A e tipo B).

O óleo deve ser completamente livre de umidade e impurezas para garantir o seu poder dielétrico. Após contato com o equipamento, o óleo isolante deve atender os valores da Tabela 8.

Tabela 8 – Características do Óleo Isolante após Contato com Equipamento

Características do óleo	Umidade	Vegetal			Mineral		
		ASTM	ABNT NBR	Valor	ASTM	ABNT NBR	Valor
Tensão interfacial	mN/m	-	-	Não aplicável	D 971	6234	≥ 40
Teor de água	mg/kg ¹	D 1533	10710	≤ 300	D 1533	10710	≤ 25



PADRONIZAÇÃO DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS DE DISTRIBUIÇÃO, IMERSOS EM ÓLEO ISOLANTE.



Rigidez dielétrica (eletrodo de calota)	kV	-	IEC 60156	≥ 45	-	IEC 60156	≥ 45
Fator de perdas dielétricas ou fator de dissipação a 25°C	%	D 924	123133	$\leq 0,5$	D 924	12133	$\leq 0,05$
Fator de perdas dielétricas ou fator de dissipação a 100°C	%	D 924	12133	≤ 8	D 924	123133	$\leq 0,9$
Índice de neutralização	mgKOH/g	D 974	14248	$\leq 0,06$	D 974	14248	$\leq 0,03$
Ponto de combustão	°C	D 92	11341	≥ 300	-	-	-
Teor de bifenilas policloradas (PCB)	mg/kg ¹	-	13882	Não detectado	-	13882	detectado

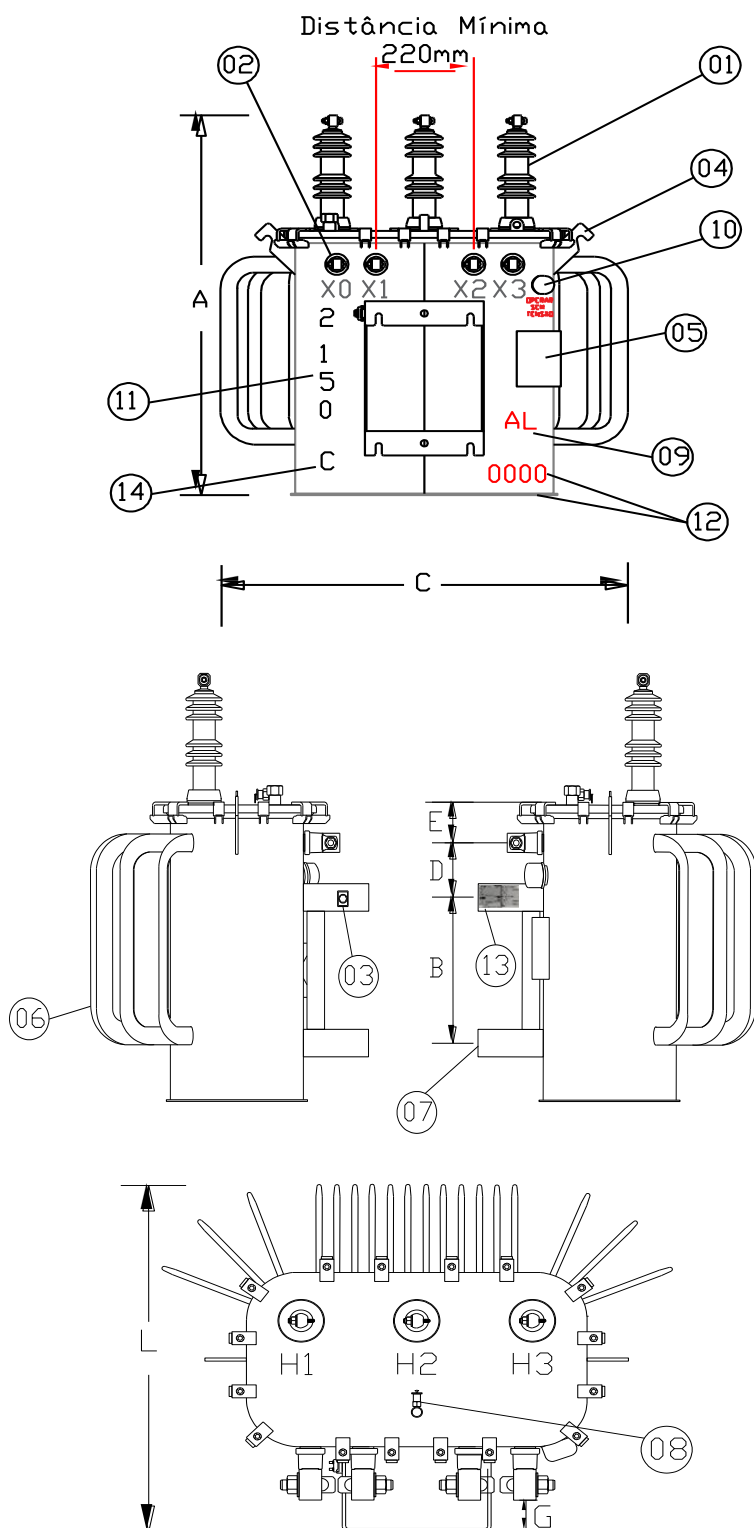
Nota: a unidade mg/kg equivale a PPM

4.11 Capacidade de suportar curto-circuito

O transformador deve resistir aos esforços de curto-circuito, quando ensaiado com uma corrente simétrica limitada ao máximo de 25 vezes a corrente nominal do transformador (ABNT NBR 5356-5).

5 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

5.1 Características dimensionais



LEGENDA
01 - BUCHA DE MT (25kV)
02 - BUCHA DE BT 400 A, TIPO T1(PRENSA CABOS)
03 - CONECTOR DE ATERRAMENTO
04 - GANCHO DE IÇAMENTO
05 - PLACA DE IDENTIFICAÇÃO
06 - RADIADORES
07 - SUPORTE PARA POSTES
08 - VÁLVULA DE ALÍVIO DE PRESSÃO
09 - PINTURA DE IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL DOS ENROLAMENTOS
10 - COMUTADOR EXTERNO
11 - PINTURA DE IDENTIFICAÇÃO DE POTÊNCIA DO TRANSFORMADOR
12 - PINTURA DE IDENTIFICAÇÃO DO PATRIMÔNIO DO TRANSFORMADOR
13 - LOCAL DE INSTALAÇÃO DO SELO DO PBE / INMETRO
14 - PINTURA DE IDENTIFICAÇÃO DO NÍVEL DE EFICIÊNCIA DO TRANSFORMADOR

Figura 1 – desenho orientativo

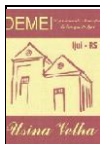
- 1 – As dimensões máximas devem estar de acordo com a tabela 9;
- 2 – O projeto deve permitir a montagem dos cabos dentro dos critérios operacionais e de segurança do DEMEI e sem serem dificultados pelos radiadores, presilhas da tampa e suportes de poste;
- 3 – O espaçamento entre X1 e X2 de, no mínimo, **220 mm**, visa facilitar a montagem dos cabos atrás do poste.

Tabela 9 - Posicionamento dos componentes e dimensões principais de transformadores trifásicos

Tabela 5 - Restrições dos componentes e dimensões principais de transformadores trifásicos											
Tensão de operação (kV)	Potência (kVA)	Dimensões (mm)									
		A	C	L	G	D	B	E			
24,2	15	Máx. 1500	Máx. 1400	Máx. 900	Mínimo 50	120±6	400±20	100±5			
	30										
	45		Máx. 1450	Máx. 950		150±7,5	400±20				
	75										
	112,5	Máx. 2000	Máx. 1700	Máx. 1200			400±20				
	150										
	225						400±20				
	300										

5.2 Tanque e tampa do transformador

O tanque e a respectiva tampa devem ser de chapas de aço, laminadas a quente, conforme a NBR 6650 e a NBR 11888.



PADRONIZAÇÃO DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS DE DISTRIBUIÇÃO, IMERSOS EM ÓLEO ISOLANTE.



O transformador deve ser hermeticamente selado suportando variações de pressão interna e seu próprio peso quando levantado e deve suportar o valor de pressão de 0,07 MPa durante 1 hora de aplicação no caso de ser submetido a um ensaio de estanqueidade.

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

A tampa não deve acumular água em sua superfície e deve ser fixada ao tanque por meio de dispositivo(s) adequado(s) e projetado(s) de forma que não interfiram na conexão dos cabos de baixa tensão às buchas secundárias (ABNT NBR 5440).

Deve ser garantida a continuidade elétrica entre a tampa e o tanque de forma que não impeça a retirada da tampa, através de conexão feita internamente ou externamente, com identificação externa no ponto de conexão com o símbolo de terra (ABNT NBR 5440).

Deve ser feito o arredondamento em todas as bordas, em especial na tampa e nos suportes (de presilha de tampa, dos ganchos de suspensão e das placas de identificação).

A borda do tanque do transformador deve ser adequada para permitir o correto alojamento das juntas de seção circular de modo a evitar o seu deslizamento, esmagamento e corte (ABNT NBR 5440).

A tampa, o corpo e o fundo do tanque devem ser construídos em chapas de aço com espessuras mínimas definidas pela tabela abaixo.

Tabela 10 – Espessura Mínima das Chapas

Potência do transformador (kVA)	Espessura (mm)		
	Tampa	Corpo	Fundo
$10 \leq P \leq 150$	2,65	2,65	3,00
$10 \leq P \leq 150$	3,00	3,00	4,75

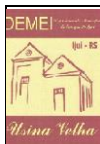
5.3 Radiadores

Os radiadores devem ser fabricados conforme a NBR 5915 com chapas ou conforme a NBR 5590 com tubos, com espessura mínima conforme Tabela 10 abaixo.

Tabela 11 – Espessura Mínima dos Radiadores

Tipo de Radiador	Espessura (mm)
Tubo	1,5
Aleta ^(a)	1,2
Corrugado	1

Observação: ^(a) Os radiadores do tipo Aleta deverão ser galvanizados a quente, com camada mínima de 100 micra, sendo necessária a aplicação de um processo de pintura adequado para superfícies galvanizadas. O ponto de solda deve ser pintado para garantir a proteção anticorrosiva do local.



PADRONIZAÇÃO DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS DE DISTRIBUIÇÃO, IMERSOS EM ÓLEO ISOLANTE.



5.4 Juntas de Vedação

Os materiais de vedação dos transformadores devem ser feitos de borracha nitrílica com alto teor de acrilonitrila (37 % a 41 %), conforme *ASTM D297*, resistente à ação da umidade e raios solares e à ação do óleo aquecido à temperatura de 120°C ou superior conforme limites de elevação de temperatura e atender às características da tabela 12.

Tabela 12 - Características dos materiais de vedação.

Características	Método de Ensaio	Valores Nominais
Densidade	ASTM D297	1,15 g/cm ³ a 1,30 g/cm ³
Dureza shore A	ASTM D2240	(65 ± 5) pontos
Cinza	ASTM D297	1 % a 3 %
Enxofre livre	ASTM D1619	Negativo
Resistência à tração	ASTM D412	(100 ± 10) kg/cm ²
Deformação permanente		70 h a 100 °C, máx. 15 % à compressão
Envelhecimento	ABNT NBR 11407 ou ASTM D471	70 h em óleo isolante, a 100 °C, com: - variação de volume = 0 % a 5 % - variação de dureza = -10 a + 5 pontos
Recomenda-se que os líquidos utilizados no ensaio de envelhecimento atendam aos requisitos da ANP para óleo mineral isolante e a <i>ABNT NBR 15422</i> para óleo vegetal isolante		

Fonte ABNT 5440

5.5 Indicador de Nível de Óleo Isolante

Os transformadores devem ter um traço 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, bem visível, retirando-se a tampa do tanque (*ABNT NBR 5440*).

5.6 Marcação dos Enrolamentos

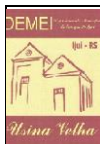
Os terminais dos enrolamentos e as respectivas ligações devem ser claramente identificados por meio de marcação constituída por algarismos e letras, e ser fielmente reproduzida no diagrama de ligações. Nos painéis de comutação de derivação, a marcação deve ser feita com caracteres gravados em baixo relevo e pintados para efeito de contraste.

5.7 Marcação dos Terminais

Os terminais dos diversos enrolamentos devem ser marcados com as letras maiúsculas H e X. A letra H é reservada ao enrolamento de alta tensão. As letras devem ser associadas aos números 0, 1, 2, 3, para indicar o primeiro deles ao terminal de neutro e os outros para fases e derivações.

5.8 Locação dos Terminais H

O terminal H1 deve ficar localizado à direita do grupo de terminais de alta tensão quando se olha o transformador de frente (lado dos radiadores). Os outros terminais H devem seguir a ordem numérica da direita para a esquerda;



PADRONIZAÇÃO DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS DE DISTRIBUIÇÃO, IMERSOS EM ÓLEO ISOLANTE.



5.9 Marcação do Terminal de Neutro

O terminal de neutro deve ser marcado com a letra correspondente ao enrolamento seguida do número zero

5.10 Requisitos e Posicionamento das Buchas

As buchas devem ser de porcelana vitrificada e conforme com as normas *ABNT NBR 5034/5435/5437*. Buchas fabricadas com outro material podem ser aceitas, condicionadas à aprovação prévia do DEMEI, devendo possuir características no mínimo iguais as especificadas nesta especificação.

As buchas primárias devem ser montadas sobre a tampa, e a tampa deve ser provida de ressalto para evitar o acúmulo de água. As buchas secundárias devem ser montadas lateralmente ao tanque.

As fixações das buchas devem ser internas.

Os terminais secundários não devem interferir com as presilhas da tampa, a própria tampa ou com o suporte para fixação em poste, inclusive no tocante às distâncias fase-terra.

5.11 Terminais primários (25kV)

Os terminais primários devem ser fabricados em ligas de cobre e estanhados com o objetivo de permitir a utilização tanto de condutores de cobre quanto de alumínio, os terminais devem ser estanhados com camada mínima de 8 μm , condutividade mínima 25% IACS a 20 °C, não pode haver soldas ou emendas nos terminais (*ABNT NBR 5435*) e devem ser acompanhados de uma arruela de pressão em aço inoxidável.

Os terminais primários devem ser de corrente nominal 160 A, com tensão suportável de impulso atmosférico de 150 kV crista. Demais características em conformidade com *ABNT NBR 5440*.

5.12 Terminais secundários (1,3kV)

Os terminais secundários devem ser fabricados em ligas de cobre e estanhados com o objetivo de permitir a utilização tanto de condutores de cobre quanto de alumínio, os terminais devem ser estanhados com camada mínima de 8 μm , condutividade mínima 25% IACS a 20 °C, não pode haver soldas ou emendas nos terminais (*ABNT NBR 5435*).

As conexões dos terminais de baixa tensão e fechamento da estrela de baixa tensão devem ser:

- a) Com terminais a compressão com no mínimo três compressões realizadas com alicate de compressão hidráulico; ou

- b) Com solda contínua. Quando não forem utilizados cabos necessariamente devem ser com solda contínua; ou
- c) Com parafusos com arruelas de pressão com torque definido em projeto (especificar no desenho de aprovação).
- d) Os terminais das buchas de baixa tensão, devem ser dos tipos T1 (prensa cabo) e T3 com 4 furos (“bandeira ou “spade”) conforme tabela a seguir:

Tabela 13: Terminais de baixa tensão

Potência (kVA)	Tipo do Terminal	Corrente Nominal (A)
15	T1	160
30	T1	160
45	T1	160
75	T1	400
112,5	T1	400
150	T1	400
225	T3	800
300	T3	800

Deve ser fornecido e devidamente montado nos terminais T3 em cada furação o seguinte jogo de aparafusamento:

- a) parafuso: cabeça sextavada (uma peça); material aço inoxidável 304 ou superior, acabamento passivado, dimensões M12x60 (DIN 933 ou ISO 4017), rosca total, passo de rosca 1,75 (DIN 13 ou ISO 965);
- b) arruela lisa: (duas peças); material aço inoxidável 304 ou superior; acabamento passivado; dimensões M12 (DIN 125A);
- c) arruela de pressão: (uma peça); material aço inoxidável 304 ou superior, acabamento passivado, dimensões M12 (DIN 127B);
- d) porca: sextavada: (uma peça); material latão duro ou bronze silício (ligas de cobre), acabamento estanhado, dimensões M12 (DIN 934 ou ISO 4032) altura da porca 10mm, passo de rosca 1,75 (DIN 13 ou ISO 965).

Todas as demais peças acessórias de aplicação externa do transformador tais como parafusos, porcas, contraporcas, arruelas e dobradiças devem de material não ferroso, como aço inox, bronze-silício ou em aço galvanizado a quente conforme NBR 6323.

5.13 Acessórios dos transformadores

Os transformadores devem ser fornecidos com os seguintes acessórios:

- a) Terminal de aterramento do tanque;
- b) Meios para suspensão da parte ativa do transformador;
- c) Comutador de derivação externo sem tensão;
- d) Válvula de alívio de pressão;
- e) Suportes de fixação em poste;
- f) Terminais das buchas de AT;
- g) Terminais das buchas de BT (conforme 4.1.22 – tabela 13);
- h) Jogo de Parafusos, Arruelas e Porcas.

5.13.1 Terminal de aterramento do tanque:

Deve ser para ligação de condutores de cobre ou alumínio de diâmetro 3,2 mm a 10,5 mm, preso por meio de um parafuso de rosca M12 x 1,75 no furo roscado do suporte para fixação no poste. A localização do terminal deve ser no suporte superior, na parte lateral mais próxima de **X0** conforme **4.1.11. - DESENHO 1**.

5.13.2 Meios de suspensão da parte ativa

O transformador deve dispor de meios para o levantamento de sua parte ativa e para seu levantamento quando completamente montado com óleo como alças, olhais e ganchos.

5.13.3 Comutador de derivação externo sem tensão

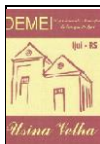
O comutador de derivações deve ser do tipo rotativo ou linear, com acionamento rotativo e comando único externo, com comutação simultânea nas fases, para operações sem carga eficientes em todas as posições. Sua manopla de acionamento deve ser externa na lateral do tanque e instalada de forma a garantir a estanqueidade (*ABNT NBR 5440*).

O comutador de derivações deve ser conforme a norma IEC 60214-1, porém suportando no mínimo 300 operações contínuas sob temperatura máxima de 75°C, sob uma pressão de 2 kgf/cm², no ensaio de durabilidade mecânica (*ABNT NBR 5440*).

O comutador deve garantir perfeita estanqueidade com a parte interna equipamento e ser resistente a umidade, a raios solares intensos e ao óleo mineral isolante na condição da classe térmica da isolação a no mínimo 105°C.

A perda de resistência mecânica deve ser menor que 50%. Alternativamente, o material da parte externa do comutador deve conter um mínimo de 2% do teor de negro de fumo verificado conforme a norma ABNT NBR NM IEC 60811-4-1 e possuir coeficiente de absorção de UV de no mínimo 4000 Abs/cm² conforme ASTM D3349.

No tanque, logo abaixo do acionamento do comutador deve ser gravada de forma indelével “OPERAR SEM TENSÃO”.



PADRONIZAÇÃO DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS DE DISTRIBUIÇÃO, IMERSOS EM ÓLEO ISOLANTE.



A rigidez dielétrica mínima do material do sistema de comutação deve ser de 10 kV/mm, conforme método de ensaio previsto na norma ABNT NBR 5405.

As posições da comutação devem ser marcadas em baixo relevo, pintadas com tinta indelével em cor contrastante com a do tanque, sendo a derivação de maior tensão a de número 1. O comutador deve possuir um sistema de travamento em qualquer posição.

Devem ser em aço inox ou material não ferroso os componentes metálicos do comutador como parafusos de bloqueio e de fixação do manípulo, correntes, pinos, cupilhas e outros.

São aceitos 2 modelos de comutador:

- a) com manípulo polimérico com tampa em aço inoxidável ou alumínio anodizado, conferindo adequada fixação e proteção adequada ao comutador; ou
- b) com manípulo metálico em alumínio injetado revestido com pintura eletrostática a base de poliéster.

Todos os modelos devem ser aprovados pelo DEMEI mediante apresentação de laudos de ensaios elétricos (corrente nominal, elevação de temperatura, tensão de impulso, tensão suportável nominal, curto-circuito); de estanqueidade, de acionamento do comutador, de acionamento sob tração mecânica, de resistência à abrasão, e de intemperismo acelerado com envelhecimento sob UV.

Os requisitos elétricos do comutador são:

- a) corrente nominal: 40 A;
- b) corrente mínima de curto-circuito: $20 \times I$ nominal por 2 segundos;
- c) tensão de operação e nível de isolamento: idênticos a do transformador.

5.13.4 Válvula de alívio de pressão

O Transformador deve possuir dispositivo de alívio da pressão interna, que opere quando o valor da pressão interna ultrapasse o valor máximo admissível, evitando eventual descarga do óleo, e ser provido de dispositivo direcionador do óleo para fora do tanque do transformador.

Internamente ao tanque, no ponto de instalação deste dispositivo deve existir uma tela de aço para impedir a retirada de óleo.

A válvula de alívio de pressão deve ser posicionada na tampa do transformador, com adaptador em L, não deve ficar exposta a danos quando do içamento, carga e descarga do transformador, não interferir com o manuseio dos suportes de fixação em

poste, ser direcionada para o lado das buchas de baixa tensão, para o centro do suporte de fixação no poste, de forma que o jato de óleo seja direcionado para o lado oposto ao da fixação do equipamento no poste.

As características do dispositivo de alívio de pressão devem estar de acordo com os seguintes requisitos mínimos estabelecidos na norma *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);
- Taxa de vazão $9,91 \times 10^5$ cm³/min (35 pés cúbicos/min), a 103,5 kPa (1,06 kgf/cm²) e 21 °C;
- Taxa de admissão de ar igual a ZERO, na faixa de 41,4 kPa (0,42 kgf/cm²) a 55,2 kPa (0,56 kgf/cm²);
- Temperatura de operação de - 29 °C a + 105 °C;
- Orifício de admissão de 1/4 pol (6,4 mm) -18 NPT;
- Corpo hexagonal de latão de 16 mm, para suportar uma força longitudinal de 45 kgf;
- Disco externo de vedação para impedir, de forma permanente, a entrada de poeira, umidade e insetos. Este disco deve ser de material não oxidável, com resistência mecânica suficiente para não sofrer deformação por manuseio;
- Anel externo de material não oxidável, com diâmetro interno mínimo de 21 mm, para acionamento manual, capaz de suportar uma força mínima de puxamento de 11 kgf, sem deformação;
- Anéis de vedação e gaxetas internas compatíveis com a classe de temperatura do material isolante do transformador;
- Partes externas resistentes à umidade e à corrosão;
- conter a expansão do óleo na condição de carga máxima de 200% do transformador (emergência).

5.13.5 Suportes de fixação em poste

- a) Os suportes dos transformadores devem conter dimensões e formatos, conforme figuras 2.
- b) Os suportes dos transformadores devem atender as seguintes solicitações mecânicas conforme detalhe para ensaio da figura 3 e valores informados abaixo:

- carga nominal =1500 daN;
- carga mínima de ruptura = 3000 daN.



Tensão nominal (kV)	Potência (kVA)	A (mm)*
24,2	Até 150	10,00
	225 e 300	12,00

Figura 2 – dimensões - Medidas em mm

*dimensões mínimas

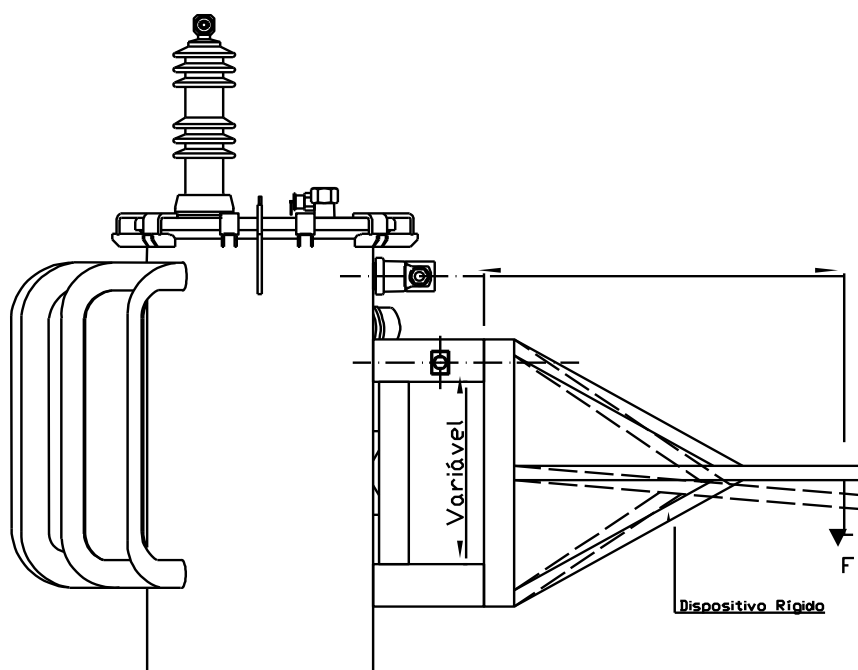


Figura 3 – detalhe do ensaio de sustentabilidade mecânica.

5.13.6 Nível de ruído

Os níveis de ruído emitidos pelos transformadores ensaiados devem atender as NBR's 7277 e 5356-1, não devendo exceder os níveis especificados na tabela 14.

Tabela 14: Terminais de baixa tensão

Nível máximo de ruído (dB)	Potência Nominal (kVA)
48	1 - 50
51	51 - 100
55	101 - 300

Fonte: ABNT NBR 5440

5.13.7 Níveis de tensão de radiointerferência (TRI)

O transformador deve ser submetido ao ensaio de tensão de radiointerferência segundo a CISPR/TR 18-2 com a tensão máxima de 1,1 vez o valor da tensão da maior derivação entre terminais AT acessíveis. Nestas condições, o valor máximo da tensão de rádio interferência deve ser de 650 μ V (classe de tensão 24,2 kV).

5.13.8 Grupo de Ligação e Deslocamento Angular

A ligação em estrela ou triângulo de um conjunto de enrolamentos de fase de um transformador trifásico deve ser indicada pelas letras Y ou D para o enrolamento de alta tensão, e y ou d para enrolamentos de baixa tensão. Se o ponto neutro de um enrolamento em estrela for acessível, as indicações devem ser respectivamente, YN e yn. O deslocamento angular, nos transformadores trifásicos ligados em triângulo-estrela, é de 30°, com as fases de baixa tensão atrasadas em relação às correspondentes da alta tensão, conforme figura 4 - diagrama fasorial, extraído da ABNT NBR 5440, com designação Dyn1.

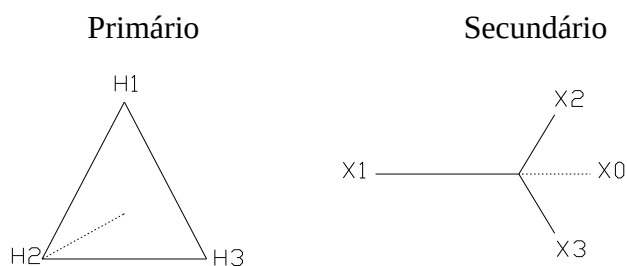
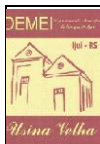


Figura 4 – diagrama fasorial

5.13.9 Placa de Identificação

A placa de identificação deve ser em alumínio anodizado ou aço inoxidável, instalada através de rebites na posição indicada no item 05 da figura 01, sempre do lado de baixa tensão, ter espessura mínima de 1 mm e ter ao menos as seguintes informações gravadas a laser:

- nome do fabricante e local de fabricação;
- número de série de fabricação;
- mês e ano de fabricação;



PADRONIZAÇÃO DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS DE DISTRIBUIÇÃO, IMERSOS EM ÓLEO ISOLANTE.



- d) designação e data da norma brasileira;
- e) potência em kVA;
- f) designação do método de resfriamento;
- g) diagrama de ligações, contendo todas as tensões e respectivas correntes;
- h) frequência nominal;
- i) diagrama fasorial;
- j) impedância de curto-circuito em percentagem;
- k) tipo do óleo e volume necessário em litros;
- l) massa total aproximada em quilogramas;
- m) níveis de isolamento;
- n) elevação máxima de temperatura no enrolamento e óleo;
- o) material dos enrolamentos AT/BT;
- p) nível de eficiência (A, B, C ou D);
- q) logotipo e nome “DEMEI - D”,
- r) nº de patrimônio do transformador (fornecido pelo setor de projetos do DEMEI)

As placas devem ser do padrão da figura 5. Os transformadores incorporados por doação de empreiteiros e particulares também devem ser do mesmo padrão.

O valor da impedância de curto-circuito a ser gravada na placa deve ser de o de projeto do fabricante na derivação de maior tensão, referida à temperatura de 75°C na alternativa 1 e 85°C na alternativa 2, sempre seguindo o determinado no item 4.5.

Os diagramas de ligações devem indicar com os números e letras as ligações permanentes, as derivações e terminais. Devem também mostrar sob o formato de tabela, as ligações dos enrolamentos, a disposição e identificação das buchas, as ligações no painel, e as posições das derivações do comutador e suas tensões expressas em volts, não sendo, porém, necessário escrever esta unidade

LOGOTIPO E IDENTIFICAÇÃO DO FABRICANTE

TRANSFORMADOR TRIFÁSICO

Nº DE SÉRIE DATA FABRICAÇÃO

POTÊNCIA kVA FREQ. Hz NORMA

IMPEDÂNCIA % TIPO ÓLEO ISOLANTE

REFRIGERAÇÃO **ONAN**

TENSÕES SUPORTÁVEIS	AT	N	BT
CLASSE DE TENSÃO			
FREQUÊNCIA INDUSTRIAL			
IMPULSO ATMOSFÉRICO			

ALTA TENSÃO TERMINAIS H1 H2 H3

V	POS.	COMUTADOR LIGA	LIG.
23.100	1	10-13 11-14 12-15	△
22.550	2	7-13 8-14 9-15	
22.000	3	7-16 8-17 9-18	
21.450	4	4-16 5-17 6-18	
20.900	5	4-19 5-20 6-21	

BAIXA TENSÃO TERMINAIS X0 X1 X2 X3

V	LIG.
380/220	Y

MASSA TOTAL kg VOLUME ℓ

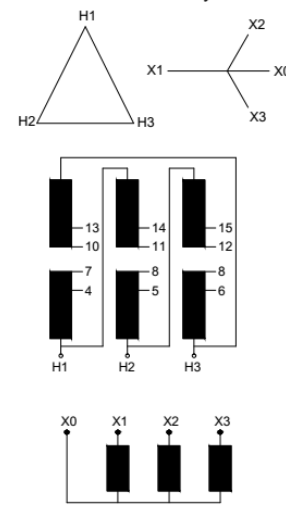
ELEV. DE TEMP. ÓLEO / ENROL. °C

NÍVEL DE EFICIÊNCIA

Nº PATRIMÔNIO DEMEI

MATERIAL ENROLAMENTO AT/BT

DIAGRAMA FASORIAL Dyn 1



*medidas em mm

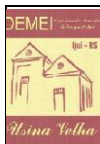
Figura 5 – placa de identificação

Os níveis de isolamento dos enrolamentos e do terminal de neutro devem ser indicados, conforme o modelo apresentado na tabela a seguir:

Tabela 15: Indicação dos Níveis de Isolamento na Placa de Identificação

Níveis de isolamento – tensões suportáveis (kV)	AT	BT	N
Frequência industrial (kV eficaz)			
Impulso atmosférico pleno (kV crista)			

AT = Alta tensão BT = Baixa tensão N = Neutro



PADRONIZAÇÃO DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS DE DISTRIBUIÇÃO, IMERSOS EM ÓLEO ISOLANTE.



Os transformadores deverão ser fornecidos com a ENCE – Etiqueta Nacional de Conservação de Energia, conforme Portaria Interministerial no 104, de 22 de março de 2013, conforme figura 6 abaixo.

130	
70	60
Energia (Elétrica) Fornecedor Modelo Potência (kVA) Classe de tensão (kV)	TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO EM LÍQUIDO ISOLANTE PERDAS MÁXIMAS (tap nominal) -Vazio (W) 0000 -Totais (W) 0000 -Relação de transformação 0000
 PROCEL PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA Etiqueta Nacional de Conservação de Energia - EN Transformadores de Distribuição em Líquido Isolante Relatório ____/____  IMPORTANTE: FICA PROIBIDA A REMOÇÃO DESTA ETIQUETA DO EQUIPAMENTO	 PERDAS MÁXIMAS (tap crítico) -Vazio (W) 0000 -Totais (W) 0000 -Relação de transformação 0000 -NBI(kV) 0000

Figura 6 – Modelo Etiqueta ENCE reduzida para equipamentos novos

Fonte: Portaria 510/2016 – INMETRO

5.14 Preparo das Superfícies Ferrosas, Internas e Externas

Na etapa de preparo das superfícies para pintura dos transformadores, devem ser seguidos os procedimentos abaixo.

- Todos os resíduos de caldeiraria, resíduos de óleo, graxa ou qualquer outro tipo de resíduo, deverão removidos com desengraxante ou solvente;
- Crosta/carepas de laminação/oxidação superficial devem ser removidas por jateamento abrasivo ao metal branco, padrão Sa 3 (Norma Sueca SIS 05 5900);
- Pingos aderentes de solda e escória/rebarbas/arestas cortantes/cantos arredondados devem ser removidas através de esmerilhamento;
- Para superfícies galvanizadas (metalizadas ou galvanizadas a quente) poderá ser utilizado o jateamento leve fino (*brush-off*);
- Seguir as recomendações do fabricante das tintas utilizadas (método de aplicação, intervalo entre demãos, condições climáticas, umidade, tempo máximo para a utilização).

5.15 Pintura das Superfícies Ferrosas, internas

As superfícies internas devem receber um tratamento que proporcione proteção efetiva contra corrosão e com material que não seja afetado pelo óleo.

Deve ser aplicada tinta à base de epóxi poliamina bicomponente, resistente ao óleo isolante aquecido, na cor branca notação Munsell N9,5, com espessura seca mínima de 60 micrometros.

5.16 Pintura das Superfícies Ferrosas, externas

Deve ser aplicada, antes de cada demão, reforço de pintura nos cordões de solda, cantos de contorno arredondados e demais áreas suscetíveis à corrosão.

A película seca da pintura externa deve apresentar espessura mínima de 210 micrometros formada de acordo com o seguinte esquema:

- a) Pintura de fundo com demãos de primer anticorrosivo bicomponente, à base de epóxi rico em zinco, com película seca com composição de 80% de zinco e espessura mínima de 80 micrometros;
- b) Pintura intermediária: com demãos de primer bicomponente, à base de epóxi de óxido de ferro micaceos, compatível com o primer de fundo, com película seca com espessura mínima de 70 micrometros;
- c) Pintura de acabamento com demãos de tinta em poliuretano acrílico alifático de alta espessura, bicomponente e de alto sólidos por volume, na cor cinza claro semibrilhante Munsell N6,5, e com espessura da película seca mínima de 60 micrometros (para transformadores com óleo vegetal a cor de acabamento deve ser verde Munsell 5G 8/4).

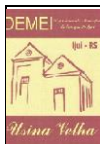
5.17 Aprovação do Esquema de Pintura

Caso o fabricante ofertar um esquema de pintura alternativo, equivalente ou superior ao desta Especificação, deverá enviar ao representante do DEMEI, indicado no contrato, juntamente com os desenhos, a descrição detalhada do esquema de pintura proposto, os nomes comerciais das tintas, nome de seus fabricantes 3 réplicas do esquema de pintura proposto em corpos de prova de tamanho 100 x 150 mm para realização dos ensaios e avaliação.

5.18 Pintura da Identificação da Potência

Deve ser pintado na parte externa do tanque dos transformadores, sempre seguindo as indicações de localização, determinadas na figura 1, as descrições abaixo:

- a) Logo abaixo do terminal X0, no sentido vertical em forma facilmente visível, em tamanho 60 X 50 mm, na cor preta, 3 algarismos indicando a



PADRONIZAÇÃO DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS DE DISTRIBUIÇÃO, IMERSOS EM ÓLEO ISOLANTE.



potência e mais a letra correspondente ao nível de eficiência do transformador (exemplo “C”);

- b) O Número do Equipamento DEMEI D, deve ser pintado no sentido horizontal, na cor vermelha, logo abaixo das letras de indicação do tipo de material dos enrolamentos e no fundo do tanque do transformador, com tamanho mínimo de 60 X 40 mm;

5.19 Desenhos de projetos

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

Após a assinatura do Contrato de Compra e antes do início da fabricação, obrigatoriamente devem ser submetidos para aprovação do DEMEI D os desenhos de projeto em formato de mídia eletrônica dwg e/ou pdf.

5.20 Inspeções, Ensaios e Recebimentos

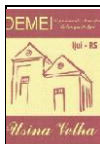
Após o término da fabricação do transformador, o fornecedor deve requerer sua inspeção ao representante do DEMEI, indicado no contrato, com antecedência de 15 dias.

Os ensaios de recebimento devem ser realizados em todas as unidades do pedido de compra, no laboratório do fabricante e serão acompanhados por um ou dois inspetores designados pelo DEMEI, os custos de deslocamento destes inspetores são de responsabilidade da empresa contratada, sendo que até 250 km de distância da sede do DEMEI, este deslocamento poderá ser de ônibus (leito) e em caso de distância entre 250 e 800 km da sede do DEMEI, deverá ser locado veículo para o deslocamento, para distâncias superiores a 800 km, o deslocamento deverá ser de avião, não havendo aeroporto com voos comerciais no município em que serão realizados os ensaios, o deslocamento entre o aeroporto mais próximo e o local dos ensaios, devem seguir os mesmos moldes citados anteriormente (até 250 km de distância este deslocamento poderá ser de ônibus (leito) e em caso de distância superior a 250 km e inferior a 800 km, deverá ser locado veículo para o deslocamento).

O equipamento só poderá ser embarcado para entrega, após a autorização do(s) inspetor(es) do DEMEI, que se dará através da assinatura dos relatórios de ensaios.

Os custos dos ensaios, pessoal e material de laboratório, correm por conta do fornecedor.

Os instrumentos de medição usados devem estar aferidos por órgão oficial ou



PADRONIZAÇÃO DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS DE DISTRIBUIÇÃO, IMERSOS EM ÓLEO ISOLANTE.



outros

devidamente credenciados, e os certificados de aferição estar à disposição do inspetor.

Todos os ensaios devem ser realizados em transformadores montados, prontos e cheios de óleo isolante.

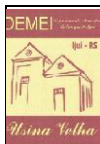
Os ensaios devem ser executados de acordo com a NBR 5356-1 e procedimentos descritos a seguir.

5.21 Ensaios de Recebimento

Independentemente da classificação pela ABNT como Rotina, Tipo ou Especial devem ser realizados nas instalações do fabricante os seguintes Ensaios de Recebimento:

Tabela 16: Relação de ensaios de recebimento

Item	Ensaios de Recebimento	Norma	Amostragem	Obs.
1	Resistência Elétrica dos Enrolamentos	ABNT NBR 5356-1	Tabela 18	
2	Relação de Tensões	ABNT NBR 5356-1	Tabela 18	
3	Deslocamento Angular e Sequência de Fase	ABNT NBR 5356-1	Tabela 18	
4	Tensão de Curto-Circuito	ABNT NBR 5356-1	100% pçs	
5	Perdas em Carga	ABNT NBR 5356-1	100% pçs	
6	Perdas em Vazio	ABNT NBR 5356-1	100% pçs	
7	Corrente de Excitação	ABNT NBR 5356-1	Tabela 18	
8	Resistência do Isolamento	ABNT NBR 5356-1	Tabela 18	(1)
9	Fator de Potência do Isolamento	ABNT NBR 5356-1	1pç por Lote	(1)
10	Tensão Suportável de Impulso Atmosf. de Alta Tensão	ABNT NBR 5356-4	Tabela 19	
11	Tensão Suportável à Freq. Industrial (Tensão Aplicada)	ABNT NBR 5356-3	100% pçs	(2)
12	Tensão Induzida de Curta Duração	ABNT NBR 5356-3	100% pçs	(2)
13	Estanqueidade e Resistência à Pressão a Temp. Ambiente	ABNT NBR 5356-1	Tabela 18	
14	Elevação de Temperatura	ABNT NBR 5356-2	1pç por Lote	



PADRONIZAÇÃO DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS DE DISTRIBUIÇÃO, IMERSOS EM ÓLEO ISOLANTE.



	- Realização do Ensaio			
	- Boletim técnico do papel termo estabilizado utilizado			
15	Óleo Isolante	ABNT NBR 5440	cf. texto	(3)
	- Tensão interfacial			
	- Teor de água			
	- Rigidez dielétrica			
	- Fator de perdas			
	- Ausência de PCB			
16	Verificação da Tampa, Corpo, Fundo do Tanque	ABNT NBR 6650 e 11888	Tabela 18	
	- Verificação das espessuras das chapas			
17	Verificação do Radiador	ABNT NBR 5915 e 11888	Tabela 18	
	- Verificação da Espessura do Radiador			
	- Verificação da espessura da Camada de Galvanização	ABNT NBR 5440		
	- Verificação dos Pontos de Solda			
18	Verificação das Juntas de Vedação	ABNT NBR 5440	Tabela 18	
	- Boletim técnico das juntas utilizadas			
19	Verificação de Funcionamento dos Acessórios	ABNT NBR 5440	Tabela 18	
	- Comutador de derivação externo			
	- Válvula de alívio de pressão			
	- Jogo de parafusos, arruelas e porcas dos terminais de BT			
20	Verificação da pintura externa e interna	ABNT NBR 5440	Tabela 18	
	- Inspeção visual do acabamento das superfícies			
	- Boletins técnicos das tintas utilizadas			
	- Medição da espessura da camada	ABNT NBR 10443		
	- Verificação da aderência	ABNT NBR 11003		
21	Verificação Visual e Dimensional	ABNT NBR 5440	Tabela 18	

Notas:

- (1) Deve ser realizado antes do ensaio de impulso.
- (2) Deve ser realizado depois do ensaio de impulso.
- (3) 3 amostras de óleo por lote adquirido.

O fabricante deve disponibilizar aos Inspectores do DEMEI, no local da inspeção, todas as normas citadas na tabela 16.

5.21.1 Ensaio de Resistência Elétrica dos Enrolamentos

Este valor deve ser dado por fase.

Deve ser medida na derivação de tensão mais elevada e corrigida para a temperatura de referência da tabela 17.

Tabela 17: Temperatura de referência

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

Plano de Amostragem: conforme tabela 18

Tabela 18 – Plano de Amostragem para os Transformadores

Nº de unidades do lote	Amostra			
	Sequência	Tamanho	A _c	R _e
2 a 8	1 ^a	3	0	1
	2 ^a	5		
9 a 15	1 ^a	4	0	1
	2 ^a	7		
16 a 25	1 ^a	6	0	3
	2 ^a	10		
26 a 50	1 ^a	9	1	4
	2 ^a	14		

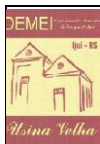
Notas:

1. A_c= N° máximo de unidades falhadas que ainda permite a aceitação do lote.
2. R_e= N° de unidades falhadas que determina a Rejeição do lote. Se o n° de falhas for inferior a R_e, admite-se abrir-se uma 2^a sequência de ensaios com outras unidades do mesmo lote.
3. Considera-se como um lote o conjunto de transformadores de mesma tensão, mesma potência e mesma data de entrega.

5.21.2 Ensaio de Relação de Tensão

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

Aplicando-se tensão nominal a um dos enrolamentos, as tensões obtidas nos demais enrolamentos podem apresentar uma tolerância + 0,5% ou 1/10 da tensão de curto-



PADRONIZAÇÃO DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS DE DISTRIBUIÇÃO, IMERSOS EM ÓLEO ISOLANTE.



circuito, expressa em porcentagem, aquela que for menor, em relação às tensões nominais desses enrolamentos.

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

Plano de Amostragem: segundo Tabela 18.

5.21.3 Ensaio de Deslocamento Angular e Sequência de Fases

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

Plano de Amostragem: segundo Tabela 18.

5.21.4 Ensaio da Tensão de Curto-Circuito, Perdas em Carga, Perdas em Vazio

Devem ser realizados conforme a ABNT 5356-1.

Plano de Amostragem: 100% do lote.

5.21.5 Ensaio da Corrente de Excitação

A corrente de excitação deve ser expressa em percentual da corrente nominal do enrolamento.

A tolerância admitida para a corrente de excitação de uma unidade é de 20%. A média dos valores dos transformadores do mesmo lote devem ser igual ao valor garantido.

Plano de Amostragem: segundo Tabela 18.

5.21.6 Ensaio de Resistência do Isolamento

O ensaio de resistência de resistência do isolamento:

- deve ser feito antes dos ensaios dielétricos; e
- não constitui critério para aprovação ou rejeição do transformador.

Plano de Amostragem: segundo Tabela 18.

5.21.7 Ensaio de Fator de Potência do Isolamento

A resistência do isolamento deve ser medida *antes dos ensaios dielétricos*.

Plano de Amostragem: 1 peça por Lote.

Este ensaio não constitui critério para aprovação ou rejeição do transformador.

5.21.8 Ensaio de Tensão Suportável de Impulso Atmosférico

Os ensaios de impulso atmosférico devem ser feitos:

- a) com o comutador do transformador posicionado na derivação de tensão mais elevada;
- b) com o transformador desenergizado;
- c) sem instalação de elementos não lineares ou para-raios;
- d) com os terminais dos enrolamentos não ensaiados, aterrados;
- e) com aplicação de polaridade negativa.

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

- a) para o pleno com tempo de frente de onda de 1,2 μ s e tempo até o meio valor de cauda de 50 μ s (designado por 1,2/50);
- b) para o cortado com tempo de corte de 2 a 6 μ s após o zero virtual.

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

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

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

O impulso pleno com valor reduzido na alínea “a” serve para comparação com os impulsos plenos realizados nas alíneas “b” e “e”.

O impulso cortado com valor reduzido na alínea “c” serve para comparação com os realizados na alínea “d”.

Os impulsos plenos com o valor especificado na alínea “e” servem para aumentar eventuais danos causados pelas aplicações nas alíneas “b” e “d”, tornando-os mais patentes ao exame dos oscilogramas.

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

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

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

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

Os ensaios são considerados bem-sucedidos se não ocorrer nenhum desvio adicional ou aumento nos desvios anteriores.

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

Plano de Amostragem: conforme tabela 19.

Tabela 19 – Plano de Amostragem para ensaio da tensão de impulso

Nº de unidades do lote	Amostra			
	Sequência	Tamanho	A _c	R _e
2 a 8	-	1	0	1
9 a 15	-	2	0	1
16 a 25	-	3	0	1
26 a 50	1 ^a	4	0	2
	2 ^a	4	1	2

Notas:

1. A_c= Nº máximo de unidades falhadas que ainda permite a Aceitação do lote.

2. $R_e = N^o$ de unidades falhadas que determina a Rejeição do lote. Se o no de falhas for inferior a R_e , admite-se abrir-se uma 2ª sequência de ensaios com outras unidades do mesmo lote.
3. Ocorrendo reinspeção do lote, o número de amostras será dobrado.
4. Conforme a Tabela 19, a incidência de uma falha em lotes com até 500 unidades determina a rejeição de todo o lote.

5.21.9 Ensaio de Tensão Suportável à Frequência Industrial (Tensão Aplicada)

O ensaio de tensão suportável deve ser feito:

- a) após o ensaio de impulso atmosférico;
- b) na derivação da tensão mais elevada;
- c) à frequência industrial, com duração de 1 minuto;
- d) à temperatura ambiente com os transformadores completamente montados.

Plano de Amostragem: 100% das peças. As unidades que falharem serão rejeitadas.

5.21.10 Ensaio de Tensão Induzida de Curta Duração

O ensaio de tensão induzida deve ser realizado:

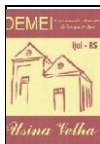
- a) após o ensaio de impulso atmosférico;
- b) na derivação da tensão mais elevada;
- c) com tensão de 2 vezes da tensão nominal da derivação, duração de 7200 ciclos, e frequência entre 120 Hz e 480 Hz.

Plano de Amostragem: 100% das peças. As unidades que falharem serão rejeitadas.

5.21.11 Ensaio de Estanqueidade e Resistência à Pressão

Este ensaio deve ser realizado:

- a) após os ensaios dielétricos;



PADRONIZAÇÃO DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS DE DISTRIBUIÇÃO, IMERSOS EM ÓLEO ISOLANTE.



- b) a temperatura ambiente;
- c) com o transformador completo, cheio de óleo e com todos os acessórios;
e
- d) sob pressão manométrica de 0,07 Mpa durante 1 hora, sem apresentar vazamento nas gaxetas e conexões roscadas.

Plano de Amostragem: segundo Tabela 18.

5.21.12 Ensaio de Elevação de Temperatura

O ensaio de elevação de temperatura deve ser feito:

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

Plano de Amostragem: 1 peça por Lote. Em caso de falha no ensaio, todo o lote estará rejeitado.

5.21.13 Ensaio do Óleo Isolante

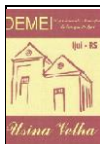
Devem ser realizados os ensaios descritos e atendendo os requisitos exigidos desta Especificação.

O óleo mineral isolante, ao ser recebido a partir dos tanques do distribuidor, no caso de óleo importado ou dos tanques das refinarias e do distribuidor, no caso de óleo de produção nacional, deve ser ensaiado de acordo com a NBR 5356-1 e atender aos requisitos da Resolução ANP no 36 de 5.12.2008.

Na inspeção, deverá ser confirmada a isenção de PCB por meio do ensaio ou laudo emitido pelo fabricante/importador do óleo isolante.

Plano de Amostragem: 3 amostras de óleo por lote adquirido.

5.21.14 Verificação da Tampa, Corpo e Fundo do Tanque



PADRONIZAÇÃO DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS DE DISTRIBUIÇÃO, IMERSOS EM ÓLEO ISOLANTE.



Deve ser verificado a parte externa do transformador quanto ao atendimento a esta especificação com a espessura mínima das chapas conforme a Tabela 10.

Plano de Amostragem: conforme Tabela 18.

5.21.15 Verificação do Radiador

Devem ser verificados a espessura do radiador conforme Tabela 11, a espessura da camada de galvanização e os pontos de solda.

Plano de Amostragem: conforme Tabela 18.

5.21.16 Verificação das Juntas de Vedação

Deve ser verificado o atendimento às características desta Especificação com base no boletim técnico das juntas de vedação utilizadas.

Plano de Amostragem: conforme Tabela 18.

5.21.17 Verificação de Funcionamento dos Acessórios

Devem ser verificados:

- a) comutador de derivação externo;
- b) válvula de alívio de pressão;
- c) jogo de parafusos, arruelas e porcas dos terminais das buchas de BT.

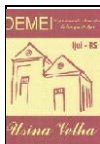
Plano de Amostragem: conforme Tabela 18.

5.21.18 Verificação da Pintura Externa e Interna

Devem ser verificados os requisitos exigidos desta Especificação para a pintura:

- a) inspeção visual de acabamento das superfícies;
- b) verificação dos boletins técnicos das tintas utilizadas;
- c) medição de espessura cujo ensaio deve ser executado conforme a ABNT NBR 10443;
- d) aderência, com grau máximo Y1 e X1, cujo ensaio deve ser executado conforme a ABNT NBR 11003, método A.

Plano de Amostragem: conforme Tabela 18.



PADRONIZAÇÃO DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS DE DISTRIBUIÇÃO, IMERSOS EM ÓLEO ISOLANTE.



5.21.19 Verificação Visual e Dimensional

Devem ser realizadas a inspeção visual e tomadas as medidas dos transformadores.

Plano de Amostragem: conforme Tabela 18

5.21.20 Condições de Funcionamento, Transporte e Instalação

As condições normais e especiais de funcionamento estão estabelecidas na NBR 5356-1.

5.21.21 Embalagem

A embalagem deve garantir um transporte seguro independentemente das condições e do tipo de transporte utilizado.

A embalagem deve ser construída de modo a possibilitar o uso de empilhadeiras, com carga e descarga através da alça de suspensão do transformador, com o uso de pontes rolantes ou Munck, e o transporte e/ou armazenamento superposto de dois transformadores;

O sistema de acondicionamento deve considerar o manuseio, o transporte do equipamento e o armazenamento, desde a saída da fábrica até a chegada ao local de destino para se resguardar de quebras e danos.

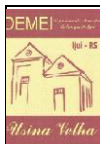
Os transformadores devem ser embalados individualmente e as embalagens não serão devolvidas ao fornecedor. O equipamento será liberado para embarque depois de devidamente inspecionado e conferido.

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

- a) nome do fornecedor;
- b) o nome DEMEI D;
- c) quantidade e tipo do material/equipamento, contido em cada volume;
- d) massa total do volume (massa bruta), em quilogramas.

5.22 Garantia

O material/equipamento deve ser garantido pelo fornecedor contra falhas ou defeitos de projeto ou fabricação que venham a se registrar, por no mínimo 12 (doze) meses a contar da data da efetiva entrada do transformador em operação, ou 18 (dezoito)



PADRONIZAÇÃO DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS DE DISTRIBUIÇÃO, IMERSOS EM ÓLEO ISOLANTE.



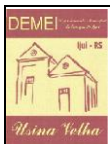
meses a partir do prazo de aceitação no local de entrega, prevalecendo o que ocorrer por último.

O fornecedor se obriga a reparar tais defeitos ou, se necessário, a substituir o material/equipamento defeituoso, às suas expensas, responsabilizando-se por todos os custos decorrentes, sejam de material, mão de obra ou de transporte.

O fornecedor terá um prazo de 30 dias, contados a partir da retirada do equipamento defeituoso no Almoxarifado do Demei D, para efetuar os devidos reparos, correções, reformas, reconstruções, substituição de componentes e até substituição do transformador completo por novo, no sentido de sanar todos os defeitos, imperfeições ou partes falhas de materiais ou de fabricação que venham a se manifestar, sob pena de sofrer as sanções administrativas previstas na Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021.

Se a falha constatada for oriunda de erro de projeto ou produção tal que comprometa todas as unidades do lote, o fornecedor será obrigado a substituí-las, independente do defeito em cada uma delas.

No caso de substituição de peças ou equipamentos defeituosos, o prazo de garantia deve ser estendido para um novo prazo de mais 18 (dezoito) meses, abrangendo todas as unidades do lote.



PADRONIZAÇÃO DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS DE DISTRIBUIÇÃO, IMERSOS EM ÓLEO ISOLANTE.



6 Aprovação

Sandro Alberto Bock
Engenheiro responsável pela Distribuição
e Coordenador da Área técnica

____/____/____

Ana Cláudia L da S Obregon
Comissão de Normatização

____/____/____

Jones Ceickovicz Peuckrt
Procuradoria Jurídica

____/____/____

Marco Aurélio Sikacz
Diretor - Presidente

____/____/____