

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 1 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

SUMÁRIO

1	FINALIDADE.....	4
2	CAMPO DE APLICAÇÃO.....	4
3	RESPONSABILIDADES.....	4
4	DEFINIÇÕES.....	5
4.1	Transformador Seco	5
4.2	Transformador Seco com Enrolamento Encapsulado	5
4.3	Transformador Seco Completamente Enclausurado	5
4.4	Transformador Seco Enclausurado	5
4.5	Transformador Seco Não Enclausurado	5
4.6	Bucha.....	5
4.7	Sistema de Comutação sem Tensões	5
4.8	Transformador de Potência.....	5
5	REFERÊNCIAS.....	6
6	CONDIÇÕES GERAIS.....	8
6.1	Generalidades.....	8
6.2	Condições da Instalação	8
6.2.1	Normais	8
6.2.2	Condições Especiais	8
6.2.3	Local de Instalação.....	8
6.3	Fornecimento.....	8
6.4	Linguagens e Unidades de Medida	9
6.5	Embalagem	9
6.6	Garantia	10
6.7	Informações Técnicas, Desenhos e Manuais a serem enviados juntamente com a Proposta	11
6.7.1	Informações Técnicas Necessárias com a Proposta	11
6.7.2	Desenhos	11
6.7.3	Desenhos a Serem Submetidos à Aprovação	11
6.7.4	Manual de Instruções	12
6.8	Apresentação de Proposta e Aprovação de Protótipos.....	12
6.8.1	Generalidades	12
6.8.2	Aprovação de Protótipos	13
7	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS.....	14
7.1	Características Técnicas	14
7.1.1	Potências Nominais.....	14
7.1.2	Tensões Nominais.....	14

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 2 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

7.1.3	Frequência Nominal	14
7.1.4	Níveis de Isolamento	14
7.1.5	Derivações.....	15
7.1.6	Perdas, Correntes de Excitação e Tensão de Curto-circuito	16
7.1.7	Corrente de Excitação	18
7.1.8	Diagrama Fasorial, de Ligações e Indicação do Deslocamento Angular	18
7.1.9	Tensão de Rádio interferência	19
7.1.10	Sobrecarga	19
7.1.11	Método de Resfriamento	19
7.1.12	Limites de Elevação de Temperatura.....	19
7.1.13	Nível de Ruído.....	20
7.1.14	Requisitos Relativos à Capacidade de Suportar Curto-Circuito	20
7.2	Características Construtivas.....	21
7.2.1	Placa de Identificação	22
7.2.2	Material Isolante	23
7.2.3	Classe de Combustão, Ambiental e Climática	23
7.2.4	Marcação dos Enrolamentos e Terminais.....	23
7.2.5	Terminais.....	23
7.2.6	Resistência ao Momento de Torção.....	24
7.2.7	Núcleo e Ferragens	24
7.2.8	Enrolamentos e Isolamentos.....	25
7.2.9	Enrolamentos de Baixa Tensão	25
7.2.10	Enrolamentos de Alta Tensão	26
7.2.11	Acessórios	26
7.2.12	Acabamento das Superfícies Ferrosas	29
8	CAPITALIZAÇÃO DO CUSTO DE PERDAS EM TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO.....	31
8.1	Perdas.....	31
8.1.1	Avaliação das Perdas.....	31
8.1.2	Perdas Superiores ao Valor Garantido	31
8.2	Capitalização dos Custos em Transformadores de Distribuição.....	32
8.2.1	Finalidade	32
8.2.2	Custo de Avaliação das Perdas	32
9	INSPEÇÃO E ENSAIOS	33
9.1	Generalidades.....	33
9.2	Ensaio de Rotina	35
9.3	Ensaio de recebimento	35
9.4	Ensaio de Tipo	35
9.5	Amostragem e Tolerâncias	36
9.6	Aceitação e Rejeição.....	38

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 3 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

9.7	Relatórios dos Ensaios.....	39
9.8	Inspeção Geral Dos Transformadores	40
10	FOLHA DE DADOS TÉCNICOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS	41
11	QUADRO DE DESVIOS TÉCNICOS E EXCEÇÕES	43
12	PLANO DE INSPEÇÃO E TESTES – PIT	44
13	DESENHOS	47
14	CÓDIGOS PADRONIZADOS DA CONCESSIONÁRIA.....	52
15	CONTROLE DE REVISÕES.....	53
16	APROVAÇÃO	53

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 4 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

1 FINALIDADE

Esta especificação padroniza e especifica as características elétricas e mecânicas mínimas exigíveis de transformadores trifásicos, com isolamento a seco, em epóxi ou resina, enclausurado ou não, nas classes de tensão primária de 15 e 36,2 kV, nas potência nominais de 75 kVA a 2500 kVA , e com enrolamento constituído de fios ou fitas de cobre ou alumínio, encapsulado ou não, resfriamento natural ou forçado, destinados ao uso próprio ou particular em subestações abrigadas no sistema elétrico de distribuição da Centrais Elétricas do Pará S/A – CELPA e da Companhia Energética do Maranhão – CEMAR, doravante denominadas apenas de EQUATORIAL.

Dúvidas, casos omissos e outros de características excepcionais deverão ser submetidos à análise e apreciação por parte da EQUATORIAL.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplica-se à Gerência de Normas e Padrões, à Gerência de Expansão AT e Automação, Gerência de Expansão da AT, à Gerência de Manutenção e Expansão RD, Gerência de Manutenção, Gerência de Expansão e Melhoria do Sistema de MT/BT e à Gerência de Suprimentos e Logística, no âmbito da EQUATORIAL. Também se aplica aos clientes em tensão primária de 15 kV e 36,2 kV e todas as empresas responsáveis pela fabricação/fornecimento deste item à EQUATORIAL e seus clientes.

3 RESPONSABILIDADES

3.1 Gerência de Normas e Padrões

Especificar e padronizar as características dos transformadores a seco para uso no sistema de distribuição de energia elétrica da EQUATORIAL. Coordenar o processo de revisão desta especificação.

3.2 Gerência de Expansão AT e Automação (CEMAR) e Gerência de Expansão da AT (CELPA)

Solicitar e utilizar os transformadores a seco para utilização nas Subestações de Energia da EQUATORIAL, conforme especificado nesta Especificação Técnica. Participar ativamente do processo de revisão desta especificação.

3.3 Gerência de Manutenção e Expansão RD (CEMAR) e Gerência de Manutenção (CEMAR)

Solicitar e utilizar os transformadores a seco nos processos de manutenção no sistemas de distribuição de energia da EQUATORIAL, conforme especificado nesta Especificação Técnica. Participar ativamente do processo de revisão desta especificação.

3.4 Gerência de Suprimentos e Logística

Solicitar em sua rotina de aquisição material conforme especificado nesta Especificação Técnica.

3.5 Fabricante/Fornecedor

Fabricar/Fornecer materiais conforme exigências desta Especificação Técnica.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 5 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

3.6 Cliente em Classe de Tensão Primária de 15 e 36,2 kV

Adquirir transformadores a seco para utilização em subestações abrigadas, em cabine de alvenaria ou blindada, conforme especificado nesta Especificação Técnica e que sejam de fornecedores homologados pela EQUATORIAL.

4 DEFINIÇÕES

4.1 Transformador Seco

Transformador cuja parte ativa não é imersa em líquido isolante.

4.2 Transformador Seco com Enrolamento Encapsulado

Transformador seco que possui um ou mais enrolamentos encapsulados com isolação sólida.

4.3 Transformador Seco Completamente Enclausurado

Transformador seco imerso em ar, com invólucro protetor, construído de forma que o ar ambiente não resfrie o núcleo e enrolamentos, mas que o transformador possa resfriar para a atmosfera externa.

4.4 Transformador Seco Enclausurado

Transformador seco, com invólucro protetor, construído de forma que o ar ambiente possa circular, resfriando-se núcleo e enrolamentos diretamente.

4.5 Transformador Seco Não Enclausurado

Transformador seco, sem invólucro protetor, no qual núcleo e enrolamentos são resfriados pelo ar ambiente.

4.6 Bucha

Peça ou estrutura de material isolante, que assegura a passagem isolada do condutor através de uma parede não isolante.

4.7 Sistema de Comutação sem Tensões

Sistema que realiza as mudanças das derivações de um enrolamento, adequado para operação com o transformador desenergizado.

4.8 Transformador de Potência

Transformador que tem a finalidade de transformar energia elétrica entre partes de um sistema de potência.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 6 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

5 REFERÊNCIAS

NBR 5356-11:2016 – Transformadores de potência – Parte 11: Transformadores do tipo seco - Especificação

NBR 5034: 2014 – Buchas para tensões alternadas superiores a 1kV

NBR 5356-1: 2007 – Transformadores de Potência - Parte 1: Generalidades.

NBR 5356-2:2007 – Transformadores de potência - Parte 2: Aquecimento.

NBR 5356-3: 2007 – Transformadores de potência - Parte 3: Níveis de isolamento, ensaios dielétricos e espaçamentos externos em ar.

NBR 5356-4:2007 – Transformadores de potência - Parte 4: Guia para ensaio de impulso atmosférico e de manobra para transformadores e reatores.

NBR 5356-5: 2015 – Transformadores de potência - Parte 5: Capacidade de resistir a curtos-circuitos.

NBR 5356-7:2017 – Transformadores de potência - Parte 7: Guia de carregamento para transformadores imersos em líquido isolante.

NBR 5458:2010 – Transformador de potência - Terminologia.

NBR 5915:2013 – Chapas e bobinas de aço laminadas a frio – Partes 1 a 6.

NBR 6323: 2016 – Galvanização por imersão à quente de produtos de aço ou ferro fundido – Especificação.

NBR 6648: 2014 – Chapas grossas de aço-carbono para uso estrutural - Especificação.

NBR 6650: 2014 – Bobinas e chapas finas a quente de aço-carbono para uso estrutural – especificação.

ABNT NBR IEC 60060-1 - Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão - Parte 1: Definições gerais e requisitos de ensaio

NBR IEC 60270 - Técnicas de ensaios elétricos de alta-tensão - Medição de descargas parciais.

NBR 7277:1988 – Transformadores e reatores - Determinação do nível de ruído.

NBR 8667:2012 – Comutadores de derivação – Parte 1: Especificação e Ensaios.

NBR 9368:2011 – Transformadores de potência de tensões máximas até 145 kV - Características elétricas e mecânicas.

NBR 10202:2010 – Buchas de tensões nominais de 72,5kV - 145kV e 242kV para transformadores e reatores de potência - Características elétricas, construtivas dimensionais e gerais.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 7 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

NBR 10443:2008 – Tintas e vernizes - Determinação da espessura da película seca sobre superfícies rugosas - Método de ensaio.

NBR 11003:2009 – Tintas - Determinação da Aderência.

NBR 11388:1993 – Sistemas de pintura para equipamentos e instalações de subestações elétricas – Especificação.

NBR IEC 60529:2011 – Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (código IP).

NBR IEC/TR 60815:2005 - Guia para seleção de isoladores sob condições de poluição.

ASTM D924-2003a: *Standard test method for dissipation factor (or power factor) and relative permittivity (dielectric constant) of electrical insulating liquids.*

CISPR-16-SER-2016: *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - All parts.*

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 8 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

6 CONDIÇÕES GERAIS

6.1 Generalidades

Esta especificação padroniza e especifica as características elétricas e mecânicas mínimas exigíveis de transformadores trifásicos, com isolamento a seco, em epóxi ou resina, enclausurado ou não, nas classes de tensão primária de 15 e 36,2 kV, nas potências nominais de 75 kVA a 2500 kVA.

6.2 Condições da Instalação

6.2.1 Normais

Os transformadores devem ser adequados para uso interno, observando de forma indireta as influências, em clima tropical, das condições ambientais de operação descritas a seguir:

- Altitude Máxima: 1000 m;
- Temperatura Ambiente variando de 0 a 40°C, com média diária não superior a 35°C;
- Umidade Relativa do ar até 100%;
- Exposição Direta a poeira e pós;
- Nível de Radiação Solar: 1,1 kW/m²;
- Nível de Salinidade > 0,3502 mg/cm² dia, para as regiões de orla marítima;
- Nível de Contaminação (ABNT IEC/TR 60815) Muito Alto (IV) onde for aplicável.

6.2.2 Condições Especiais

São consideradas condições especiais de transporte, instalação e funcionamento, aquelas que podem exigir construção especial e/ou revisão de alguns valores nominais e/ou cuidados específicos na aplicação e que devem ser levadas ao conhecimento do fabricante.

6.2.3 Local de Instalação

Os transformadores a seco devem ser próprios para instalações abrigadas, como estruturas de alvenaria ou invólucros blindados, exceto quando condições específicas de fornecimento sejam estabelecidas no pedido de compra.

6.3 Fornecimento

Os transformadores devem:

- Ser fornecidos completos, com todos os componentes necessários ao seu perfeito funcionamento.
- Ter todas as peças correspondentes intercambiáveis, quando de mesmas características nominais e fornecidas pelo mesmo fabricante.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 9 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

- Ter o mesmo projeto e serem essencialmente idênticos quando fizerem parte de um mesmo item.
- Ser projetados para os limites de elevação de temperatura dos enrolamentos sem comprometer as características dos materiais isolantes.
- Atender às exigências constantes das últimas revisões das normas ABNT NBR 5356 e ABNT NBR 5440, salvo quando explicitamente citado em contrário.
- Os transformadores deverão ser expedidos na tensão primária de 13.800 ou 34.500 V.

6.4 Linguagens e Unidades de Medida

O Sistema Métrico Internacional de unidades deve ser usado como referência nos documentos de licitação, descrições técnicas, especificações, desenhos e em quaisquer outros. Qualquer valor que, por conveniência, for mostrado em outras unidades de medida também deve ser expresso no sistema métrico.

Todas as instruções, desenhos, legendas, manuais técnicos, relatórios de ensaios e placa de identificação devem ser escritos no idioma Português (Brasil).

6.5 Embalagem

Os transformadores deverão ser acondicionados, individualmente, em embalagem adequada que permita o seu manuseio, armazenagem e transporte, sem lhes causar danos, devendo a madeira utilizada ser de boa qualidade, com tábuas de espessura mínima 25mm.

A embalagem deve ser confeccionada de forma a possibilitar o uso de:

- Empilhadeira e carro hidráulico;
- Pontes rolantes ou guindastes, neste caso, a carga e a descarga devem ser feitas através dos olhais de suspensão do transformador.

Os transformadores deverão ser acondicionados de modo que todas as suas partes constituintes sejam protegidas da melhor maneira possível, contra danos e perdas, oriundas de manuseio e condições climáticas extremas que possam ocorrer durante o transporte;

Os materiais empregados na confecção de quaisquer embalagens devem ser biodegradáveis, reutilizáveis ou recicláveis.

Os materiais de acondicionamento não deverão ser retornáveis;

O fabricante deve apresentar, anexo à proposta, desenho detalhado da embalagem, especificando os materiais empregados;

Cada volume deve trazer indelevelmente marcadas as seguintes indicações:

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 10 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

- Nome e/ou marca comercial do fabricante;
- A sigla da CONCESSIONÁRIA;
- Nome do equipamento;
- Massas bruta e líquida do volume, em kg;
- Tipo ou modelo;
- Tensões nominais;
- Potência nominal;
- Número do pedido de compra;
- Número da nota fiscal;
- Outras informações exigidas no pedido de compra ou contrato.

6.6 Garantia

O fornecedor deve dar garantia de 24 meses a partir da data de entrega no local indicado no Pedido de Compra e de 18 meses após a entrada em operação, prevalecendo o que ocorrer primeiro, contra defeito de material ou fabricação dos transformadores ofertados.

Caso o equipamento e/ou componente apresentem qualquer tipo de defeito ou deixem de atender aos requisitos exigidos por este instrumento normativo, que comprometa o funcionamento do conjunto ou de outras partes, um novo período de garantia de doze meses de operação satisfatória, a partir da data de solução do defeito, deve entrar em vigor para o lote em questão. Dentro do referido período as despesas com mão-de-obra decorrentes da retirada e instalação de equipamentos comprovadamente com defeito de fabricação, bem como o transporte destes entre o almoxarifado da concessionária e o fornecedor, incidirão sobre o último.

Se o defeito for restrito a algum componente ou acessório o(s) qual ou quais não comprometam substancialmente o funcionamento das outras partes ou do conjunto, deverá ser estendido somente o período de garantia da(s) peça(s) afetadas, a partir da solução do problema, prosseguindo normalmente a garantia para o restante do equipamento.

Nota 1: A diferença entre as datas de fabricação e de entrega não deve ser superior a dois meses.

Em caso de devolução dos transformadores para reparo ou substituição, no período de garantia, todos os custos de material e transporte para a inspeção, para a entrega e para a instalação dos transformadores, novos e reparados, serão de responsabilidade exclusiva do fornecedor e a extensão da garantia deverá ser considerada de no mínimo por mais doze meses contados a partir da data da nova entrega, acrescido do tempo de indisponibilidade.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 11 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

6.7 Informações Técnicas, Desenhos e Manuais a serem enviados juntamente com a Proposta

6.7.1 Informações Técnicas Necessárias com a Proposta

Na parte técnica da Proposta devem, obrigatoriamente, ser apresentadas, no mínimo, as informações a seguir relacionadas, sob pena de desclassificação:

- Características técnicas garantidas do equipamento ofertado, conforme item 10;
- Declaração de Exceção às Especificações, conforme item 11;
- Informações sobre as condições para a realização dos ensaios de tipo referidos nesta especificação técnica, discriminando os ensaios que podem ser realizados em laboratórios do próprio Fabricante, relação dos laboratórios onde devem ser realizados os demais ensaios, bem como preços unitários para cada um dos ensaios;
- Prazos de garantia ofertados;
- Demais informações pertinentes ao julgamento do produto.

6.7.2 Desenhos

Junto com a proposta de fornecimento, o proponente deverá apresentar uma cópia em português, com medidas no sistema métrico decimal, dos seguintes desenhos:

- Vistas principais dos equipamentos, por potência, mostrando a localização das peças e acessórios, dimensões e distâncias;
- Do conjunto núcleo-enrolamentos, detalhado, em planta e cortes, indicando o material usado e processos de montagem e manutenção;
- Placa de identificação;
- Terminais de alta e baixa tensão com dimensões, detalhes de montagem e características físicas e dielétricas, indicando fabricante, tipo e designação;
- Alças para suspensão do transformador, com dimensões e material utilizado;
- Dispositivo de aterramento com dimensões e material utilizado;
- Comutador com dimensões e indicação da marcação dos TAPS;
- Base com rodas bidirecionais;
- Todos os acessórios exigidos;
- Uma cópia dos manuais de instrução, cobrindo os processos de instalação, operação e manutenção do equipamento.

6.7.3 Desenhos a Serem Submetidos à Aprovação

O fabricante deve enviar para aprovação, dentro de 15 (quinze) dias após o recebimento do pedido os desenhos para aprovação em meio eletrônico.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 12 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

Estes desenhos devem ser os mesmos do subitem 6.5, contendo as possíveis correções solicitadas. Os desenhos serão analisados e retornarão ao fornecedor com a aprovação para fabricação ou com as indicações das modificações necessárias.

Caso sejam necessárias modificações, o fabricante deve fazer as correções e providenciar novo desenho para aprovação.

A aprovação de qualquer desenho pela EQUATORIAL não desobrigará o fabricante de toda a responsabilidade pela realização do projeto, montagem e operação corretas, não o isentando de fornecer todos os materiais em conformidade com o requerido no pedido de compra e nesta especificação.

6.7.4 Manual de Instruções

O fabricante deve fornecer o manual de instruções necessárias à instalação, operação e manutenção do equipamento em meio eletrônico.

6.8 Apresentação de Proposta e Aprovação de Protótipos

6.8.1 Generalidades

A proposta somente será considerada quando o fabricante atender, obrigatoriamente, aos seguintes requisitos:

- Ter protótipo aprovado pela EQUATORIAL conforme subitem 6.8.2;
- Apresentar cotação em separado para os ensaios de tipo;
- Apresentar o Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas total e corretamente preenchido;
- Apresentar os relatórios dos seguintes ensaios:
 - a) Tensão suportável nominal de impulso atmosférico;
 - b) Elevação de temperatura, realizado pelo método da variação da resistência;
 - c) Verificação da capacidade dinâmica de resistência a curto-circuito, com oscilogramas;
 - d) Tensão induzida com medição de descargas parciais.
- Apresentar os desenhos constantes do subitem 6.7.2;
- Todos os ensaios de 6.8.1.a.d devem ser realizados por um dos seguintes órgãos laboratoriais:
 - e) Governamentais;
 - f) Credenciados pelo governo do país de origem;
 - g) De entidades reconhecidas internacionalmente;
 - h) Do fornecedor, na presença do inspetor da EQUATORIAL.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 13 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

- Para os fabricantes cujos relatórios de 6.7.1.a.d e os desenhos do subitem 6.5 já tenham sido aprovados pela EQUATORIAL, para transformadores de mesmo projeto que os ofertados, não é necessária a sua reapresentação.
- Nesse caso, o fabricante deve informar os números dos desenhos e relatórios.

6.8.2 Aprovação de Protótipos

Os fabricantes devem submeter previamente à aprovação da EQUATORIAL, protótipos de transformadores, nos seguintes casos:

- Aqueles que estejam se cadastrando ou recadastrando na EQUATORIAL;
- Aqueles que já tenham protótipo aprovado pela EQUATORIAL e cujo projeto tenha sido alterado;
- Quando solicitado pela EQUATORIAL.

Para os itens a e b todos os custos decorrentes da aprovação dos protótipos serão por conta do fabricante. A EQUATORIAL definirá em quais potências serão feitos os ensaios.

O prazo mínimo para apreciação dos protótipos será 30 dias, a contar da data do seu recebimento pela EQUATORIAL. Para cada protótipo a ser encaminhado à EQUATORIAL, o fabricante deve apresentar:

- O Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas, clara e totalmente preenchido, acompanhado de seus documentos complementares;
- Todos os relatórios citados em 6.8.1.a.d e os desenhos do subitem 6.5.

Toda e qualquer divergência entre o equipamento especificado e o protótipo, bem como os motivos dessas divergências, devem ser claramente expostos no Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas e no Quadro de Desvios Técnicos e Exceções.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 14 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

7 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS

7.1 Características Técnicas

Dentre as características técnicas, as características nominais devem ser tais que o transformador seco corrente nominal sob condição de carga constante, sem exceder os limites de elevação de temperatura fixados nesta especificação técnica, admitindo-se a tensão aplicada igual à tensão nominal na frequência nominal.

7.1.1 Potências Nominais

A potência nominal serve ao projeto, ensaios e às garantias do fabricante, bem como determina o valor da corrente nominal que circula, sob tensão nominal, nas condições normais de funcionamento.

A potência nominal deve ser selecionada dentro da seguinte faixa de potências no limite de fornecimento em média tensão: 75; 112,5; 150; 225; 300; 500, 750, 1.000, 2.000 e 2.500 kVA.

7.1.2 Tensões Nominais

As tensões padronizadas são as seguintes:

- Primárias: 13,8 kV e 34,5 kV;
- Secundárias: 220/127 V (CELPA) e 380/220 V (CEMAR).

7.1.3 Frequência Nominal

A frequência nominal de operação é 60 Hz.

7.1.4 Níveis de Isolamento

Os níveis de isolamento são os constantes da **TABELA 1**.

Tabela 1: Níveis de isolamento (Conforme ABNT NBR 5356-11).

Tensão máxima para o equipamento U_m (kV rms)	Tensão suportável nominal durante 1 min (kV rms)	Tensão de Impulso Atmosférico kV (valor de crista)	
		Classe 1	Classe 2
≤ 1,1	3	--	--
3,6	10	20	40
7,2	20	40	60
12,0	28	60	75
15	34	95	110
24,2	50	125	150

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Página: 15 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

36,2	70	150	170
<p>NOTA 1 – Valores de classe – 1 são valores padronizados recomendados.</p> <p>NOTA 2 – Valores da classe – 2 podem ser especificados quando houver exposição às sobretensões ou quando uma margem de segurança maior for requerida.</p> <p>NOTA 3 – Para classes de isolamento diferentes das contempladas nesta tabela, valores da <i>ABNT NBR 5356-3:2007</i>, Tabelas 2 e 3, podem ser especificados, mediante acordo entre fabricante e comprador.</p> <p>NOTA 4 – Sob condições especiais, enrolamentos com derivação podem ter especificadas derivações com tensão superior ao valor normalizado U_m, limitado a 5 %, se esta não for a derivação da tensão nominal, (a derivação principal é $\leq a U_m$).</p>			

7.1.5 Derivações

O número de derivações, salvo especificação diferente, será conforme **TABELA 2**, devendo estar no enrolamento de alta tensão.

Tabela 2 – Derivações E Relação De Tensões.

Tensão Máxima do Equipamento (kV eficaz)	Derivações	Tensão (V)	
		Primário Trifásico	Secundário Trifásico
15	1	13.800	380/220 (CEMAR) ou 220/127 (CELPA)
	2	13.200	
	3	12.600	
	4	12.000	
	5	11.400	
36,2	1	36.200	380/220 (CEMAR) ou 220/127 (CELPA)
	2	35.350	
	3	34.500	
	4	33.000	
	5	31.500	

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Página: 16 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

7.1.6 Perdas, Correntes de Excitação e Tensão de Curto-circuito

Os valores mínimos de perdas em vazio, perdas totais, rendimento, corrente de excitação e tensão de curto-circuito devem ser no mínimo conforme apresentados nas **TABELAS 3 e 4** a seguir.

Tabela 3 – Valores garantido de perdas, correntes de excitação, rendimento e tensões de curto-circuito para transformadores trifásicos com tensão máxima de 15 kV. Fonte: *ABNT NBR 5356-11*

Tabela F.1.

Transformadores trifásicos com tensão máxima de 15kV / NBI 95kV – 60Hz														
Potência Nominal	Níveis de Eficiência												Corrente de excitação	Tensão de Curto circuito
	A			B			C			D				
	Perdas em W		Rend.	Perdas em W		Rend.	Perdas em W		Rend.	Perdas em W		Rend.		
kVA	Vazio	Total	%	Vazio	Total	%	Vazio	Total	%	Vazio	Total	%	%	%
75	320	1760	98,07	430	1870	97,76	430	2120	97,59	480	2170	97,45	3,5	4,5
112,5	360	2560	98,27	540	2740	97,94	540	3080	97,78	600	3150	97,66	3,3	5,0
150	470	3070	98,40	680	3720	98,11	680	3730	97,95	750	3800	97,85	3,0	
225	675	3930	98,58	1000	4260	98,28	1000	4890	98,10	1150	5000	98,00	2,3	5,5
300	750	4600	98,77	1170	5000	98,48	1170	5670	98,36	1300	5800	98,27	2,0	
500	1080	7000	98,90	1593	7800	98,65	1593	8820	98,54	1800	9000	98,46	1,8	
750	1510	9600	98,99	2160	10260	98,80	2160	11760	98,70	2400	12000	98,63	1,7	6,0
1000	1860	11960	99,06	2600	12700	98,90	2600	14300	98,81	2900	14600	98,75	1,5	
1250	2160	12950	99,16	3060	13860	99,01	3060	15660	98,93	3400	16000	98,87	1,5	
1500	2640	14650	99,19	3600	15600	99,05	3600	17600	98,98	4000	18000	98,92	1,4	
2000	3120	17850	99,27	4770	19600	99,09	4770	21970	99,02	5300	22500	98,97	1,4	6,5
2500	3720	20550	99,32	6030	22900	99,12	6030	25530	99,06	6700	26200	99,00	1,3	

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Página: 17 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

Tabela 4 – Valores garantido de perdas, correntes de excitação, rendimento e tensões de curto-circuito para transformadores trifásicos com tensão máxima de 36,2 kV. Fonte: ABNT NBR 5356-11

Tabela F.1.

Transformadores trifásicos com tensão máxima de 36,2kV / NBI 95kV – 60Hz														
Potência Nominal	Níveis de Eficiência												Corrente de excitação	Tensão de Curto circuito
	A			B			C			D				
	Perdas em W		Rend.	Perdas em W		Rend.	Perdas em W		Rend.	Perdas em W		Rend.		
kVA	Vazio	Total	%	Vazio	Total	%	Vazio	Total	%	Vazio	Total	%	%	%
150	620	3400	98,13	1030	3820	97,56	1030	4340	97,38	1150	4450	97,22	3,3	5,5
225	880	4410	98,33	1530	5060	97,72	1530	5700	97,57	1700	5900	97,41	2,9	
300	980	5070	98,57	1670	5760	98,09	1670	6470	97,96	1860	6660	97,83	2,5	
500	1400	7860	98,71	2270	8730	98,34	2270	9870	98,22	2520	10120	98,11	2,3	6,0
750	1950	10480	98,83	3150	11680	98,49	3150	13250	98,38	3500	13600	98,28	2,0	
1000	2400	12930	98,92	3780	14300	98,63	3780	16080	98,53	4200	16500	98,44	1,7	
1250	2800	14630	99,01	4410	15240	98,78	4410	18200	98,65	4900	18700	98,57	1,7	
1500	3400	1693	99,03	5040	18570	98,79	5040	20800	98,72	5600	21400	98,63	1,6	6,5
2000	4000	20100	99,14	6530	22650	98,87	6530	25200	98,80	7250	26000	98,72	1,5	
2500	4900	23200	99,18	8100	26400	98,91	8100	29300	98,85	9000	30200	98,77	1,4	

O fabricante deve garantir as perdas em vazio e as totais, na temperatura de referência, com tensão senoidal, à frequência nominal, na derivação principal. A EQUATORIAL pode indicar para quais derivações, além da principal, o fabricante deve informar as perdas em vazio e as perdas totais.

As perdas obtidas no ensaio de um ou mais transformadores, de cada pedido de compra, não devem exceder às garantidas, em percentagem superior à indicada na **TABELA 5**.

Tabela 5 – Tolerâncias para Valores Individuais. Fonte: Adaptado da ABNT NBR 5440:2014

Tabela 23.

Características especificadas	Tolerância
Corrente de excitação	+ 20%

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 18 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

Características especificadas	Tolerância
Perdas em vazio	+ 10%
Impedância de curto-circuito dos enrolamentos	± 7,5%
Perdas totais	+ 6%

7.1.7 Corrente de Excitação

O fabricante deve declarar o valor percentual da corrente de excitação, referido à corrente nominal do enrolamento em que é medida.

A corrente de excitação não deve exceder, em mais de 20%, o valor declarado.

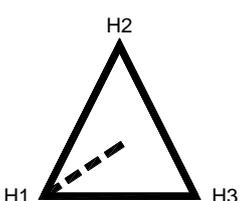
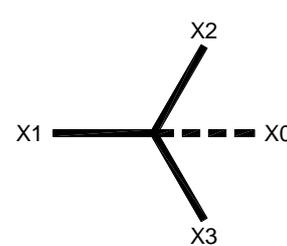
No caso de encomenda de dois ou mais transformadores iguais, a mesma tolerância deve ser aplicada aos mesmos individualmente, não podendo, porém, a média dos valores de todos os transformadores excederem o declarado pelo fabricante.

7.1.8 Diagrama Fasorial, de Ligações e Indicação do Deslocamento Angular

Os enrolamentos primários devem ser ligados em triângulo e os secundários em estrela aterrada, sendo o deslocamento angular entre eles 30°, com as fases de baixa tensão atrasadas em relação às correspondentes de alta tensão. A designação da ligação é Dyn1.

O diagrama de ligações deve estar de acordo com a **TABELA 6**, que é orientativa, com exceção feita à numeração das derivações e terminais.

Tabela 6 – Diagrama Fasorial. Fonte: *ABNT NBR 5440:2014 Tabela 11.*

Tensão máxima de equipamento fase-fase (kV)	Primário	Secundário
15kV ou 36,2kV	PRIMÁRIO 	SECUNDÁRIO 

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 19 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

7.1.9 Tensão de Rádio interferência

Os valores máximos de tensão de rádio interferência são os estabelecidos na **TABELA 7** quando medidos em conformidade com o prescrito nas normas NBR 7875 e NBR 7876.

Tabela 7 – Tensão De Rádio Interferência (TRI) Máxima. Fonte: ABNT NBR 7885 e 7876.

Tensão máxima do equipamento (kV eficaz)	Tensão aplicada no primário para verificação da TRI (V)	TRI máxima (μV)
15	13800	250
36,2	34500	650

7.1.10 Sobrecarga

Os equipamentos auxiliares, tais como, terminais, comutadores de derivações e outros, devem suportar sobrecarga correspondente a, pelo menos, 50% da potência nominal do transformador. Quando se desejarem condições de sobrecarga diferentes das acima mencionadas, o fabricante deve ser informado.

7.1.11 Método de Resfriamento

O resfriamento deve ser do tipo AN ou AF.

7.1.12 Limites de Elevação de Temperatura

As elevações de temperatura dos enrolamentos projetados para funcionamento nas condições normais, previstas no subitem 6.2.1, não devem exceder os valores da **TABELA 8**, quando ensaiados de acordo com a NBR 5356-11. Os limites de elevação de temperatura são válidos para todas as derivações.

Tabela 8 – Limites de elevação de temperatura dos enrolamentos. Fonte: ABNT NBR 5356-11:2016.

Temperatura máxima do sistema isolante – Classe térmica ($^{\circ}\text{C}$)	Máxima temperatura do enrolamento ($^{\circ}\text{C}$)	Elevação de temperatura média do enrolamento K ($^{\circ}\text{C}$)	Temperatura de referência ($^{\circ}\text{C}$)
105 (A)	95	60	80
120 (E)	110	75	95
130 (B)	120	80	100

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Página: 20 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

155 (F)	145	100	120
180 (H)	170	125	145
200 (N)	190	135	155
220 (R)	210	150	175

7.1.13 Nível de Ruído

O nível de ruído admissível deve estar em conformidade com a **TABELA 9** e o ensaio realizado de acordo com a ABNT NBR 7277.

Tabela 9 – Limites de níveis de ruído. Fonte: *ABNT NBR 5356-11:2016*.

Nível Médio de Ruído dB		Potência nominal do transformador equivalente com dois enrolamentos kVA
AN	ANAN	
58	57	0 – 300
60	59	301 – 500
62	61	501 – 700
64	63	701 – 1000
65	64	1001 – 1500
66	65	1501 – 2000
68	66	2001 – 3000

Nota 2: Esta tabela se aplica a transformadores de dois enrolamentos, sendo um com $U_m \leq 1,1$ kV e o outro com $U_m > 1,1$ kV, mas $\leq 36,2$ kV.

Nota 3: Recomenda-se que para outros tipos de transformadores, não contemplados nesta tabela, os níveis de ruído sejam objeto de acordo entre o fabricante e o comprador.

Nota 4: Recomenda-se que os níveis de ruído para condição com ventilação forçada sejam objeto de acordo entre fabricante e comprador.

Nota 5: Outros níveis de ruído podem ser acordados entre comprador e fabricante.

7.1.14 Requisitos Relativos à Capacidade de Suportar Curto-Circuito

Os transformadores secos devem ser projetados e construídos para suportarem sem danos os efeitos térmicos e dinâmicos de curtos-circuitos externos, na seguinte condição:

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 21 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

- A corrente de curto-circuito simétrica em valor eficaz (RMS) deve ser calculada utilizando-se a impedância do transformador. O valor da corrente não pode exceder 25 (vinte e cinco) vezes o valor da corrente nominal do enrolamento considerado, com duração máxima de 2 (dois) segundos.

Capacidade Dinâmica de Suportar Curto-circuito

- Os critérios para realização dos ensaios de verificação da capacidade dinâmica dos transformadores quanto à resistência a curto-circuito, são os definidos na NBR 5356-5, onde são explicitadas as condições de ensaio, número de aplicações, detecção de defeitos e avaliação dos resultados;
- A capacidade dinâmica para suportar curto-circuito é demonstrada por ensaios ou por referência em transformadores semelhantes. Os ensaios de curto-circuito são ensaios especiais e executados de acordo com os procedimentos descritos na NBR 5356-1;
- A descrição das condições de ensaios está prevista na NBR 5356-5.

Capacidade Térmica de Suportar Curto-circuito

- A capacidade térmica de suportar curto-circuito é demonstrada por cálculos conforme descrito na NBR 5356-5;
- Os transformadores devem ser capazes de suportar as condições, sem sofrerem danos, dos efeitos térmicos causados por uma corrente de curto-circuito simétrica, no enrolamento considerado, no máximo 25 (vinte e cinco) vezes o valor nominal de corrente, durante 2 (dois) segundos.
- O fabricante deve enviar, para cada ensaio de curto-circuito, a memória de cálculo referente à máxima temperatura média atingida pelo enrolamento, após curto-circuito nas condições anteriormente estabelecidas;
- Os ensaios de rotina, antes e após o ensaio de curto-circuito, devem ser realizados no mesmo laboratório.

As unidades a serem submetidas a este ensaio deverão ser escolhidas aleatoriamente pelo inspetor da EQUATORIAL, conforme definido no pedido de compra.

7.2 Características Construtivas

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

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 22 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

7.2.1 Placa de Identificação

O transformador deve ser provido de uma placa de identificação metálica, a prova de tempo, conforme DESENHO 3. A placa deve conter indelevelmente marcadas, no mínimo, as seguintes informações:

- As palavras “TRANSFORMADOR SECO”;
- Nome do fabricante e local de fabricação;
- Número de série de fabricação;
- Mês/ano de fabricação;
- Designação e data de publicação da norma ABNT aplicável;
- Tipo (segundo a classificação do fabricante);
- Número de fases;
- Potência nominal, em KVA;
- Designação do método de resfriamento (no caso de mais de um estágio de resfriamento, as respectivas potências devem ser indicadas);
- Diagrama de ligações, contendo todas as tensões nominais, de derivação e respectivas correntes;
- Frequência nominal;
- Diagrama Fatorial;
- Temperaturas limite da isolamento e de elevação de temperatura dos enrolamentos;
- Impedância de curto-circuito, em porcentagem;
- Níveis de isolamento;
- Massa total aproximada, em quilogramas;
- Número do manual de instruções;
- Número do pedido de compra;

A impedância de curto-circuito deve ser indicada para a derivação principal, referida à temperatura de referência. Devem ser indicadas, para cada impedância de curto-circuito, as respectivas tensões nominais ou de derivação, potência e frequência de referência.

O diagrama de ligações deve ser constituído de um esquema representativo dos enrolamentos, mostrando suas ligações permanentes, bem como todas as derivações e terminais, com os números ou letras indicativas. Deve apresentar ainda, uma tabela mostrando, separadamente, as ligações dos enrolamentos, com a disposição e identificação de todos os terminais, assim como a posição do comutador para a tensão nominal e as de derivação. Devem constar dele as tensões expressas em volts, porém, não sendo necessário escrever esta unidade.

Quando qualquer enrolamento tiver que ser aterrado, a letra “T” deve ser escrita no diagrama de ligações junto da indicação do respectivo enrolamento.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 23 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

O formato deve ser A6 (105 x 148 mm), sendo que os dados da placa e suas disposições devem estar de acordo com o disposto no **DESENHO 3**. A placa pode ser confeccionada em aço inoxidável, com espessura mínima 0,8 mm, devendo ser localizada conforme Desenho 1 de modo a permitir fácil leitura dos dados, fixada ao respectivo suporte através de rebites de alumínio a uma posição visível e indelevelmente marcada, conforme NBR 10295.

7.2.2 Material Isolante

O material isolante deve ser à base de resina epóxi ciclo alifática com encapsulamento a vácuo, ou outra tecnologia desde que testada e aprovada pela EQUATORIAL e classe de temperatura mínima F (155 °C).

7.2.3 Classe de Combustão, Ambiental e Climática

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

7.2.4 Marcação dos Enrolamentos e Terminais

- a) Os terminais dos enrolamentos e respectivas ligações devem ser claramente identificados por meio de marcação, constituída por algarismos e letras, as quais devem ser fielmente reproduzidas no diagrama de ligações. A marcação dos terminais de alta tensão deve ser feita com tinta branca, resistente à umidade e sujeira, com altura dos caracteres de 30 mm.
- b) Os terminais dos enrolamentos devem ser marcados com as letras maiúsculas H e X; onde a primeira deve ser reservada ao enrolamento de alta tensão e a segunda ao de baixa tensão, respectivamente.
- c) Tais letras devem ser acompanhadas pelos números 0, 1, 2 e 3 de forma que, o primeiro deles, indique o terminal de neutro enquanto que os demais, os das três fases de ambos os enrolamentos citados.
- d) O terminal H1 deve estar localizado à direita do grupo de terminais de alta tensão, quando se olha o transformador do lado dessa tensão. Os outros terminais H devem seguir a ordem numérica crescente, da direita para a esquerda.
- e) Todos os terminais de baixa tensão devem possuir as mesmas características e dimensões construtivas, inclusive o de neutro, e esse deve ser marcado com a letra correspondente ao enrolamento, seguida do número 0, ou seja, X0.
- f) O terminal X0 deve ficar localizado à esquerda, ao se observar o transformador do lado de baixa tensão; os demais terminais devem acompanhar a sequência numérica crescente, da esquerda para a direita.
- g) No comutador de derivações, a indicação das posições deve ser feita com caracteres gravados em baixo relevo e pintados com tinta branca.

7.2.5 Terminais

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 24 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

- a) O nível de isolamento dos terminais deve ser igual ou superior ao dos enrolamentos a que estão ligados.
- b) Após montados devem ser capazes de suportar os ensaios dielétricos a que são submetidos os transformadores.
- c) Os terminais secundários devem seguir o padrão NEMA de 2 (dois) ou 4 (quatro) furos, conforme **DESENHO 4**.
- d) Os terminais devem ser estanhados de modo a permitir a conexão com condutores de cobre ou de alumínio.
- e) Os terminais dos enrolamentos e das respectivas ligações no painel de comutação devem ser claramente identificados por meio de marcação constituída de algarismos e letras, a qual deve ser fielmente reproduzida no diagrama de ligações.
- f) O terminal H1 deve ficar localizado à direita do grupo de ligações de alta tensão, quando se olha o transformador do lado desta tensão.
- g) O terminal de NEUTRO deve ser marcado com a letra correspondente ao enrolamento e seguida do número ZERO, por exemplo, X0.

7.2.6 Resistência ao Momento de Torção

Os conectores devem suportar, sem avarias na rosca ou ruptura de qualquer parte dos componentes, os momentos de torção indicados a seguir:

- Rosca M12, Torque Mínimo 4,7 daN x m;
- Rosca M16, Torque Mínimo 7,6 daN x m.

7.2.7 Núcleo e Ferragens

- a) O núcleo deve ser constituído de chapas de aço silício de grãos orientados, com envelhecimento máximo de 5%, laminadas a frio, tratadas e isoladas entre si em ambas as faces com material inorgânico, alta permeabilidade e baixas perdas, conforme NBR 9119. O tipo de construção deve permitir o seu reaproveitamento, em caso de manutenção, sem a necessidade de uso de máquinas ou ferramentas especiais.
- b) As colunas e culatras devem ser prensadas por meio de perfis de aço e cintas de material isolante ou outra estrutura que seja apropriada como meio de centrar e firmar o conjunto núcleo-bobina, de tal modo que o mesmo não tenha movimento em qualquer direção, de maneira a garantir rigidez mecânica e evitar vibrações. Esta estrutura deve propiciar a retirada das bobinas para reparo. Após esta operação, o núcleo montado deve ser pintado com tinta dielétrica (60kV/mm) de classe F (155°C), formulada a partir de resina alquídica, com a finalidade de dar uma proteção dielétrica e contra corrosão, além de reduzir os baixos níveis de ruído.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 25 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

- c) Todas as porcas e parafuso utilizados na construção do núcleo devem ser providos de travamento mecânico ou químico.
- d) O núcleo e suas ferragens devem ser aterrados através de conector apropriado, conforme **DESENHO 2**.
- e) Devem ser previstos calços para desacoplamento das vibrações do núcleo e enrolamentos, reduzindo o nível de ruído.

7.2.8 Enrolamentos e Isolamentos

- a) Os enrolamentos devem ser construídos com fios ou lâminas de cobre ou alumínio e ser capazes de suportar, sem apresentar danos, os efeitos térmicos e mecânicos das correntes de curto-circuito externas, conforme descrito no subitem 7.2.15.
- b) As buchas terminais devem ser moldadas juntamente com as bobinas, de maneira a formarem um conjunto único, o qual não deve apresentar partes vivas expostas nos enrolamentos, exceção feita às conexões destas às barras de ligação e painel derivações.
- c) O acabamento das bobinas deve ser liso, uniforme, sem cantos vivos e arestas cortantes.
- d) Os materiais isolantes empregados devem conter agentes químicos antidegradantes, de maneira a assegurar a não propagação e auto-extinção de chama, além da não liberação de gases tóxicos.
- e) As bobinas devem ser construídas de forma a obter alto grau de resistência à umidade.
- f) A moldagem da resina no enrolamento de alta tensão deve ser feita com temperatura e velocidade controladas, de forma a evitar a inclusão de bolhas, que em médio prazo possam afetar a isolação.

7.2.9 Enrolamentos de Baixa Tensão

- a) Os enrolamentos de baixa tensão devem ser construídos em fio ou chapa de alumínio, podendo ser aceito em fio de alumínio nas potencias de 75 e 112,5 kVA.
- b) Os enrolamentos em fio exigem que estes sejam encapsulados, dessa forma, as bobinas devem apresentar excelente resistência a esforços térmicos e dinâmicos de curto-circuito, bem como completa imunidade ao ambiente atmosférico.
- c) Nos enrolamentos em chapa os condutores têm a altura da bobina, portanto, devem ser isolados por um filme impregnado com resina epóxi em estágio B de polimerização (pré-curado). Após enrolada, a bobina deve ser submetida a tratamento térmico, obtendo-se a completa polimerização do isolamento que une as camadas do enrolamento, tornando-o um bloco compacto. Visando maior resistência a umidade, as cabeceiras da bobina devem, ainda, ser preenchidas com resina epóxi.
- d) Os materiais isolantes empregados nos transformadores devem ser das classes de temperatura F (155°) ou H (180°), conforme NBR 7034, podendo ser utilizados

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 26 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

separadamente ou em combinação, quando as temperaturas foram compatíveis com a classe de isolamento.

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

7.2.10 Enrolamentos de Alta Tensão

- a) Os enrolamentos de alta tensão devem ser construídos em fita de alumínio.
- b) A isolamento utilizada é sempre de classe térmica no mínimo igual à do enrolamento: F (155°). Transformadores classe H (180°) podem ser especificados.
- c) Devem ser adicionados, interna e externamente a bobina, reforços mecânicos (isolantes pré-curados), os quais após submetidos a tratamento térmico, confirmam a bobina a ser encapsulada grande resistência a esforços de curto-circuito.
- d) Após cura dos isolamentos, devem ser montados moldes de impregnação sobre as bobinas para que, postas sob vácuo e temperatura na autoclave, passem por um processo de secagem e retirada da umidade.
- e) Antes da impregnação, os componentes da resina devem ser misturados e completamente desgaseificados.
- f) Após secagem das bobinas e desgaseificação da resina, os moldes deverão ser preenchidos e permanecerem na autoclave, para a pré-cura.
- g) Após pré-curadas, as bobinas deverão ser transferidas para uma estufa onde a cura será concluída em uma sequência de temperaturas controladas para garantir a eliminação dos esforços internos no enrolamento. Terminada esta etapa, as bobinas poderão, finalmente, ser desmoldadas, testadas uma a uma, e então liberadas para montagem.

7.2.11 Acessórios

Os transformadores salvo exigência em contrário devem possuir os acessórios especificados na **TABELA 10**.

Tabela 10 – Acessórios para Transformadores.

Acessório	Utilização
Meios de aterramento	O
Meios para suspensão das bobinas e do transformador completamente montado	O
Sistema de comutação sem tensões	O
Sistema de proteção térmica dos enrolamentos	O

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 27 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

Acessório	Utilização
Rodas bidirecionais	O
Apoio para macacos	Δ
Caixa de blindagem para os terminais de BT	Δ ou O*

Legenda: O – Obrigatório; Δ – Opcional; O* – Obrigatório até 500kVA para cabos de energia não medida.

Nota 7: A caixa de blindagem para terminais de BT somente será obrigatória para transformadores até 500 kVA, quando for utilizado por subestações particulares com medição na baixa tensão em empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras;

a) Dispositivo de Aterramento

- Os transformadores devem possuir, próximo à base, conforme indicado no **DESENHO 1**, dispositivo confeccionado em material não ferroso ou inoxidável, o qual permita fácil ligação a terra;
- Este conector deve ser próprio para ligação de condutores de cobre ou alumínio, com diâmetro 3,2 a 10,5 mm, conforme **DESENHO 2**;
- Transformadores com potência superior a 1000 kVA devem ter dois desses conectores em posição diagonalmente opostas;
- Para transformadores enclausurados (protegido por invólucro), os dispositivos de aterramento devem estar localizados na parte exterior do invólucro, e sempre que possível, perto da base.

b) Meios para Suspensão das Bobinas e do Transformador Completamente Montado

- Os transformadores devem dispor de meios, como por exemplo, alças, olhais ou ganchos, para seu levantamento completamente montado, devendo também oferecer meios para o içamento de cada bobina.

c) Estrutura de Apoio e Meios de Movimentação

- Para facilitar a movimentação devem ser previstos olhais para tração nas quatro faces laterais;
- A base dos equipamentos deve ser confeccionada em aço estrutural e equipada com rodas bidirecionais, apropriadas para deslocamento em direções ortogonais;
- Na construção desse dispositivo devem ser considerados os seguintes pontos: as rodas devem permitir a troca de orientação de 90 em 90 graus com previsão de um pino central, para fixação da roda à base, de modo a facilitar o seu giro;

d) Sistema de Comutação sem Tensões

- Os Transformadores a secos são geralmente providos de painel de comutação, o qual é fundido na parte frontal de cada fase do enrolamento de alta tensão. Este sistema propicia

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 28 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

uma fácil mudança de tensões com o equipamento desenergizado;

- As posições do sistema de comutação devem ser marcadas em alto relevo e pintadas com tinta indelével branca;
- O sistema de comutação deve ser projetado para operação com o transformador desenergizado, com as seguintes opções: comutador de derivações, painel de material isolante ou painel fundido juntamente com as bobinas. Em todos os casos devem ser rigidamente fixados, de maneira a permitir acomodação e contato eficientes em todas as posições. Nos painéis a comutação pode ser efetuada por intermédio de lâminas ou barras;
- Em caso de opção por comutador, a mudança deve ser simultânea nas fases, com acionamento posicionado, preferencialmente, próximo à placa de identificação, em posição acessível ao operador, equipado com dispositivo que permita o travamento por meio de cadeado;
- As posições do sistema de comutação devem ser marcadas em baixo relevo e pintadas com tinta branca;
- O comutador deve suportar a mesma sobrecorrente, devida a curto-circuito, que o enrolamento ao qual está ligado.

e) Sistema de Proteção Térmica dos Enrolamentos

- Para proteger os enrolamentos do transformador com a detecção de temperaturas acima do limite imposto pela classe térmica dos materiais e elevações anormais da temperatura ambiente, deve haver um sistema composto por um monitor digital de temperatura com contatos para alarme, desligamento, controle do sistema de ventilação forçada (quando aplicável) e contato adicional ligado à verificação dos sensores (tipo PT100, por exemplo);
- O monitor pode ser instalado junto ao equipamento ou em painel, permitindo leitura constante da temperatura em até 4 canais e programação das temperaturas de atuação. Temperatura em até 4 canais e programação das temperaturas de atuação;
- Quando especificado, os transformadores devem ser providos de sensores térmicos com contatos independentes para alarme (140 °C) e desligamento (150 °C).

f) Sistema de Ventilação Forçada

- A instalação de um sistema de ventilação forçada pode aumentar consideravelmente a capacidade de fornecimento de potência do transformador seco. Este sistema é especialmente vantajoso para equipamentos onde o ciclo de carga é variável. A capacidade a ser acrescida no transformador deve ser acordada em cada projeto de acordo com a solicitação;
- Ventiladores axiais são montados em ambos os lados da base do transformador ou exaustores são posicionados no teto do cubículo de proteção, quando aplicável;
- Caso seja importante que o transformador não ultrapasse o nível de ruído normalizado mesmo com a VF ligada, poderão ser fornecidos moto-ventiladores especiais com baixo

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 29 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

nível de ruído.

g) Caixa de Blindagem para Terminais de BT

- Pode ser prevista, conforme os requisitos de segurança e proteção do equipamento, uma caixa metálica ou de material isolante, equipada com dispositivo para aplicação de lacre, de maneira a conter e manter inacessíveis os terminais de BT. No caso dos empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras (EMUC) nos transformadores até 500 kVA para efeito de manter inacessível os cabos de energia não medida esta caixa é obrigatória.
- As conexões entre os enrolamentos de alta tensão devem ser feitas por meio de barras de cobre, isoladas conforme a classe de tensão a qual estão conectadas.
- Não são aceitos enrolamentos apenas revestidos externamente em resina.

7.2.12 Acabamento das Superfícies Ferrosas

a) Geral

- As partes que receberão pintura não devem apresentar impurezas superficiais.
- As superfícies metálicas devem receber um tratamento que lhes confira uma proteção eficiente contra corrosão. A preparação das superfícies e a aplicação do processo anticorrosivo devem ser executadas em conformidade com a NBR 11388.
- As superfícies externas devem receber um esquema de pintura tal que suportem os ensaios prescritos nos itens 9.2.c.
- Os parafusos e porcas externas ao transformador não poderão receber pintura e deverão ser galvanizados por imersão a quente.

b) Pintura

- Preparação da Superfície
- As impurezas devem ser removidas através de processo químico ou jateamento abrasivo ao metal quase branco, padrão visual Sa 2 1/2 da norma SIS-05-5900.
- Tinta de Fundo
- Deve ser aplicada base anti-ferruginosa, com espessura seca total mínima 40 µm.
- Tinta de Acabamento
- Deve ser aplicada tinta compatível com a de fundo utilizada, na cor cinza claro, notação Nunsell N6.5, com espessura seca total mínima de 120 µm.

c) Numeração de Série de Fabricação

O fabricante deverá puncioná-la nos seguintes locais:

- Na placa de identificação;
- Em uma das barras de aperto superiores do núcleo;
- A marcação deve ser indelével com tinta branca, resistente a agentes externos, tamanho do caracteres 30 mm.

d) Numeração Patrimonial

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Página: 30 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

- Deve ser pintada em todos os transformadores a numeração patrimonial a ser fornecida pela EQUATORIAL;
- O Desenho 1 indica o local onde a referida numeração deve ser pintada.
- A marcação deve ser indelével com tinta branca, resistente a agentes externos, tamanho dos caracteres de 30 mm;
- O fabricante deve fornecer à EQUATORIAL, após a liberação dos equipamentos, uma relação onde conste o número de série de fabricação de cada transformador com o respectivo número patrimonial.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 31 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

8 CAPITALIZAÇÃO DO CUSTO DE PERDAS EM TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO

8.1 Perdas

8.1.1 Avaliação das Perdas

Para determinação do custo final do transformador são levados em consideração pela CONCESSIONÁRIA, os valores das perdas totais calculadas, conforme o item 7.1.6.

8.1.2 Perdas Superiores ao Valor Garantido

Caso a média das perdas em vazio e total, verificadas na inspeção, seja superior ao valor garantido pelo Fabricante, todo o lote deve ser recusado.

A critério da CONCESSIONÁRIA, os transformadores podem ser aceitos com a seguinte redução no preço:

$$R_p = \left[\frac{C_{tp}}{C_p} - 1 \right] \times C_{compra} \quad (1)$$

Onde:

- R_p = Redução de preço dos transformadores, em reais.
- C_{tp} = Custo das perdas, de acordo com o item 8.2, porém considerando os valores de perdas em vazio e total obtidos nos ensaios de recebimento, em reais.
- C_p = Custo das perdas, conforme valores da proposta, em reais.
- C_{compra} = Custo de compra, calculado quando da avaliação das propostas, em reais.

Nota 8: Caso somente a média das perdas em vazio seja superior ao limite contratado, a fórmula acima será aplicada considerando somente o custo das perdas em vazio, com as seguintes considerações:

- R_p = redução de preço dos transformadores, em reais, considerando somente as perdas em vazio.
- C_{tp} = considerar somente o custo das perdas em vazio, de acordo com o Anexo XIII, porém considerando os valores das perdas em vazio obtidos nos ensaios de recebimento, em reais.
- C_p = custo das perdas em vazio, conforme valores das propostas, em reais.
- C_{compra} = custo de compra calculado quando da avaliação das propostas, em reais.

Para o cálculo do custo final do transformador, deverá ser aplicado a "Rp" de maior valor calculado nas condições acima, considerando os dois critérios, custo das perdas em vazio e perdas totais ou somente custo das perdas em vazio.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 32 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

8.2 Capitalização dos Custos em Transformadores de Distribuição

8.2.1 Finalidade

Este trabalho tem a finalidade de estabelecer uma metodologia para capitalização de perdas em vazio e em carga de transformadores de distribuição que poderá ser utilizada no processo de aquisição pela CONCESSIONÁRIA.

No presente trabalho será adotado como premissa o tempo de capitalização de 10 anos, face essa se mostrar mais atrativa do que a capitalização para 20 anos, inclusive com possível redução do preço de aquisição do transformador.

8.2.2 Custo de Avaliação das Perdas

O custo do transformador durante o período n , a uma taxa de remuneração de capital i , é dado pelas expressões:

$$C_{tp} = P_{compra} + A \times P_{vazio} + B \times P_{cc} \quad (2)$$

$$A = \frac{(1+i)^n - 1}{i \cdot (1+i)^n} \times C_{kwh} \times 8,76 \quad (3)$$

$$B = fc^2 \times A \quad (4)$$

Onde:

C_{tp} = Custo do Transformador após a capitalização em 10 anos;

P_{compra} = Preço de compra do transformador;

C_{kwh} = Valor do Kwh para tarifação convencional;

P_{vazio} = Perdas em vazio, em watts;

P_{cc} = Perdas em curto - circuito, em watts;

i = taxa de remuneração de capital, em percentagem por ano (%/ano). Será adotada a Taxa Selic;

n = vida útil esperada do transformador de 10 anos;

fc = fator de carga.

Nota 9: CLIENTES PARTICULARES - Mesmo para os projetos de clientes particulares, somente devem ser aceitos os transformadores tipo pedestal até 300 kVA trifásicos que estejam na lista de fornecedores homologados pelo INMETRO e cadastrados na lista de fornecedores da Concessionária.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 33 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

9 INSPEÇÃO E ENSAIOS

9.1 Generalidades

- a) Os transformadores deverão ser submetidos à inspeção e ensaios na fábrica, na presença de inspetores credenciados pela EQUATORIAL.
- b) A EQUATORIAL reserva-se o direito de inspecionar e testar os transformadores e o material utilizado durante o período de sua fabricação, antes do embarque ou a qualquer tempo em que julgar necessário. O fabricante deverá proporcionar livre acesso do inspetor aos laboratórios e às instalações onde o equipamento em questão estiver sendo fabricado, fornecendo as informações desejadas e realizando os ensaios necessários. O inspetor poderá exigir certificados de procedências de matérias-primas e componentes, além de fichas e relatórios internos de controle dos equipamentos.
- c) Antes de serem fornecidos os transformadores, um protótipo de cada tipo deve ser aprovado, através da realização dos ensaios de tipo constantes do subitem 9.3.
- d) Os ensaios para aprovação do protótipo podem ser dispensados parcial ou totalmente, a critério da EQUATORIAL, se já existir um protótipo idêntico aprovado. Caso os ensaios de tipo sejam dispensados, o fabricante deve submeter um relatório completo dos ensaios indicados no subitem 8.5, com todas as informações necessárias, tais como métodos, instrumentos e constantes usadas. A eventual dispensa destes ensaios pela EQUATORIAL somente terá validade por escrito. Os ensaios devem ser executados conforme NBR 5356-1.
- e) O fabricante deve dispor de pessoal e aparelhagem próprios ou contratados, necessários à execução dos ensaios. Em caso de contratação deve haver aprovação prévia da EQUATORIAL.
- f) O fabricante deve assegurar ao inspetor da EQUATORIAL o direito de familiarizar-se, em detalhes, com as instalações e equipamentos a serem utilizados, estudar todas as instruções e desenhos, verificar calibrações, presenciar ensaios, conferir resultados e, em caso de dúvida, efetuar novas inspeções e exigir a repetição de qualquer ensaio.
- g) Todos os instrumentos e aparelhos de medição, máquinas de ensaios, etc., devem ter certificado de aferição emitido por instituições credenciadas pelo INMETRO e com validade por um período máximo de um ano e, na ocasião da inspeção, devem ainda estar dentro do referido período, podendo acarretar desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência.
- h) A aceitação do lote e/ou a dispensa de execução de qualquer ensaio:
 - Não exime o fabricante da responsabilidade de fornecer o equipamento de acordo com os requisitos desta norma;
 - Não invalida qualquer reclamação posterior da EQUATORIAL a respeito da qualidade do material e/ou da fabricação.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 34 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

- Em tais casos, mesmo após haver saído da fábrica, o lote pode ser inspecionado e submetido a ensaios, com prévia notificação ao fabricante e, eventualmente, em sua presença. Em caso de qualquer discrepância em relação às exigências desta norma, o lote pode ser rejeitado e sua reposição será por conta do fabricante.
- i) Após a inspeção dos transformadores, o fabricante deverá encaminhar à EQUATORIAL, por lote ensaiado, uma via do relatório completo dos ensaios efetuados, devidamente assinado por ele e pelo inspetor da EQUATORIAL.
- j) Este relatório deverá conter todas as informações necessárias para o seu completo entendimento, tais como métodos, instrumentos, constantes e valores utilizados nos testes e os resultados obtidos.
- k) Todas as unidades rejeitadas do produto pertencentes a um lote aceito, devem ser substituídas por unidades novas e perfeitas, por conta do fabricante, sem ônus para a EQUATORIAL. Tais unidades correspondem aos valores apresentados na coluna Ac da **TABELA 11**.
- l) Nenhuma modificação nos transformadores deve ser feita "a posteriori" pelo fabricante sem a aprovação da EQUATORIAL. No caso de alguma alteração, o fabricante deve realizar todos os ensaios de tipo, na presença do inspetor desta, sem qualquer custo adicional.
- m) Em qualquer tempo a EQUATORIAL poderá, a seu critério, solicitar a execução dos ensaios de tipo para verificar se os transformadores estão mantendo as características de projeto preestabelecidas por ocasião da aprovação dos protótipos.
- n) Para efeito de inspeção, os transformadores deverão ser divididos em lotes, por potência, devendo os ensaios ser feitos na presença do inspetor credenciado pela EQUATORIAL.
- o) A rejeição do lote, em virtude de falhas constatadas nos ensaios, não dispensa o fabricante de cumprir as datas de entrega previstas. Se a rejeição tornar impraticável a entrega do material nas datas previstas, ou caso torne evidente que o fabricante será incapaz de satisfazer às exigências estabelecidas nesta especificação, a EQUATORIAL reserva-se o direito de rescindir todas as obrigações e obter o material de outro fornecedor. Em tais casos, o fabricante será considerado infrator do contrato e estará sujeito às penalidades aplicáveis.
- p) O custo dos ensaios deve ser por conta do fabricante.
- q) A EQUATORIAL reserva-se o direito de exigir a repetição de ensaios em lotes já aprovados. Nesse caso, as despesas serão de responsabilidade da mesma se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção, caso contrário, correrão por conta do fabricante.
- r) Os custos da visita do inspetor da EQUATORIAL, tais como, locomoção, hospedagem, alimentação, homem-hora e administrativos correrão por conta do fabricante nos seguintes casos:
 - Se na data indicada na solicitação de inspeção o material não estiver pronto.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 35 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

- Se o laboratório de ensaio não atender às exigências de 9.1.e até 9.1.g.
- Se o material fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em subfornecedor, contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sua sede.
- Se o material necessitar de reinspeção por motivo de recusa.
- Se os ensaios forem realizados fora do território brasileiro.

9.2 Ensaios de Rotina

- a) Os ensaios de rotina devem ser feitos pelo fabricante em sua fábrica, cabendo ao comprador o direito de designar um inspetor para assisti-los.
- b) Os ensaios de rotina, executados em todas as unidades de produção, são os seguintes:
 - Medição da resistência elétrica dos enrolamentos;
 - Relação de tensões;
 - Resistência do isolamento;
 - Polaridade;
 - Deslocamento angular e sequência de fases;
 - Perdas (em vazio e em carga);
 - Corrente de excitação e harmônica;
 - Tensão de curto-circuito;
 - Ensaios dielétricos:
 - Tensão suportável nominal a frequência industrial (tensão aplicada);
 - Tensão induzida com medição de descargas parciais;
 - Verificação do funcionamento de acessórios (comutador, proteção térmica, etc.);
 - Descargas parciais;
 - Medição da impedância de sequência zero;

9.3 Ensaios de recebimento

- a) Os ensaios de recebimento são os seguintes:
 - Todos os ensaios relacionados no subitem 9.2;
 - Espessura da camada de tinta;
 - Aderência da camada de tinta;
 - Galvanização.

9.4 Ensaios de Tipo

- a) A EQUATORIAL especificará os ensaios desejados e o número de unidades da encomenda sobre as quais devem ser executados. As unidades a serem ensaiadas deverão ser

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 36 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

escolhidas aleatoriamente pelo inspetor, o critério para aceitação e rejeição da inspeção geral está estabelecido na TABELA 11.

b) Os ensaios de tipo são os seguintes:

- Todos os ensaios relacionados no subitem 9.3;
- Fator de potência do isolamento;
- Elevação de temperatura;
- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico;
- Nível de ruído;
- Nível de tensão de rádio interferência;
- Curto-circuito.

9.5 Amostragem e Tolerâncias

- a) Para os ensaios de inspeção geral, pintura, galvanização e embalagem, os planos de amostragem estão indicados na **TABELA 12**.
- b) Para os ensaios de resistência ôhmica dos enrolamentos, relação de tensões, resistência de isolamento, deslocamento angular e sequência de fases, o fabricante deve apresentar ao inspetor as folhas de ensaio de cada unidade.
- c) Os resultados de ensaios de valores garantidos, perdas em vazio, perdas em carga, corrente de excitação e tensão de curto-circuito, também devem constar nas referidas folhas de ensaio mencionadas no subitem 9.5.b, com os respectivos valores máximos, médios e mínimos, encontrados previamente no lote.
- d) Para os ensaios referidos nos subitens 9.5.b e 9.5.c, o inspetor deve confrontar os fornecidos pelo fabricante numa amostragem mínima de 10% do lote a ser ensaiado, escolhida aleatoriamente.
- e) Nos ensaios com valor garantido, as tolerâncias são estabelecidas na **TABELA 11**:

Tabela 11 – Tolerâncias de valores de ensaio. Fonte: adaptado da *ABNT NBR 5356-11:2016*.

Item		Tolerância
1. Perdas	a) Perdas totais (ver Nota 1).	+ 10 % do total de perdas.
	b) Perdas a vazio e em carga, isoladamente (ver Nota 1).	+15 % por componente de perda (vazio e carga), porém a tolerância para perda total não pode ser excedida.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Página: 37 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

Item		Tolerância
2. Relação de tensão	Relação de tensão a vazio, para o 1º par de enrolamentos.	O menor dos seguintes valores: a) $\pm 5\%$ do valor declarado; b) $\pm 1/10$ da impedância de curto-circuito (em %) da derivação principal;
	Relação de tensão a vazio para outras derivações do mesmo par.	A ser acordado, mas não menos do que o menor valor de a) ou b).
	Relação de tensão a vazio para outros pares.	A ser acordado, mas não menos do que o menor valor de a) ou b).
3. Impedância de Curto Circuito	Para: - Transformador com dois enrolamentos separados ou: - Um par específico de enrolamentos de um transformador de mais enrolamentos.	a) Derivação principal; Quando o valor de impedância for $\geq 10\%$, $\pm 7,5\%$ do valor declarado. Quando o valor de impedância for $< 10\%$, $\pm 10\%$ do valor declarado.
		b) Em qualquer outra derivação do par de enrolamentos; Quando o valor de impedância for $\geq 10\%$, $\pm 10\%$ do valor declarado. Quando o valor de impedância for $< 10\%$, $\pm 15\%$ do valor declarado.
	Para: - Autotransformadores; - Um segundo par específico de enrolamentos de transformadores de mais enrolamentos ou	a) Derivação principal $\pm 10\%$ do valor declarado.
		b) Em qualquer outra derivação do par de enrolamentos; $\pm 15\%$ do valor declarado.
	- Outros pares de bobinas.	Mediante acordo, mas não $\geq 15\%$.
	4. Corrente de excitação (corrente a vazio)	
<p>NOTA 1 A tolerância de perdas de transformadores de mais de um par de enrolamentos se aplica a cada par de enrolamentos, a menos que valores ou condições diferentes sejam acordados entre fabricante e comprador.</p> <p>NOTA 2 Para certos autotransformadores ou transformadores de reforço, a pequena impedância destes justifica maior flexibilidade nas tolerâncias. Transformadores com grande faixa de derivações, especialmente em passos assimétricos, podem requerer uma consideração especial. Para transformadores que operam em paralelo com unidades existentes, uma tolerância de impedância menor pode ser acordada. Recomenda-se que tolerâncias especiais sejam informadas na especificação de compra e sejam objeto de acordo entre fabricante e comprador.</p> <p>NOTA 3 Para os efeitos desta Norma, entende-se que o "valor declarado" é o valor garantido pelo fabricante.</p>		

- f) Os ensaios de tensão suportável à frequência industrial e tensão induzida devem ser realizados em todas as unidades na presença do inspetor da EQUATORIAL.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 38 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

9.6 Aceitação e Rejeição

a) O critério para aceitação e rejeição da inspeção geral está estabelecido na **TABELA 12**.

TABELA 12 – Plano de Amostragem Para Inspeção. Regime de inspeção normal; Amostragem dupla; Nível de Qualidade Aceitável (NQA): 4%; Nível geral de inspeção II.

Número de unidades por Lote	Amostragem		Ac	Re
	Sequência	Tamanho		
Até 50	1ª	8	0	2
	2ª	8	1	2
51 a 90	1ª	13	0	3
	2ª	13	3	4
91 a 150	1ª	20	1	4
	2ª	20	4	5
151 a 280	1ª	32	2	5
	2ª	32	6	7

Nota 10: Ac – Número de Aceitação: número máximo de unidades defeituosas que ainda permite a aceitação de lote. Re – Número de Rejeição: número total de unidades defeituosas que implica a rejeição do lote.

Nota 11: Procedimento para amostragem dupla: ensaiar, inicialmente, um número de unidades igual ao da primeira amostra da tabela. Se o número de unidades defeituosas encontrado estiver compreendido entre Ac e Re (excluídos esses valores), ensaiar a segunda amostra. O total de unidades defeituosas encontradas, depois de ensaiadas as duas amostras, deve ser igual ou inferior ao maior Ac especificado para permitir a aceitação do lote;

- b) Serão rejeitados os transformadores que não suportarem os ensaios de tensão suportável nominal à frequência industrial e tensão induzida com medição de descargas parciais.
- c) Todo o lote será recusado caso as médias dos valores de perdas em vazio, perdas totais e corrente de excitação forem superiores aos garantidos, declarados pelo fabricante na sua proposta e constantes pedidos de compra.
- d) Serão rejeitadas as unidades que apresentarem valores fora das tolerâncias estabelecidas no subitem 8.5.
- e) O tratamento da chapa e o esquema de pintura serão recusados se qualquer um dos transformadores não suportar os seguintes ensaios:
 - Aderência: selecionar uma área plana, livre de imperfeições, limpa e seca; executar o ensaio conforme previsto na NBR 11003, o grau de aderência deve ser Gr0 ou Gr1;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 39 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

- Espessura da película: deve ser medida conforme NBR 10443, o resultado deve estar em conformidade com o subitem 7.2.10.
- f) Caso os transformadores já estejam pintados, todo o lote será recusado.
- g) Neste caso, novos corpos-de-prova devem ser apresentados ao inspetor da EQUATORIAL, com novo tratamento de chapa e esquema de pintura a serem utilizados nos transformadores, e submetidos aos mesmos ensaios.
- h) Ocorrendo nova falha, novos corpos-de-prova devem ser providenciados até que se alcance o tratamento e o esquema de pintura satisfatórios.
- i) O critério para aceitação e rejeição dos ensaios de aderência e espessura é o estabelecido pela **TABELA 11**. Serão também rejeitados os transformadores que apresentarem pintura com empolamento, escorrimento e cor diferente da especificada.
- j) Aprovado o lote, as unidades rejeitadas devem ser repintadas e submetidas novamente aos ensaios de pintura. O fabricante deve restaurar a pintura de todas as unidades ensaiadas.
- k) Caso o transformador submetido ao ensaio de tensão suportável nominal de impulso atmosférico apresente evidência de falha ou descarga disruptiva, duas outras unidades devem novamente ser submetidas a esse ensaio, sem ônus para a EQUATORIAL. Ocorrendo nova falha em qualquer uma das unidades, todo o lote será rejeitado.
- l) Se os resultados do ensaio de elevação de temperatura forem superiores aos estabelecidos no subitem 7.1.12, todo o lote deverá ser recusado.
- m) A EQUATORIAL poderá, a seu critério, receber transformadores com elevação de temperatura superior ao valor garantido pelo fabricante, nesse caso, deverá ser negociada uma redução no valor do contrato de maneira a compensar o desempenho insatisfatório do equipamento, no ensaio.
- n) Caso o transformador não suporte as solicitações elétricas, térmicas e dinâmicas do ensaio de curto-circuito, segundo os critérios estabelecidos no subitem 7.1.14, todo o lote será recusado.

9.7 Relatórios dos Ensaios

- a) O relatório dos ensaios de recebimento deve ser constituído no mínimo de:
- Número do pedido de compra e quantidade de transformadores do lote;
 - Identificação (dados de placa) e valores garantidos pelo fabricante;
 - Resultados dos ensaios que têm valores garantidos e os respectivos valores máximos, médios e mínimos verificados no lote;
 - Resultados dos ensaios de pintura;
 - Resultados dos ensaios das peças zincadas;
 - Resultados dos ensaios dielétricos e relação de tensão;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 40 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

- Data e assinatura do representante do fabricante e do inspetor da equatorial.
- b) O relatório do ensaio de elevação de temperatura deve conter:
- Identificação do transformador ensaiado;
 - Perdas em vazio com 100 e 105% da tensão nominal;
 - Perdas em carga em todas as derivações;
 - Resistência ôhmica dos enrolamentos e a respectiva temperatura, antes do ensaio;
 - Leituras das resistências ôhmicas e dos respectivos tempos, após o desligamento, além da temperatura ambiente;
 - Metodologia de cálculo adotada para determinação da resistência no instante do desligamento;
 - Outros dados que o inspetor da equatorial julgar necessários.

9.8 Inspeção Geral Dos Transformadores

Na inspeção geral dos transformadores deve ser observado, no mínimo, o seguinte:

- a) Parte Externa
- Ausência de escorrimento, empolamento e enrugamento da pintura.
 - Marcação dos terminais de alta e baixa tensão e numeração patrimonial, conforme itens 7.2.4, 7.2.5 e DESENHO 1.
 - Marcação do número de série, conforme item 7.2.10.
 - Localização dos acessórios.
 - Placa de identificação.
 - Aterramento.
 - Marcação das posições do comutador.
- b) Bobinas
- Ausência de deformação por aperto excessivo dos tirantes, calços, etc.
 - Rigidez mecânica das bobinas e dos calços;
 - O acabamento das bobinas deve ser liso, uniforme, sem cantos vivos, arestas cortantes, bolhas, incrustações, etc.
- c) Tirantes, Barras de Aperto e Olhais para Suspensão
- Ausência de oxidação nas partes não pintadas.
 - Rigidez mecânica dos tirantes e barras de aperto.
 - Qualidade e localização dos olhais para suspensão.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Página: 41 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

10 FOLHA DE DADOS TÉCNICOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS

FOLHA DE DADOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS				
CLIENTE:		CELPA ou CEMAR		
FORNECEDOR:				
DESCRIÇÃO DO MATERIAL:		TRANSFORMADOR A SECO		
MODELO:				
PEDIDO DE COMPRA:				
ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DO CLIENTE:		ET.008.EQTL.Normas e Padrões –TRANSFORMADOR A SECO Rev. 01		
ITEM	DESCRIÇÃO	UN	CONCESSIONÁRIA	PROPOSTA FORNECEDOR
1	POTÊNCIA NOMINAL	kVA	Conforme Item 7.1.1.2	
2	NÚMERO DE FASES	-	TRIFÁSICO	
3	CLASSE DE TENSÃO	kV	15 ou 36,2	
4	TENSÃO PRIMÁRIA NOMINAL	kV	13,8 ou 34,5	
5	TENSÃO SECUNDÁRIA NOMINAL	V	380/220 (CEMAR) ou 220/127 (CELPA)	
6	TENSÕES DE DERIVAÇÃO		Conforme Tabela 2	
7	NÍVEIS DE ISOLAMENTO			
7.1	Tensão suportável nominal à frequência industrial durante 1 minuto (valor eficaz)	kV	34 (classe 15kV) e 70 (classe 36,2kV)	
7.2	Tensão suportável de impulso atmosférico (valor de crista)	kV	95 (classe 15kV) e 150 (classe 36,2kV)	
9	PERDAS EM VAZIO E CORRENTE DE EXCITAÇÃO			
9.1	Perdas em Vazio	W	Conforme Tabelas 3 e 4	
9.2	Corrente de Excitação	%	Conforme Tabelas 3 e 4	
10	PERDAS TOTAIS E IMPEDÂNCIA DE CURTO-CIRCUITO			
10.1	Perdas totais	W	Conforme Tabelas 3 e 4	
10.2	Impedância de curto-circuito	%	Conforme Tabelas 3 e 4	
11	NÍVEL DE RUÍDO	dB	Conforme Tabela 9	
12	MÁXIMA TENSÃO DE RÁDIO INTERFERÊNCIA	µV	250 (classe 15kV) e 650 (classe 36,2kV)	
13	DESLOCAMENTO ANGULAR	-	Dyn1 30°	
14	LIMITES DE ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA		Conforme Tabela 8	
15	MATERIAL ISOLANTE	-	À base de resina epóxi ciclo alifática com encapsulamento a vácuo	
16	ACESSÓRIOS			
16.1	Meios de aterramento	-	Conforme Tabela 10	
16.2	Meios para suspensão das bobinas e do transformador completamente montado	-	Conforme Tabela 10	

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 42 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

16.3	Sistema de comutação sem tensões	-	Conforme Tabela 10	
16.4	Sistema de proteção térmica dos enrolamentos	-	Conforme Tabela 10	
16.5	Rodas bidirecionais	-	Conforme Tabela 10	
16.6	Apoio para macacos	-	Conforme Tabela 10	
16.7	Caixa de blindagem para os terminais de BT	-	Conforme Tabela 10	
17	APRESENTAÇÃO DE DOCUMENTOS NECESSÁRIOS:			
	<ul style="list-style-type: none"> • Todos os desenhos solicitados no item 6.7; • Relatórios dos seguintes ensaios, tensão suportável nominal de impulso atmosférico, com oscilogramas, em uma unidade de cada potência do mesmo tipo ofertado; • Elevação de temperatura realizado pelo método da variação da resistência, em uma unidade de cada potência do mesmo tipo ofertado; • Verificação da capacidade dinâmica de resistência a curto-circuito, com oscilogramas, em uma unidade de cada potência do mesmo tipo ofertado; • Fator de potência do isolamento; • Tensão induzida com medição de descargas parciais. <p>Os relatórios de ensaios devem ser preenchidos em papel timbrado pelo órgão responsável e conter, no mínimo, as seguintes informações: condições de ensaios; normas utilizadas; características técnicas dos instrumentos e padrões utilizados; descrição da metodologia empregada na realização dos ensaios; diagramas elétricos; resultados dos ensaios.</p>			

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Página: 44 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

12 PLANO DE INSPEÇÃO E TESTES – PIT

PIT – PLANO DE INSPEÇÃO E TESTES (Ensaio de Recebimento)							
CLIENTE:		CELPA ou CEMAR					
FORNECEDOR:							
DESCRIÇÃO DO MATERIAL:		TRANSFORMADOR A SECO					
TIPO:							
CLASSIFICAÇÃO:							
MODELO:							
PEDIDO DE COMPRA:							
TAMANHO DO LOTE:							
PLANO DE AMOSTRAGEM:		PA: Amostragem Dupla, Nível de Inspeção II, NQA 4% (Conforme TABELA 12)					
ET DO CLIENTE:		ET.008.EQTL.Normas e Padrões – TRANSFORMADORES A SECO Rev. 01					
ÍTEM	ENSÁIOS	MÉTODO	REQUISITOS	TAMANHO DA AMOSTRA	RESULTADO ESPERADO	VALOR DE REFERÊNCIA	VALOR OBTIDO
1	Inspeção Visual e Dimensional	--	Desenhos aprovados	Todos os itens	Satisfatório para: Conformidade com os desenhos aprovados, dentro das faixas de tolerância		
2	Verificação do funcionamento dos acessórios:						
2.1	Meios de aterramento	--	Desenhos aprovados	Todos os itens	Satisfatório para: Conformidade com os desenhos aprovados, dentro das faixas de tolerância		
2.2	Meios para suspensão das bobinas e do transformador completamente montado	--	Desenhos aprovados	Todos os itens	Satisfatório para: Conformidade com os desenhos aprovados, dentro das faixas de tolerância		
2.3	Sistema de comutação sem tensões	--	Desenhos aprovados	Todos os itens	Satisfatório para: Conformidade com os desenhos aprovados, dentro das faixas de tolerância		
2.4	Sistema de proteção térmica dos enrolamentos	--	Desenhos aprovados	Todos os itens	Satisfatório para: Conformidade com os desenhos aprovados, dentro das faixas de tolerância		
2.5	Rodas bidirecionais	--	Desenhos aprovados	Todos os itens	Satisfatório para: Conformidade com os desenhos aprovados, dentro das faixas de tolerância		
2.6	Apoio para macacos	--	Desenhos aprovados	Todos os itens	Satisfatório para: Conformidade com os desenhos aprovados, dentro das faixas de		

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Página: 45 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

PIT – PLANO DE INSPEÇÃO E TESTES (Ensaio de Recebimento)							
CLIENTE:		CELPA ou CEMAR					
FORNECEDOR:							
DESCRIÇÃO DO MATERIAL:		TRANSFORMADOR A SECO					
TIPO:							
CLASSIFICAÇÃO:							
MODELO:							
PEDIDO DE COMPRA:							
TAMANHO DO LOTE:							
PLANO DE AMOSTRAGEM:		PA: Amostragem Dupla, Nível de Inspeção II, NQA 4% (Conforme TABELA 12)					
ET DO CLIENTE:		ET.008.EQTL.Normas e Padrões – TRANSFORMADORES A SECO Rev. 01					
ÍTEM	ENSÁIOS	MÉTODO	REQUISITOS	TAMANHO DA AMOSTRA	RESULTADO ESPERADO	VALOR DE REFERÊNCIA	VALOR OBTIDO
					tolerância		
2.7	Caixa de blindagem para os terminais de BT	--	Desenhos aprovados	Todos os itens	Satisfatório para: Conformidade com os desenhos aprovados, dentro das faixas de tolerância		
3	Espessura da Camada de Tinta	--	ABNT NBR 10443	PA	Satisfatório para: Espessura média $\geq 220 \mu\text{m}$		
4	Aderência da Pintura. Grau X0-Y0	--	ABNT NBR 11003	PA	Satisfatório para: Sem destacamento ao longo das incisões e na interseção		
5	Galvanização	--	ABNT NBR 6323	PA	Em conformidade com os requisitos da ABNT NBR 6323		
6	Resistência Elétrica dos Enrolamentos	Item 11.2.1 e 11.2.2	ABNT NBR 5356-1	PA	Conformidade com o projeto apresentado e dentro das faixas de tolerância.		
7	Relação de Transformação	Item 11.3, E.3 e E.6	ABNT NBR 5356-1	PA	Em conformidade com o projeto e com a Tabela 2		
8	Deslocamento angular e sequência de fases	Item 11.3, E.6 e E.7	ABNT NBR 5356-1	PA	Satisfatório para Dyn1 30° e H1-H2-H3 X1-X2-X3		
9	Perdas em vazio e em carga	Item 11.4, 11.5, E.8 e E.9	ABNT NBR 5356-1	PA	Satisfatório para valores em conformidade com o projeto e as Tabelas 3 e 4		
10	Corrente de excitação	Item 11.5 e E.8	ABNT NBR 5356-1	PA	Satisfatório para valores em conformidade com o projeto.		
11	Impedância de curto-circuito	Item 11.4 e E.9	ABNT NBR 5356-1	PA	Satisfatório para valores em conformidade com o projeto.		
12	Tensão suportável nominal à frequência industrial	Item 11	ABNT NBR 5356-3	PA	O ensaio é considerado satisfatório se não ocorrer colapso da tensão de ensaio.		

DOCUMENTO NÃO CONTROLADO

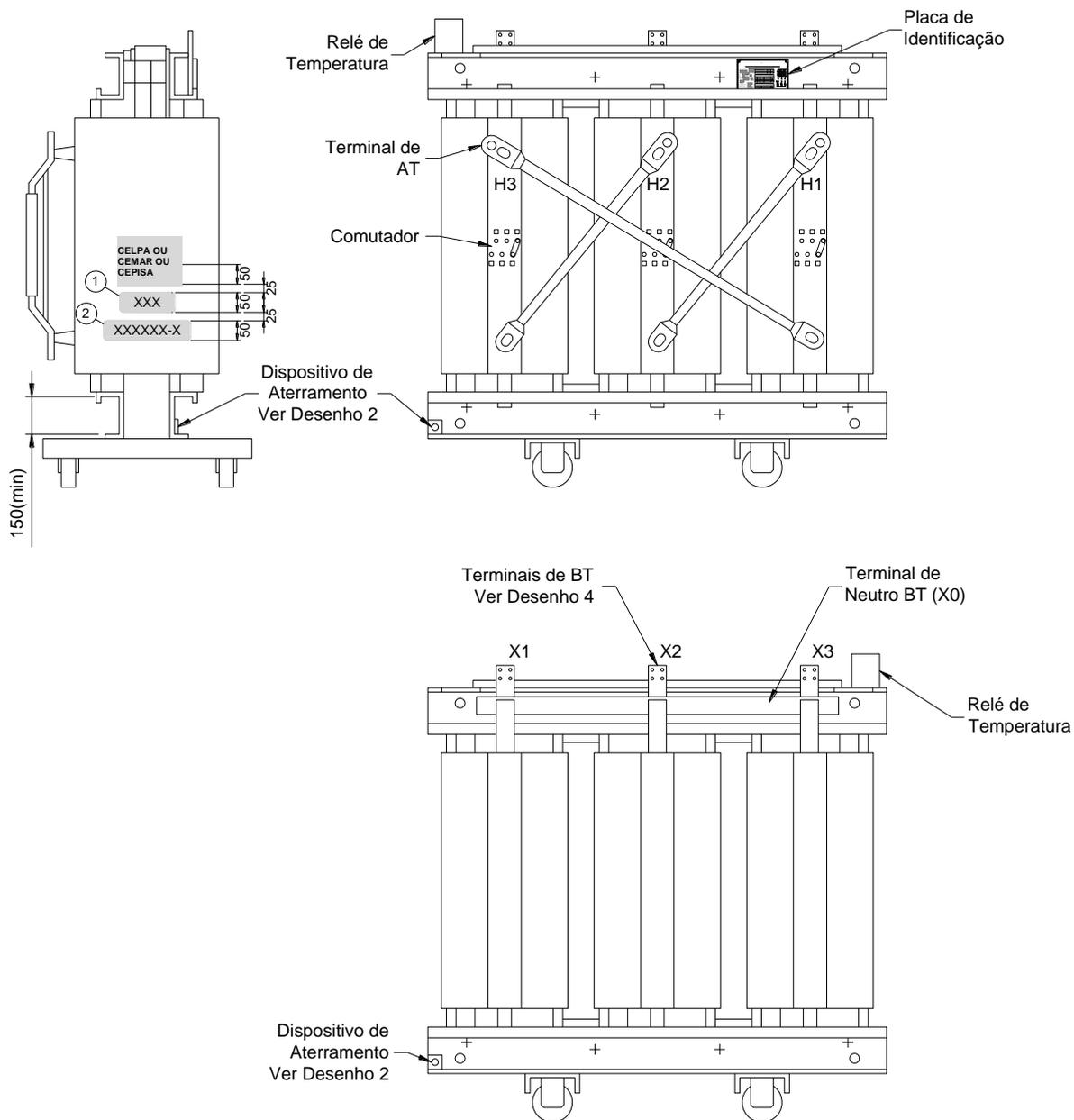
	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Página: 46 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

PIT – PLANO DE INSPEÇÃO E TESTES (Ensaio de Recebimento)							
CLIENTE:		CELPA ou CEMAR					
FORNECEDOR:							
DESCRIÇÃO DO MATERIAL:		TRANSFORMADOR A SECO					
TIPO:							
CLASSIFICAÇÃO:							
MODELO:							
PEDIDO DE COMPRA:							
TAMANHO DO LOTE:							
PLANO DE AMOSTRAGEM:		PA: Amostragem Dupla, Nível de Inspeção II, NQA 4% (Conforme TABELA 12)					
ET DO CLIENTE:		ET.008.EQTL.Normas e Padrões – TRANSFORMADORES A SECO Rev. 01					
ÍTEM	ENSÁIOS	MÉTODO	REQUISITOS	TAMANHO DA AMOSTRA	RESULTADO ESPERADO	VALOR DE REFERÊNCIA	VALOR OBTIDO
13	Tensão induzida	Item 12	ABNT NBR 5356-3	PA	O ensaio é considerado satisfatório se não ocorrer colapso da tensão de ensaio.		
14	Ensaio de descargas parciais	Item 22	ABNT NBR 5356-11	PA	Satisfatório para nível máximo de descargas parciais ≤ 10 pC		

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Página: 47 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

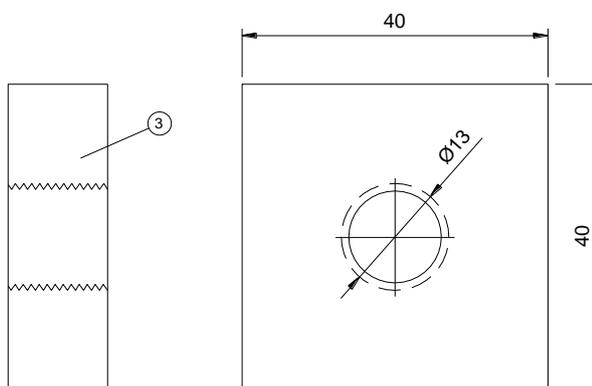
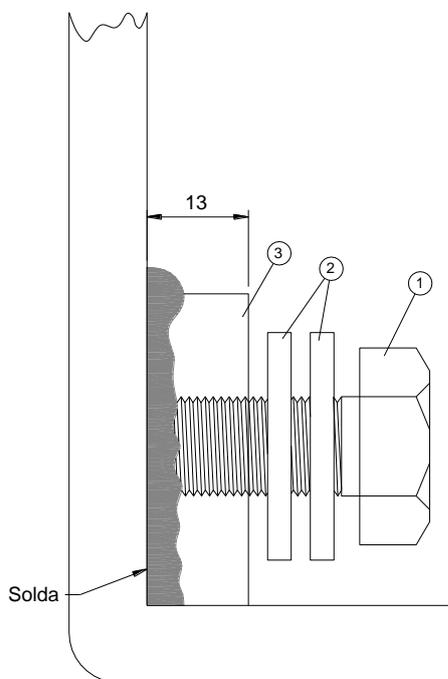
13 DESENHOS

DESENHO 1 - TRANSFORMADOR SECO



	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 48 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

DESENHO 2 - DISPOSITIVO DE ATERRAMENTO

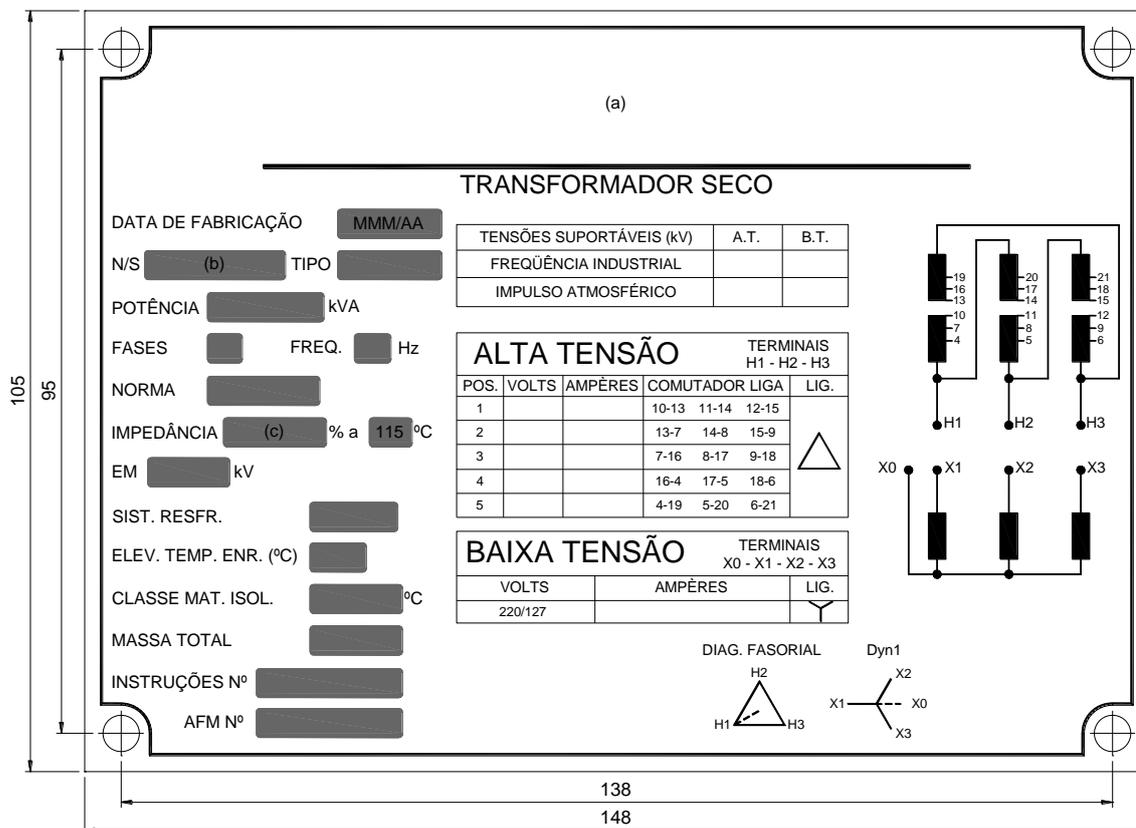


Referências:

- 1) Parafuso de cabeça sextavada, M13 x 25 mm: aço inoxidável ou liga de cobre;
- 2) Arruela lisa: aço inoxidável ou liga de cobre;
- 3) Bloco: aço inoxidável.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 49 de 53
		Título: Transformador a Seco	Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões

DESENHO 3 - PLACA DE IDENTIFICAÇÃO



Material:

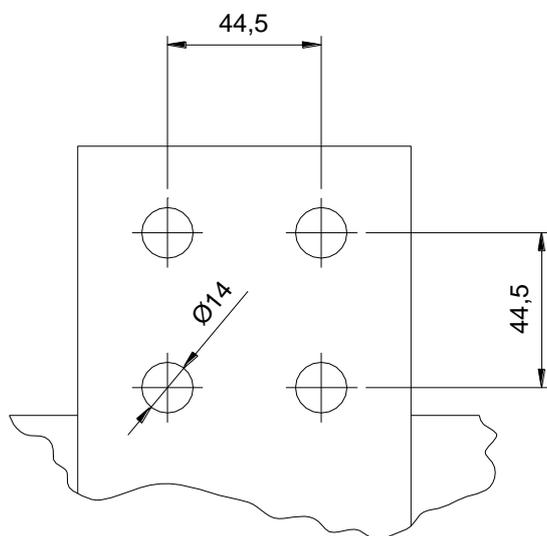
- Aço inox AISI 304 ou alumínio anodizado, espessura 0,8 mm.

Referências

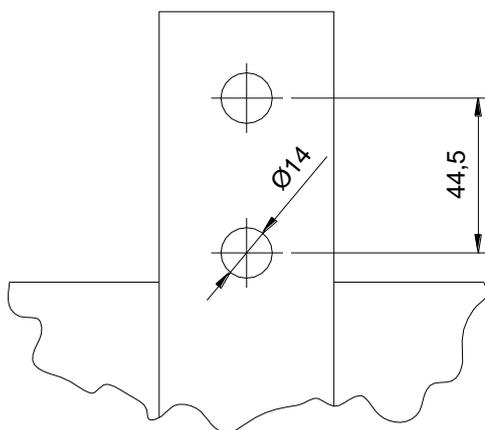
- (a) Dados do fabricante e local de fabricação;
- (b) Número de série de fabricação;
- (c) Impedância de curto-circuito, em porcentagem.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 50 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

DESENHO 4 - TERMINAL DE BAIXA TENSÃO PADRÃO NEMA, 2 e 4 FUROS



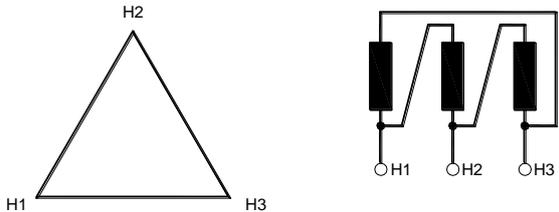
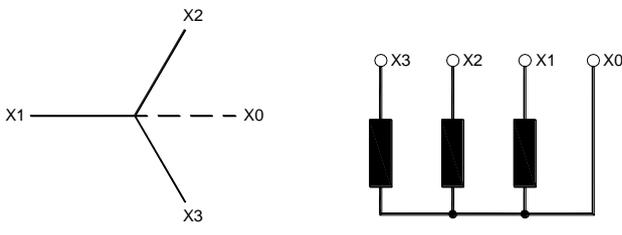
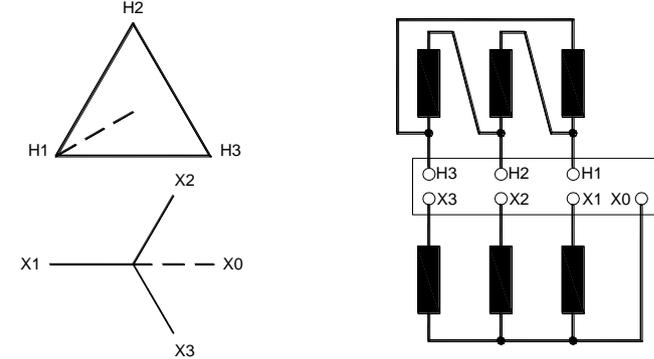
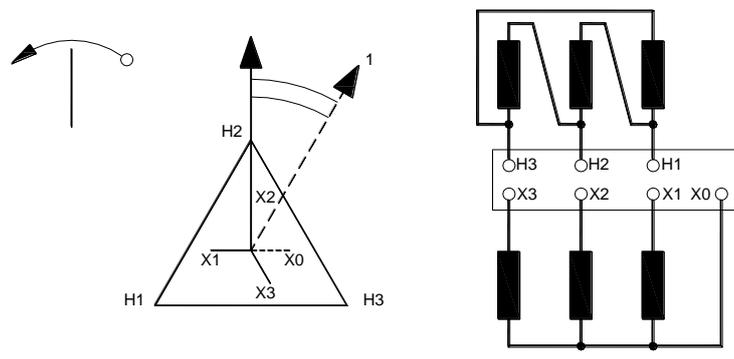
Terminal de BT, padrão NEMA, 4 furos



Terminal de BT, padrão NEMA, 2 furos

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 51 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

DESENHO 5 - DIAGRAMAS FASORIAIS

TRIÂNGULO	
ESTRELA	
SÍMBOLO DE LIGAÇÃO Dyn1	
SENTIDO DE ROTAÇÃO DOS FASORES	

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Pagina: 52 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

14 CÓDIGOS PADRONIZADOS DA CONCESSIONÁRIA

Código		Descrição sucinta
CEMAR	CELPA	
102140003	--	TRAFO SECO 3F 13,8KV 75KVA 380/220V
102140014	--	TRAFO SECO 3F 13,8KV 112,5KVA 380/220V
102140004	--	TRAFO SECO 3F 13,8KV 150KVA 380/220V
102140005	--	TRAFO SECO 3F 13,8KV 225KVA 380/220V
102140006	--	TRAFO SECO 3F 13,8KV 300KVA 380/220V
102140002	--	TRAFO SECO 3F 13,8KV 500KVA 380/220V
--	102140007	TRAFO SECO 3F 13,8KV 75KVA 380/220V
--	102140008	TRAFO SECO 3F 13,8KV 112,5KVA 380/220V
--	102140009	TRAFO SECO 3F 13,8KV 150KVA 380/220V
--	102140010	TRAFO SECO 3F 13,8KV 225KVA 380/220V
--	102140011	TRAFO SECO 3F 13,8KV 300KVA 380/220V
--	102140012	TRAFO SECO 3F 13,8KV 500KVA 380/220V

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Elaborado em: 29/11/2018	Página: 53 de 53
Título: Transformador a Seco		Código: ET.008.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 00

15 CONTROLE DE REVISÕES

REV	DATA	ITEM	DESCRIÇÃO DA MODIFICAÇÃO	RESPONSÁVEL
00	29/11/2018	-	Revisão inicial para o novo padrão de documentos Equatorial Energia. Esta revisão dá continuidade a revisão 00 do antigo padrão ET.31.008.	Elton Amorim Chagas

16 APROVAÇÃO

ELABORADOR (ES) / REVISOR (ES)

Adriane Barbosa de Brito - Gerência de Normas e Padrões

Gilberto Teixeira Carrera – Gerência de Normas e Padrões

Elton Amorim Chagas – Gerência de Normas e Padrões

APROVADOR (ES)

Jorge Alberto Oliveira Tavares – Gerência de Normas e Padrões