

TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA À ÓLEO VEGETAL

Especificação Técnica – ET 00320
Revisão 01 - 2025

FINALIDADE

Esta Especificação Técnica tem a finalidade de padronizar e estabelecer as recomendações mínimas exigíveis de transformadores e autotransformadores de potência em óleo vegetal isolante, com tensões nominais primárias de 13,8 kV, 23,1 kV, 34,5 kV, 69 kV e 138 kV, para utilização nas subestações de energia nas áreas de concessão do Grupo EQUATORIAL Energia, doravante denominadas apenas de Concessionária, respeitando-se o que prescrevem as legislações oficiais, as normas da ABNT e os documentos técnicos em vigor no âmbito da Concessionária.

Esta versão vigente cancela as versões anteriores.



SUMÁRIO

1	CAMPO DE APLICAÇÃO	1
2	RESPONSABILIDADES	1
3	DEFINIÇÕES	2
4	REFERÊNCIAS	2
5	CONDIÇÕES GERAIS	5
5.1	Generalidades	5
5.2	Unidades de Medida e Idiomas	5
5.3	Condições Normais de Serviço	5
5.4	Condições de Fornecimento	6
5.5	Embalagem	7
5.6	Transporte	8
5.7	Identificação	8
5.8	Garantia	10
5.9	Montagem e Ensaios de Campo	11
5.10	Plano de Controle de Qualidade	11
5.11	Exigências Adicionais	12
5.12	Apresentação da Proposta Técnica e Documentos exigidos	14
5.13	Homologação de Fornecedores	15
6	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS	15
6.1	Características Técnicas	15
6.2	Características Construtivas	26
6.3	Procedimento de Pintura	55
7	INSPEÇÕES E ENSAIO	58
7.1	Generalidades	58
7.2	Ensaio de Tipo	58
7.3	Ensaio de Rotina	59
7.4	Ensaio Especial	60
7.5	Ensaio do comutador de Derivações	61
7.6	Ensaio de Recebimento	61

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 4 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

7.7	Relatórios de Ensaios.....	62
8	CÓDIGOS PADRONIZADOS	63
8.1	Relação de Códigos Família DYN1.....	63
8.2	Relação de Códigos Família YNYN0D1.....	70
9	ANEXOS.....	77
10	CONTROLE DE APROVAÇÕES.....	83
11	APROVAÇÃO	83

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 1 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

1 CAMPO DE APLICAÇÃO

1.1 Áreas de aplicação da Especificação Técnica

Este documento se aplica a todo transformador ou autotransformador de potência, imerso em óleo vegetal isolante, instalados nas subestações de energia elétrica da Concessionária. Também se aplica a todas as empresas responsáveis pela fabricação/fornecimento deste equipamento.

1.2 Áreas de aplicação do Equipamento

Os Transformadores de Potência a Óleo Vegetal são utilizados nas subestações de distribuição de 13,8 KV, 23,1 KV, 34,5 KV, 69 KV e 138 KV da Concessionária.

2 RESPONSABILIDADES

2.1 Gerência Corporativa de Normas e Qualidade:

Especificar e padronizar as características do transformador de potência para utilização nas subestações da Concessionária. Conduzir o processo de revisão desta especificação.

2.2 Gerência Corporativa de Planejamento e Logística:

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

2.3 Gerência Corporativa de Manutenção:

Solicitar os equipamentos de acordo com esta especificação e participar do processo de revisão desta.

2.4 Gerência Corporativa de Automação:

Solicitar os equipamentos de acordo com esta especificação e participar do processo de revisão desta.

2.5 Gerência Corporativa de Obras AT:

Solicitar os equipamentos de acordo com esta especificação e participar do processo de revisão desta.

2.6 Gerência Corporativa de Compras de Materiais e Serviços

Solicitar em sua rotina de aquisição, materiais em conformidade com esta especificação técnica.

2.7 Fabricante/Fornecedor:

Fabricar/fornecer os materiais em conformidade com esta especificação técnica.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 2 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

3 DEFINIÇÕES

3.1 Bucha

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

3.2 Conservador

Reservatório auxiliar parcialmente cheio de líquido isolante, ligado ao tanque de um transformador de modo a mantê-lo completamente cheio, permitindo a expansão e contração do líquido isolante, como também minimizando a contaminação dele.

3.3 Relé Buchholz

Dispositivo de proteção para transformadores em líquido isolante, que detecta a presença de gases livres e o fluxo anormal de líquido isolante entre o tanque e o conservador.

3.4 Tanque

Recipiente que contém a parte ativa e o meio isolante.

3.5 Transformador de Potência

Equipamento estático com dois ou mais enrolamentos que, por indução eletromagnética, transforma um sistema de tensão e correntes alternadas em outro sistema de tensão e correntes, de valores geralmente diferentes, mas à mesma frequência, com o objetivo transmitir potência elétrica. [5356-parte I]

3.6 Transformador Imerso em Óleo

Transformador no qual o circuito magnético e enrolamentos são imersos em óleo.

3.7 Transformador do Tipo Seco

Transformador no qual o circuito magnético e os enrolamentos não são imersos em líquido isolante.

4 REFERÊNCIAS

O transformador deve ter projeto, fabricação, ensaios, transporte e recebimento de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), relacionadas a seguir, em suas últimas revisões:

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 3 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

4.1 Resoluções e Portarias Nacionais

[1] RESOLUÇÃO ANP Nº 900/2022 – Dispõe sobre as especificações dos óleos minerais isolantes tipo A e tipo B, de origem nacional ou importado, comercializado em território Nacional.

4.2 Normas Técnicas Nacionais

ABNT NBR 5458:2010 – Transformador de potência – Terminologia;

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

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

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

ABNT NBR 5356-3:2010 – Transformadores de potência - Parte 3: Níveis de isolamento, ensaios dielétricos e espaçamentos externos em ar;

ABNT NBR 5356-9:2016 - Transformadores de potência - Parte 9: Recebimento, armazenagem, instalação e manutenção de transformadores e reatores de potência imersos em líquido isolante;

ABNT NBR 5915-6:2013 – Chapas e bobinas de aço laminadas a frio – Parte 6: Aços microligados;

ABNT NBR 11341:2014 – Fluidos de alto ponto de combustão (classe K);

ABNT NBR 6323:2016 – Galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido - Especificação;

ABNT NBR 6648:2014 – Bobinas e chapas grossas de aço-carbono para uso estrutural - Especificação;

ABNT NBR 6650:2014 – Bobinas e chapas finas a quente de aço-carbono para uso estrutural - Especificação;

ABNT NBR 6869:1989 – Líquidos isolantes elétricos - Determinação da rigidez dielétrica (eletrodos de disco);

ABNT NBR 16788:2019 - Óleo vegetal isolante - Interpretação da análise dos gases dissolvidos de transformadores em operação, imersos em óleo vegetal isolante;

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

ABNT NBR 8667-1:2012 – Comutador de derivações – Parte 1: Especificação e ensaios;

ABNT NBR 8667-2:2012 – Comutador de derivações – Parte 2: Guia de aplicação;

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

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 4 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

ABNT 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;

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

ABNT NBR 11003:2009 – Tintas - Determinação da Aderência;

ABNT NBR 11388:1990 – Sistemas de pintura para equipamentos e instalações de subestações elétricas - Especificação;

ABNT NBRIEC 60060-1:2013 - Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão - Parte 1: Definições gerais e requisitos de ensaio;

ABNT NBRIEC 60156:2019 – Líquidos isolantes - Determinação da rigidez dielétrica à frequência industrial - Método de ensaio;

ABNT NBRIEC 60450:2009 – Medição do grau de polimerização viscosimétrico médio de materiais celulósicos novos e envelhecidos para isolamento elétrica;

ABNT NBRIEC 60529:2017 – Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (código IP);

ABNT NBRIEC 60270:2017 - Técnicas de ensaios elétricos de alta-tensão - Medição de descargas parciais;

ABNT IEC/TS60815-1:2014 - Seleção e dimensionamento de isoladores para alta-tensão para uso sob condições de poluição - Parte 1: Definições, informações e princípios gerais;

ABNT IEC/TS60815-2:2014 - Seleção e dimensionamento de isoladores para alta-tensão para uso sob condições de poluição - Parte 2: Isoladores de porcelana e de vidro para sistemas de corrente alternada;

ABNT NBR 7398 - Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente. Verificação da aderência do revestimento;

ABNT NBR 7399 - Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente. Verificação da espessura do revestimento por processo não-destrutivo;

ABNT NBR 7400 - Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente. Verificação da uniformidade do revestimento;

ABNT NBR 15422:2022 – Óleo vegetal isolante para equipamentos elétricos;

ABNT NBR 16518 – Óleo vegetal isolante para equipamentos elétricos – Diretrizes para supervisão e manutenção.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 5 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

4.3 Normas e Internacionais

ASTM D924:2015 - Standard test method for dissipation factor (or power factor) and relative permittivity (dielectric constant) of electrical insulating liquids.

IEC 60247:2004 – Insulating liquids - Measurement of relative permittivity, dielectric dissipation factor (tan δ), and dc resistivity;

IEC 62770 – Fluids for electrotechnical applications – Unused natural esters for transformers and similar electrical equipment;

CISPR-16-SER:2004 - Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - All parts.

5 CONDIÇÕES GERAIS

5.1 Generalidades

O escopo desta especificação compreende o fornecimento completo de Transformadores de Força e seus acessórios, projetados, fabricados e ensaiados em conformidade com a norma ABNT NBR 5356 partes de 1 à 16 em suas revisões vigentes e na ausência destas, nas normas técnicas internacionais, incorporando os melhoramentos que a técnica moderna sugere, sempre utilizando materiais novos da melhor qualidade, mesmo quando não referidos nesta especificação técnica.

5.2 Unidades de Medida e Idiomas

A proposta, incluindo a descrição técnica, especificações, desenhos e quaisquer documentos ou dados adicionais devem usar as unidades de medida do Sistema Internacional de Unidades. Qualquer valor indicado em outro sistema de medidas, deverá ser indicado também em unidades do Sistema Internacional de Unidades.

Todas as instruções, desenhos e relatórios de ensaios apresentados pelo Fornecedor devem ser redigidos na língua portuguesa do Brasil. Serão aceitos em português, inglês ou espanhol, folhetos, artigos, publicações e catálogos, desde que autorizados expressamente pela Concessionária.

5.3 Condições Normais de Serviço

O transformador deve ser projetado para instalação nos seguintes ambientes, sem sofrer alterações de suas características nominais conforme a seguir:

- Área com grande densidade de indústrias e subúrbios de grandes cidades;
- Áreas próximas ao mar, portanto sujeita a ventos fortes e névoa salina;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 6 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

c) Áreas com precipitação pluviométrica média anual entre 1.500 e 3.000 milímetros, sendo que o equipamento deverá suportar exposição continua ao ambiente de chuva.

d) Clima propício à formação de fungos, portanto o Fornecedor deverá providenciar a tropicalização do equipamento.

Tabela 1 – Condições Ambientais de Operação.

O transformador irá operar em ambiente com as seguintes características: Altitude em relação ao nível do mar		Até 1000 metros
Temperatura máxima anual	instalação ao tempo	40 °C
	instalação abrigada	45 °C
Temperatura mínima anual (operação no Norte e Nordeste do país)		10 °C
Temperatura mínima anual (operação no Sul do país)		-10 °C
Temperatura média em 24 horas máxima	instalação ao tempo	30 °C
	instalação abrigada	35 °C
Umidade relativa média anual		80 A 100%
Velocidade máxima do vento (h = 20m, tempo de integração 2s)		130 km/h

5.4 Condições de Fornecimento

Os transformadores devem:

- Ser fabricados com materiais novos e de alta qualidade, livres de defeitos e imperfeições e devem estar de acordo com as recomendações das Normas ABNT, IEC, ASTM e ANSI aplicáveis.
- Ser fornecidos completos, com todos os componentes necessários ao seu perfeito funcionamento.
- Ser projetados e construídos de modo a permitir intercambialidade física e elétrica de suas partes com unidades similares, tendo todas as peças correspondentes intercambiáveis, quando de mesmas características eletromecânicas nominais e fornecidas pelo mesmo Fornecedor ou unidades similares
- Ter o projeto essencialmente idêntico ao item do pedido de compra.
- Atender às exigências constantes das últimas revisões da norma ABNT NBR 5356, nas partes aplicáveis, salvo quando explicitamente citado em contrário.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 7 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

5.5 Embalagem

O transformador deve ser preparado para o embarque de modo a proteger o tanque, radiadores, núcleos e bobinas, buchas e todos os acessórios auxiliares contra a corrosão e umidade, ou danos que possam ser causados por vibrações no preparo e durante o transporte.

As válvulas e outras peças salientes susceptíveis de danos durante o transporte devem ser protegidas por anteparos aparafusados.

A Contratada deverá consultar a Concessionária se o tanque desmontado será transportado com ou sem óleo isolante.

Caso o transformador seja transportado com óleo, a parte ativa deverá estar coberta e o óleo residual, deverá ser embalado em tambores de 200 litros (isentos de umidade e adequados para óleo isolante). A Contratada deverá pressurizar o tanque do transformador com gás nitrogênio super seco e manter este à uma pressão mínima de 30,0kPa (0,3kgf/cm²), até a ocasião da montagem e novo enchimento com óleo isolante, no seu destino final.

Já para o transporte sem óleo, este deverá ser totalmente drenado, sendo necessário a pressurização do tanque com gás nitrogênio super seco e manter este à uma pressão mínima de 30,0kPa (0,3kgf/cm²).

As peças e acessórios removidos do transformador para embarque devem ser bem identificados a fim facilitar o controle do Almoxarifado, a montagem e a manutenção.

O óleo deve ser embarcado em tambores de aço apropriados, sem retorno, devidamente identificados, com aberturas rosqueadas, devidamente protegidas contra entrada de água e devem possuir revestimento interno em epóxi resistente ao óleo isolante.

As peças sobressalentes, após ensaiadas e aprovadas, devem ser embaladas em caixas exclusivas, com a indicação de "Peças sobressalentes", do número de série do transformador, do número do Processo de Aquisição e do item correspondente, gravados de modo indelével. Cada caixa deve estar acompanhada de sua lista de embarque e instruções para transporte. Deve ser prevista a necessidade de nota fiscal exclusiva, com descrição e valores individuais.

O transformador deve ser projetado de modo que sua maior peça possa ser transportada, sem impedimentos ou restrições, da fábrica até seu destino.

Os transformadores devem ser embarcados com registrador de impacto nas três direções (eixos X, Y e Z), fixado na lateral de maior dimensão e próximo ao centro de gravidade do equipamento. Deve ser instalado em caixa metálica com tampa e lacre, com perfeito sistema de vedação contra umidade, a fim de se evitar a oxidação dos mecanismos do registrador. A caixa do registrador de impacto deve ser soldada ao tanque, devendo a mesma não ser retirada após a instalação do transformador na subestação.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 8 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

Caso o Fornecedor não acompanhe o descarregamento, deve fornecer instrução detalhada para que a Concessionária proceda as verificações registradas pelo instrumento. O registrador de impactos deve ser instalado antes do carregamento na fábrica. Após o descarregamento, as informações devem ser enviadas ao Fornecedor, o qual deve fazer a análise, emitir o laudo e enviar cópia à Concessionária, sendo de sua responsabilidade a liberação do transformador para montagem. O registrador é devolvido ao Fornecedor após a liberação.

5.6 Transporte

O transporte deve ser realizado de modo a proteger todo o equipamento contra quebra ou danos devido ao manejo (por exemplo: na pintura). Toda anormalidade detectada no recebimento do transformador, devido ao transporte, deve ser sanada às expensas do Fornecedor.

A construção do transformador deve permitir o transporte bem-sucedido, de maneira que, na chegada do transformador ao seu destino, ele se encontre em condições de ser colocado em operação permanente, sem necessitar de inspeção interna.

Mediante acordo entre Fornecedor e Concessionária deve ser definido se o transformador será transportado sem buchas condensivas, sem óleo ou parcialmente com óleo cobrindo sua parte ativa. Após os ensaios de aceitação, o transformador deve ser desmontado e pressurizado com nitrogênio “super-seco”, com pressão positiva. Os enrolamentos devem estar perfeitamente secos. O Fornecedor deve, por ocasião do embarque, medir a pressão do nitrogênio e a sua temperatura.

A Contratada deverá, no momento da entrega, garantir que a pressão interna do tanque do transformador, ficará com a pressão mínima de 30,0kPa (0,3kgf/cm²).

5.7 Identificação

O transformador deve ser provido de placas de identificação e placas diagramáticas, confeccionada em aço inoxidável austenítico AISI 316, resistente a intempéries, fixadas em posição visível com espessura mínima de 1,5 mm.

Todos os equipamentos auxiliares e acessórios externos ao painel, devem ser acompanhados de plaquetas de identificação externas ao painel, confeccionadas em aço inoxidável austenítico AISI 316, na espessura de 1,5mm, com letras pintadas na cor preta e gravação em baixo relevo, posicionadas em locais visíveis e próximas de cada dispositivo, fixadas em suportes soldados, com parafusos de aço inoxidável, não serão aceitas fixações com fita dupla face.

5.7.1 Placa de identificação

Esta deve conter todas as informações previstas na norma NBR 5356/9368, além do número e item da Ordem de Compra, o fator térmico dos TCs, os valores das impedâncias de curto-circuito na potência

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 9 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

base KNAN, obtidos nos ensaios de recebimento, nas posições extremas e na principal do comutador, o tipo e o número de série da chave comutadora, do acionamento motorizado bem como o número do código de equipamento (que é fornecido na aprovação dos desenhos). A placa deve ser instalada no tanque principal ou na porta do painel de controle, em local bem visível.

5.7.2 Placa de identificação diagramática

A placa de fiação do comando e proteção deve ser conforme norma NBR 9368. A sua instalação deve ser na face interior da porta do painel de controle do transformador.

5.7.3 Código de Barras 2D (QR Code)

O QR Code deve ser incorporado a placa de identificação do equipamento. As inscrições devem ser marcadas de forma indelével.

O QR Code deve obedecer, obrigatoriamente, às seguintes especificações:

- Taxa de Recuperação de Erro (ECC): “M”;
- Tipo de Codificação: Byte;
- Dimensões: $(30 \pm 5) \times (30 \pm 5)$ mm;
- Margem de Segurança Mínima (Margin): 0,25 cm;

5.7.4 Conteúdo do QR Code

As informações contidas na **Erro! Fonte de referência não encontrada. 11** devem ser incorporadas ao QR Code. Cada uma das informações de 1 a 10 devem estar dispostas em formato de linha, ou seja, o separador deve ser através de quebra de linha.

Tabela 2 – Conteúdo Incorporado no QR CODE.

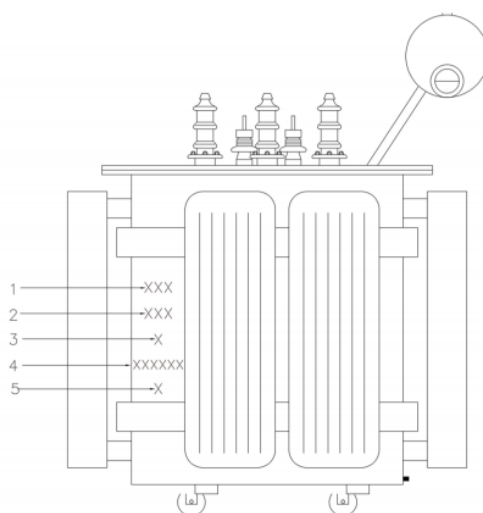
Linha	Informação	Quantidade Máx. de Caracteres	Responsável pela Informação
01	Número do pedido	10 (numéricos)	CONCESSIONÁRIA
02	Item do pedido	4 (numéricos)	CONCESSIONÁRIA
03	Nº de série Equatorial	16 (numéricos e hífen)	CONCESSIONÁRIA
04	Código do material	10 (numéricos)	CONCESSIONÁRIA
05	Nº do equipamento	10 (numéricos)	CONCESSIONÁRIA
06	Fornecedor	20 (alfanuméricos)	FORNECEDOR
07	Denominação do Tipo	20 (alfanuméricos)	FORNECEDOR
08	Ano de Construção	4 (numéricos)	FORNECEDOR
09	Mês de construção	2 (numéricos)	FORNECEDOR
10	Nº Série do Fornecedor	20 (alfanuméricos)	FORNECEDOR

5.7.5 Marcações

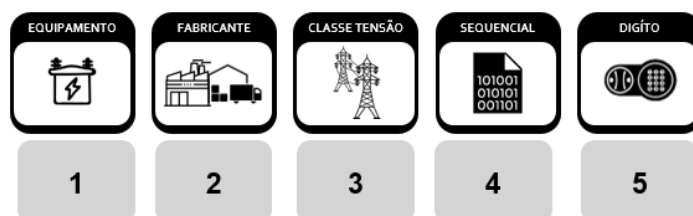
	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 10 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

Os números de séries utilizados pela Concessionária devem ser pintados no tanque principal do equipamento, próximo a placa de identificação, com tinta na cor preta, padrão Munsell N1. Estes devem seguir as orientações de posição tamanho e fonte especificada no DESENHO 3 e 4.

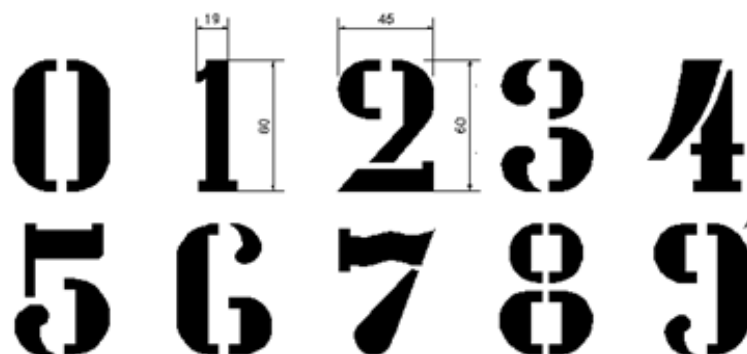
DESENHO 1 – Identificação da Posição para Pintura da Identificação do Número de Série.



Legenda:



DESENHO 2 – Dimensões e Modelos de Fonte para Pintura do Número de Série.



5.8 Garantia

O transformador e seus acessórios devem ser garantidos por um período mínimo de 24 (vinte e quatro) meses da entrega no local de destino.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 11 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

O período de garantia para acabamento e pintura, contra corrosão, é de 5 (cinco anos) da entrega no local de destino.

O relé de regulação deve ter garantia de 10 anos.

5.9 Montagem e Ensaios de Campo

O Fornecedor deve cotar em separado os serviços de montagem e/ou supervisão de montagem do transformador no local de instalação, conforme norma ABNT NBR 5356-9:2016, cabendo à Concessionária definir qual a opção será contratada.

Deverá a Contratada considerar no mínimo os seguintes procedimentos para o recebimento:

- a) Inspeção preliminar, antes do descarregamento, verificando as condições externas, acessórios e componentes quanto a deformação, vazamentos e estado da pintura
- b) Conferencia dos componentes e acessórios via romaneio;
- c) Verificação de recebimento de toda documentação técnica, desenhos, instruções de montagem, certificados de ensaio e demais documentos técnicos conforme condições contratuais
- d) Análise e emissão de laudo do registrador de impacto
- e) Verificação da pressão manométrica do gás seco no tanque e nos cilindros de suprimento (Equipamentos transportado sem líquido isolante);
- f) Realização da análise do líquido isolante (Equipamentos transportado com líquidos isolantes);
- g) Medição da resistência do isolamento do núcleo do transformador, em corrente contínua sem óleo;
- h) Realização de inspeção interna caso necessário;
- i) Ensaios de Recebimento após a montagem, conforme item 9.6;

5.10 Plano de Controle de Qualidade

O PROPONENTE deverá desenvolver e manter um sistema de controle de garantia de qualidade, de cumprimento de prazos do fornecimento e de atendimento aos requisitos da especificação.

Não será permitida nenhuma alteração dos termos da especificação, bem como do projeto aprovado. Eventuais modificações que, por razões técnicas, se tornarem necessárias durante a fabricação e montagem, somente poderão ser realizadas com aprovação expressa da Concessionária.

O Plano de Controle da Qualidade deverá conter todos os ensaios e verificações no recebimento de matérias prima, na fabricação e nos ensaios finais. Devem também ser relacionados, no mínimo, os métodos de ensaio, normas técnicas utilizadas e locais de realização dos eventos.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 12 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

5.11 Exigências Adicionais

São consideradas como complementares as exigências apresentadas nos itens a seguir.

5.11.1 Manual de Instruções

O Fornecedor deve fornecer o manual de instruções (contendo as informações para instalação, operação e manutenção do transformador e seus acessórios), da seguinte forma:

- 01 cópia física (entregue na sede da distribuidora);
- Arquivo em meio eletrônico, enviados a lista de e-mail a ser definido pela Concessionária.

Este manual deve conter informações específicas dos materiais e dos acessórios instalados no transformador, e constar de:

- Instruções para o transformador;
- Instruções para as buchas;
- Instruções para os indicadores de nível de óleo;
- Instruções para o secador de ar "Sílica-gel";
- Instruções completas do comutador de derivações;
- Instruções completas dos relés de monitoramento do transformador (Temperatura, regulação de tensão, paralelismo e sinalizações e proteções do transformador)
- Instruções para o relé "Buchholz";
- Instruções para utilização e montagem da bolsa de borracha do conservador;
- Instruções para os transformadores de correntes de bucha;
- Instruções para o equipamento de ventilação forçada;
- Demais instruções necessárias, para todos os acessórios colocados no transformador;
- Cópia dos desenhos finais aprovados pela Concessionária, com valores de ensaios já anotados nos desenhos de placa;
- Cópia do relatório de ensaios;
- Cópia das "Medições para Embarque" e "Informações Técnicas Garantidas pelo Proponente";
- Cópia dos desenhos de fixação dos para-raios;
- Manuais e catálogos dos acessórios dos seus respectivos Fornecedores.

5.11.2 Imagens

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 13 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

Até 15 (quinze) dias após o término dos ensaios, o Fornecedor /Contratado deverá enviar imagens em alta resolução das seguintes vistas e componentes do transformador:

Tabela 3 – Relação de Imagens a Serem Enviadas .

Núcleo	1 vista de frente 1 vista lateral
Parte ativa	3 vistas laterais 1 vista superior
Transformador completo	2 vistas laterais 1 vista superior
Tanque do transformador	1 vista interna
Flange do tanque do transformador para acoplamento do tanque do comutador	1 vista interna 1 vista externa
Membrana do conservador de óleo	1 vista
Tampa do transformador	3 vistas no mínimo, mostrando as furações para as conexões dos acessórios.
Fixação dos transformadores de corrente de bucha	1 vista para os TCs dos enrolamentos de AT 1 vista para os TCs dos enrolamentos de BT
Aterramento do núcleo	1 vista mostrando o detalhe de conexão do aterramento do núcleo. 1 vista mostrando os isolantes de separação das armaduras
Canecos das buchas do primário	3 fotos mostrando os canecos e as flanges de acoplamento das buchas do primário.
Canecos das buchas do secundário	3 fotos mostrando os canecos e as flanges de acoplamento das buchas do secundário.
Canecos das buchas do terciário	3 fotos mostrando os canecos e as flanges de acoplamento das buchas do terciário.
Tanque/Radiadores	3 fotos mostrando no mínimo as flanges de acoplamento com os radiadores

As fotos deverão ter as seguintes informações:

- Indicação dos enrolamentos de alta tensão e seus terminais (H1, H2, H3 e H0 quando houver);
- Indicação dos enrolamentos de baixa tensão e seus terminais (x1, x2, x3 e x0);

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 14 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

- c) Indicação dos enrolamentos de terciário e seus terminais (Y1 e Y2) quando houver;
- d) Indicação do fechamento dos neutros dos enrolamentos de alta e baixa tensão.

5.12 Apresentação da Proposta Técnica e Documentos exigidos

5.12.1 Informações Técnicas Requeridas com a Proposta

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

- a) Características técnicas garantidas do equipamento ofertado, conforme o Anexo I desta especificação técnica. Salienta-se que os dados da referida lista são indispensáveis ao julgamento técnico da oferta e devem ser apresentados independentemente dos mesmos constarem nos catálogos e/ou folhetos técnicos anexados a proposta.
- b) Declaração de Exceção às Especificações;
- c) Informações sobre as condições para a realização dos ensaios de tipo referidos nesta norma, discriminando os ensaios que podem ser realizados em laboratórios do próprio Fornecedor, relação dos laboratórios onde devem ser realizados os demais ensaios, bem como preços unitários para cada um dos ensaios;
- d) Prazos de garantia ofertados;
- e) Lista de sobressalentes conforme o Anexo II desta especificação técnica;
- f) Outras informações, tais como catálogos, folhetos técnicos, relatórios de ensaios de tipo, lista de fornecimentos similares, entre outras, consideradas relevantes pelo Proponente para o julgamento técnico de sua oferta.

5.12.2 Desenhos

Independentemente dos desenhos apresentados com a proposta, o Fornecedor deve submeter à aprovação, no prazo de 30 (trinta) dias da aceitação os desenhos a seguir relacionados:

- a) Lista de desenhos;
- b) Conjunto do transformador com aspecto externo, arranjo e posições dos equipamentos e acessórios principais, bem como dimensões, massa total, massa do óleo, massa e altura de suspensão da parte ativa;
- c) Desenhos das buchas com indicação do Fornecedor, tipo, corrente nominal, distância de escoamento e características dielétricas;
- d) Desenho do mecanismo de operação do comutador de derivações;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 15 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

- e) Diagrama de ligações do enrolamento principal e do comutador de derivações;
- f) Desenhos de painel de controle e dos circuitos, proteção e controle, incluindo esquemas funcionais e desenhos topográficos da fiação;
- g) Diagrama de ligações dos transformadores de corrente, contendo fator térmico dos TCs;
- h) Diagrama de controle do sistema de ventilação forçada, incluindo o projeto de todos os estágios;
- i) Esquemas e diagramas para paralelismo, se houver;
- j) Desenhos das placas de identificação e diagramática;
- k) Croqui das dimensões máximas de embarque do transformador;
- l) Catálogos, desenhos e indicação dos Fornecedores de todos os acessórios, incluindo o dispositivo de borracha do conservador, inclusive de todos os materiais que podem ser substituídos durante as manutenções, como, por exemplo as juntas de vedação.

Os desenhos devem ser elaborados em "CAD" (.dwg).

Todos os catálogos e desenhos dos acessórios do transformador, inclusive os TCs de bucha com as dimensões e características, devem indicar aqueles que equipam o mesmo.

5.13 Homologação de Fornecedores

O Fornecedor deve obrigatoriamente providenciar seu cadastro junto à CONCESSIONÁRIA no Portal do Fornecedor através do link [Home | Suprimais \(equatorialenergia.com.br\)](http://equatorialenergia.com.br) e inserir as informações solicitadas em cada etapa do processo para análise do seu cadastro.

Após os fornecedores de materiais e equipamentos do Sistema Elétrico de Potência estarem aptos na etapa de cadastro, o processo será encaminhado para área técnica da Equatorial, que conduzirá a etapa de homologação técnica.

As homologações serão acionadas mediante as estratégias e necessidades do Grupo Equatorial Energia.

6 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS

6.1 Características Técnicas

6.1.1 Grau de poluição

O transformador e todas as suas características técnicas devem ser garantidos para um grau de poluição não inferior ao nível III (Nível Pesado) de poluição da ABNT NBR IEC 60815/2005, com uma distância mínima de escoamento de 25 mm/kV.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 16 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

6.1.2 Frequência Nominal

A frequência nominal é de 60 Hz.

6.1.3 Tensões Disponíveis no Local da Instalação

Para realização da montagem, tratamento de óleo e ensaios do transformador e seus acessórios, estará disponível as seguintes tensões, no local da instalação:

- a) 380 V $\pm$ 10 %, 60 Hz, alternada trifásica, 4 (quatro) fios para as Subestações da EQUATORIAL MA, AL, PI, AP e GO.
- b) 220 V $\pm$ 10 %, 60 Hz, alternada trifásica, 4 (quatro) fios para as subestações da EQUATORIAL PA e RS.
- c) Tensão auxiliar de corrente contínua: 125 Vcc.
- d) Caso a montagem do transformador seja de responsabilidade do Fornecedor, e não se tenha rede elétrica adequada para realização da montagem, este deve providenciar um gerador adequado para a realização das atividades ou ligação de rede provisória junto a Concessionária.

6.1.4 Características Nominais de Tensão, Potência e Impedância de Curto-circuito

Tabela 4 – Características Nominais dos Transformadores de Potência, Grupo de ligação DYN1.

Tensões Nominais (kV)		Potência (MVA)		*Impedância de Curto-circuito (%)
Primária	Secundária	KNAN	KNAF	
34,5	13,8	5	6,25	7%
69	13,8	10	12,5	8%
69	13,8	15	20	9%
69	13,8	20	26,6	10%
69	13,8	30	40	11%
69	34,5	10	12,5	8%
69	34,5	15	20	9%
69	34,5	20	26,6	10%
138	13,8	10	12,5	8%
138	13,8	15	20	9%
138	13,8	20	26,6	10%
138	13,8	25	33,3	11%
138	13,8	30	40	11%
138	34,5	10	12,5	8%

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 17 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

138	34,5	15	20	9%
138	34,5	20	26,6	10%
138	34,5	25	33,3	11%
138	34,5	30	40	11%

KNAN - Circulação natural do óleo isolante;

KNAF - Estágio de ventilação forçada;

**Impedância na base KNAN*

Tabela 5 – Características Nominais dos Transformadores de Potência, Grupo de ligação YNYN0D1.

Tensões Nominais (kV)		Potência (MVA)		*Impedância de Curto-circuito (%)
Primária	Secundária	KNAN	KNAF	
13,8	34,5	5	6,25	7%
23,1	13,8	5	6,25	7%
69	13,8	10	12,5	8%
69	13,8	15	20	9%
69	13,8	20	26,6	10%
69	13,8	30	40	11%
69	23,1	10	12,5	8%
69	23,1	15	20	9%
69	23,1	20	26,6	10%
69	23,1	30	40	11%
138	13,8	10	12,5	8%
138	13,8	15	20	9%
138	13,8	20	26,6	10%
138	13,8	25	33,3	11%
138	13,8	30	40	11%
138	23,1	10	12,5	8%
138	23,1	15	20	9%
138	23,1	20	26,6	10%
138	23,1	25	33,3	11%
138	23,1	30	40	11%
**138	69/13,8	30	40	3,42%

KNAN - Circulação natural do óleo isolante;

KNAF - Estágio de ventilação forçada.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 18 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

**Impedância na base KNAN*

***Autotransformador 138/69/13,8 kV com terciário em delta.*

Nota 1: Os valores de impedância de curto-circuito (%) constantes nas tabelas acima devem ser confirmados pelo órgão de planejamento da Concessionária na ocasião do início do Processo de Aquisição. Para equipamentos recuperados e repotencializados e para transformadores a serem instalados em paralelo com equipamentos existentes.

6.1.5 Diagramas Fasoriais e de Ligações

O tipo de ligação para os transformadores deve ser indicado no Processo de Aquisição. Em caso de não indicado, devem ser consideradas as seguintes ligações:

- a) Para os autotransformadores e transformadores de três enrolamentos com tensão nominal primária até 138 kV:
 - Ligação: Y – Y – Δ (com neutros acessíveis na ligação estrela e com delta acessível);
 - Grupo ABNT: YNyn0d1.
- b) Para os transformadores de dois enrolamentos com tensão nominal primária até 138 kV:
 - Ligação: Δ – Y (com neutro acessível);
 - Deslocamento angular: 30° atrasado em relação às correspondentes da tensão superior;
 - Grupo ABNT: Dyn1.
- c) Para os transformadores de três enrolamentos 34,5/13,8 kV:
 - Ligação: Y – Y – Δ (com neutros acessíveis na ligação estrela e com delta acessível);
 - Grupo ABNT: YNyn0d1.

6.1.6 Derivações

Caso seja solicitada **comutação em carga**, esta deve ser instalada no enrolamento de tensão superior. No caso de **comutação sem tensão**, esta deve também ser no enrolamento de tensão superior. O número de derivações deverá ocorrer conforme a tabela abaixo:

Tabela 6 – Características das derivações.

Tensões Nominais Primárias (kV)	Comutação	Disposição
Transformadores de 138/69/34,5	Em Carga	Un + 4 x 1,25% - 12 x 1,25%
Autotransformador de 138/69/13,8		Un + 10 x 1,25% - 4 x 1,25%
Autotransformadores e Transformadores	Sem Tensão	Un + 1 x 2,5% - 4 x 2,5%

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 19 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

6.1.7 Níveis de Isolamento

6.1.7.1 Níveis de Isolamento de Enrolamentos

Os níveis de isolamento dos enrolamentos são os indicados na tabela abaixo:

Tabela 7 – Níveis de Isolamento dos Enrolamentos.

Tensão Nominal do Enrolamento (kV eficaz)	Tensão Máxima (kV eficaz)	Tensão suportável de Impulso Atmosférico (kV crista)		Tensão suportável a 60 Hz, 1 minuto e Tensão induzida de curta duração (kV eficaz)
		Pleno	Cortado	
138	145	650	715	275
69	72,5	350	385	140
34,5	36,2	200	220	70
23,1	24,2	150	165	50
13,8	15	110	121	34

6.1.7.2 Níveis de Isolamento de Terminais

Os níveis de isolamento dos terminais são os indicados na tabela abaixo:

Tabela 8 – Níveis de Isolamento dos Terminais.

Níveis de Isolamento para Terminais							
Classe de tensão do Enrolamento (kV)	Terminal de Fase					Terminal de Neutro	
	Tensão Suportável Nominal de			Tensão Induzida (kVef)	Tensão Induzida de Longa Duração (kVef)	Tensão Suportável Nominal de	
	Impulso Atmosférico Pleno (kVcr)	Impulso Atmosférico Cortado (kVcr)	à Frequência Industrial (kVcr)			Impulso Atmosférico Pleno (kVcr)	à Frequência Industrial (kVcr)
15	110	121	34	34	-	110	34
24,2	150	165	50	50	-	150	50
36,2	200	220	70	70	-	200	70
72,5	350	385	140	140	140		
145	650	715	275	275	275		

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 20 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

O padrão dos terminais de neutro são buchas diretamente aterradas para tensões nominais maiores ou iguais a 69kV. Para tensões inferiores a 69kV pode-se optar por não aterrar o terminal de neutro, devendo este terminal manter as mesmas características dos terminais de linha.

Para transformadores com terminal de neutro diretamente aterrado não é recomendável o ensaio de impulso atmosférico no terminal de neutro. Durante o ensaio de impulso atmosférico no terminal de linha, o terminal de neutro deve ser ligado diretamente à terra. Ensaio de impulso atmosférico com onda cortada não é aplicável para terminal de neutro.

6.1.8 Elevação de Temperatura

As elevações de temperatura dos enrolamentos, do óleo, das partes metálicas e de outras partes, não devem exceder os limites especificados na Tabela 1 do item 4.2 da ABNT NBR 5356-2:2007.

O transformador deverá satisfazer aos limites de elevação de temperatura correspondentes a material isolante classe E, com limite de elevação de temperatura do ponto mais quente de 80 °C.

Os transformadores devem ser projetados para que sejam utilizados de modo a permitir operação contínua em qualquer tensão de derivação, com potência nominal, com uma elevação de temperatura do enrolamento de 65°C, determinada pelo método da variação de resistência, sobre 30°C de média diária ou 40°C de temperatura máxima ambiente, de acordo com a ABNT NBR 5356-2. A elevação de temperatura do ponto mais quente do enrolamento, na condição acima citada, não deve exceder 80°C.

6.1.9 Sobrecarga e Curto-Circuito

O transformador deverá atender as condições de sobrecarga estabelecidas nas normas ABNT NBR 5356-2 e 5356-7.

6.1.10 Características de Suportabilidade a Curtos-circuitos Externos

O transformador, junto com todos os equipamentos e acessórios devem ser projetados e construídos para resistir, sem danos, aos efeitos térmicos e dinâmicos das correntes de curto-circuito externas.

As sobrecorrentes nos enrolamentos devem ser determinadas pelas impedâncias do sistema e do transformador. A duração da corrente a ser usada para o cálculo da capacidade térmica de suportar curtos-circuitos é de 2 segundos.

O maior valor admissível para a temperatura média de cada enrolamento após o curto-circuito deve ser conforme a Tabela 3 da seção 4 da ABNT NBR 5356-5:2015.

O procedimento para ensaio de curto-circuito deve seguir as seções 4.2.5 e 4.2.6 da ABNT NBR 5356-5.

Os requisitos com relação à capacidade para resistir a curtos-circuitos devem ser determinados conforme a seção 3 da ABNT NBR 5356-5.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 21 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

O transformador deve ser projetado para suportar sobrecargas de pequena duração bem como suportar os esforços provocados por curtos-circuitos, em conformidade com as normas ABNT NBR 5356-5 e NBR 5356-7.

Os equipamentos auxiliares, tais como: buchas, comutador, TC's de bucha, TC de controle do comutador, entre outros, devem suportar sobrecargas correspondentes a até uma vez e meia a potência nominal do transformador.

6.1.11 Corrente de Excitação

A corrente de excitação sem carga, à frequência e tensão nominais, não deve ser superior a 1,2% da corrente nominal.

A corrente de excitação com 110% da tensão nominal não deve ser superior a 2,5% da corrente nominal. A corrente nominal deve ser aquela medida na frequência e tensão nominais, com o comutador na posição correspondente a tensão nominal.

6.1.12 Resfriamento

O transformador deve ser fornecido com sistema de ventilação necessário para atender as potências especificadas, inclusive painel de alimentação e proteção nas seguintes condições:

- a) Quando em KNAN, com ambas as válvulas de um radiador fechadas;
- b) Quando em KNAF, com todas as válvulas dos radiadores abertas:
 - Para transformadores com mais de 04 ventiladores, deverá operar com no mínimo 02 ventiladores desligados.
 - Para transformadores com até 04 ventiladores, deverá operar com no mínimo 50% dos ventiladores desligados.

6.1.13 Operação em Paralelo

Todos os transformadores de um mesmo item da encomenda devem ser projetados para operarem em paralelo, um com o outro.

Quando o transformador for projetado para operar em paralelo com outro transformador já existente, a Concessionária deverá fornecer deste as seguintes informações:

- a) Potência nominal;
- b) Relação de transformação nominal;
- c) Relação de transformação correspondente às derivações outras que não a derivação principal;
- d) Perdas em cargas à corrente nominal já derivação outras que não a derivação principal;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 22 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

- e) Impedância de curto-circuito sobre a derivação principal e pelo menos sobre as derivações externas, se a faixa de derivações do enrolamento com derivações ultrapassar $\pm 5\%$;
- f) Diagrama fasorial, ou símbolo de ligação, ou ambos;
- g) Diagramas elétricos de comando do acionamento e esquemas de paralelismo.

A impedância do transformador deve concordar com a do transformador com o qual operará em paralelo com uma diferença máxima de 7,5%, tendo como base a potência KNAN na tensão nominal/comutador no tap principal, a 75°C.

6.1.14 Circuitos Auxiliares

Os circuitos de força e comando dos transformadores devem atender os seguintes critérios:

Tabela 9 – Tensão Nominal dos Circuitos Auxiliares.

Circuitos Auxiliares	Potencia Nominal do Transformador
Circuito de Força	3Ø-380Vca para os estados do MA, AL, PI, AP e GO ou 3Ø-220Vca para os estados PA e RS
Circuito de Comando*	125 Vcc
Circuitos de Utilidades (Iluminação, tomada e calefação)	220 Vca, monofásico ou bifásico

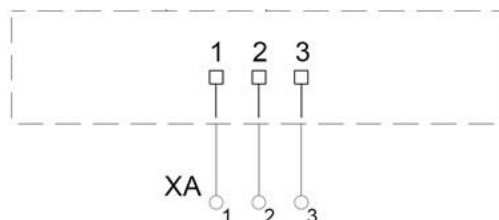
* Em casos especiais e por solicitação da Concessionária, a tensão de comando poderá ser em 220 Vca, monofásica ou bifásica.

Segue abaixo informações complementares dos circuitos em corrente alternada:

6.1.14.1 Circuito de Alimentação Externa da Ventilação Forçada

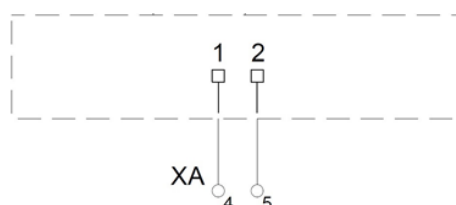
Ventilação Forçada – Circuito de Força		
REDE	FASE	LIGAR EM XA
3Ø-380Vca	R+S+T	R= XA-1; S= XA-2; T= XA-3
3Ø-220Vca	R+S+T	R= XA-1; S= XA-2; T= XA-3

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 23 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			



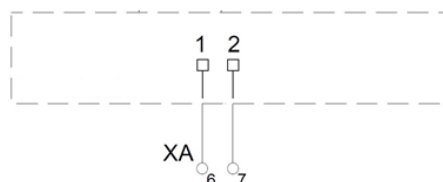
6.1.14.2 Circuito de Alimentação Externa da Resistência de Aquecimento

Ventilação Forçada – Circuito de Resistências de Aquecimento		
REDE	FASE	LIGAR EM XA
3Ø-380Vca	R+N	R= XA-4; S= XA-5
3Ø-220Vca	R+S	R= XA-4; S= XA-5



6.1.14.3 Circuito de Alimentação Externa Serviços de Utilidades

Serviços de Utilidade – Circuito de Iluminação, Calefação e Tomadas 220Vca e 127Vca (* quando existente)		
REDE	FASE	LIGAR EM XA
3Ø-380Vca	R+N	R= XA-6; N= XA-7 (220Vca)
3Ø-220Vca	R+S	R= XA-6; S= XA-7 (220Vca)
3Ø-220Vca	R+N	R= XA-6; N= XA-7 (127Vca) *



6.1.14.4 Ajustes dos Disjuntores Motores

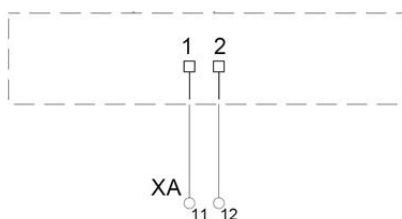
Ventilação Forçada – Ajustes dos Disjuntores Motores		
REDE	LIGAR	LIGAR EM XA

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 24 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

3Ø-380Vca	Y Y	Informar o ajuste para a tensão
3Ø-220Vca	Δ Δ	Informar o ajuste para a tensão

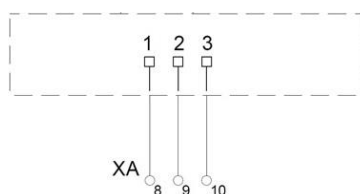
6.1.14.5 Circuitos de Alimentação Externa de Utilidades do Computador

Acionamento Motorizado – Circuito de Iluminação, Calefação		
REDE	FASE	LIGAR EM XA
3Ø-380Vca	R+N	R= XA-11; N= XA-12
3Ø-220Vca	R+S	R= XA-11; S= XA-12



6.1.14.6 Circuitos de Força Acionamento Motorizado

Acionamento Motorizado – Circuito de Força		
REDE	FASE	LIGAR EM XA
3Ø-380Vca	R+S+T	R= XA-8; S= XA-9; S= XA-10
3Ø-220Vca	R+S+T	R= XA-8; S= XA-9; S= XA-10



6.1.15 Avaliação das Perdas

Para fins de julgamento das propostas, será calculado, para cada item da compra, o custo final do equipamento, capitalizando-se para isto as perdas, mediante fórmula a seguir:

$$C_F = C_{TR} + FVA(N,i) \times T \times 1,1 \times C_E (P_{0g} + K \times P_{Cg})$$

C_F Custo final capitalizado do transformador (R\$);

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 25 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

C_{TR} Preço unitário de aquisição do transformador (R\$);

$FVA(N, i)$ Fator de valor atual de uma série de pagamentos uniformes, durante N anos, com taxa de desconto i, calculado por:

$$FVA(N, i) = \frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N}$$

N Número de anos considerados na capitalização (20 anos);

i Taxa de juros anual (12%);

T Número de horas por ano (8760 horas);

C_E Preço das perdas de energia no mês do início do processo de aquisição;

P_{0g} Perdas em vazio do transformador garantidas pelo PROPONENTE (kW);

K Constante determinada em função dos valores médios do fator de utilização, do fator de carga e do fator de perdas dos transformadores instalados no sistema elétrico da Concessionária;

P_{Cg} Perdas em carga do transformador, na base KNAF, garantidas pelo PROPONENTE (kW).

Para todos os efeitos, as perdas em carga poderão ser consideradas como sendo a diferença entre as perdas totais e as perdas em vazio declaradas pelo PROPONENTE.

Caso os valores das perdas verificadas nos ensaios de recebimento forem superiores aos valores garantidos na proposta, a Concessionária poderá aceitar ou não o equipamento, de acordo com suas conveniências. Caso o equipamento seja aceito, a Concessionária deduzirá do preço contratual a quantia correspondente às perdas excedentes, calculada pelo emprego da fórmula a seguir:

$$R_P = R_{P_0} + R_{P_C}$$

R_P Redução do preço contratual correspondente às perdas excedentes (R\$);

R_{P_0} Relação entre o valor das perdas em vazio obtida nos ensaios de recebimento e o valor das perdas em vazio garantidas na proposta. Caso o valor calculado de R_{P_0} seja menor ou igual a zero, o valor a ser considerado para esta parcela será zero.

$$R_{P_0} = P_{0med} - P_{0g}$$

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 26 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

P_{0med} Perdas em vazio do transformador verificadas nos ensaios de recebimento (kW);

R_{P_c} Relação entre o valor das perdas em carga obtida nos ensaios de recebimento e o valor das perdas em carga garantidas na proposta. Caso o valor calculado de R_{P_c} seja menor ou igual a zero, o valor a ser considerado para esta parcela será zero;

$$R_{P_c} = P_{Cmed} - P_{Cg}$$

P_{Cmed} Perdas em carga do transformador verificadas nos ensaios de recebimento (kW).

6.2 Características Construtivas

6.2.1 Projeto e Construção

O transformador deve ser projetado fabricado de acordo com práticas aprovadas e com materiais novos da melhor qualidade, incorporando os melhoramentos que a técnica moderna sugerir, mesmo quando não referidos explicitamente nesta Norma.

A construção do transformador deve permitir o transporte bem-sucedido, de maneira que, na chegada do transformador ao seu destino, ele se encontre em condições de ser colocado em operação permanente, sem necessitar de inspeção interna.

Todos os dispositivos eletrônicos inteligentes que fazem parte dos transformadores, e que enviam e recebem algum tipo de informação de controle, medição ou comando, devem ser aprovados pela Concessionária no processo de aquisição do equipamento.

6.2.2 Projeto de Transformadores até 5/6,25 MVA

Para os transformadores com potência nominal até 5/6,25 MVA, a forma construtiva dos mesmos deverá prever a capacidade para transporte dos equipamentos completamente montados, para tanto estes deverão possuir as seguintes condições:

- Reforços dos tubos de entrada e saída dos radiadores;
- Reforços do tubo de interligação entre o tanque e o rele de gás;
- Reforços na estrutura do conservador e base do mesmo;
- Proteção e fixação das buchas condensivas;
- Redução dimensional e acréscimo dos radiadores;
- Geometria calandrada para reduzir pontos de solda;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 27 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

- Reforço na fixação da parte ativa (3 pontos superior / 4 inferior);
- Reforço na fixação das bobinas, com armadura 6 pontos de cada lado, superior e inferior;
- Acréscimo de reforços verticais no tanque do transformador;
- Dimensional conforme legislação de trânsito.

A Concessionária poderá a seu critério, solicitar que essa condição de fornecimento seja suspensa para casos específicos, bastando para isso, que seja feita essa solicitação ao Fornecedor.

6.2.3 Meio Isolante

O equipamento deverá ser fornecido com óleo vegetal necessário para o enchimento inicial, acrescido de dez por cento (10%). O óleo deverá ser acondicionado em barris de aço, não retornáveis, lacrados na refinaria, contendo cada tambor uma descrição para identificar o equipamento no qual será utilizado. O custo do óleo deverá ser incluído no preço cotado.

A carga de óleo vegetal isolante a ser fornecida deverá ser isenta de DBDS e PCB's, apresentar resultado de não corrosivo no ensaio de enxofre corrosivo (NBR 10505), conter inibidor de oxidação (0,3 % de DBPC), base naftênico, tipo A, em que o mesmo será utilizado para o primeiro enchimento (impregnação / ensaios) e para o segundo enchimento (operação) acrescido de dez por cento (10%).

Os valores limites das características do óleo isolante a ser utilizado no transformador para ensaios, devem ser aqueles indicados na ABNT NBR 16518, satisfazendo seus requisitos de acordo com a classe de tensão do equipamento.

Nota 2: Como medida preventiva é uma obrigatoriedade por parte do Fornecedor, o fornecimento do laudo de execução do ensaio de enxofre corrosivo (ABNT NBR 10505:2017) e ausência de DBDS, do óleo isolante a ser fornecido, bem como a informação da marca do óleo utilizado.

6.2.3.1 Características:

O óleo isolante vegetal (éster natural) deve ser de fonte renovável (> 98% óleo vegetal, carbono neutro, não contendo derivados de petróleo, halogênios, silicone ou enxofre), reciclável e estar de acordo com os requisitos da ABNT NBR 15422 e da IEC 62770.

Não tóxico para água e solo, ensaio de toxicidade aquática e oral conforme OECD 201 ou OECD 203 ou ABNT NBR 15088.

Fácil biodegradabilidade, biodegradável em menos de 28 dias, conforme OECD 301 método B, C ou F; ou conforme EPA OPPTS 835.3100 e EPA OPPTS 835.3110.

O óleo isolante vegetal deve ser um fluido de alto ponto de combustão, classe K (ponto de combustão > 300 °C), conforme norma ABNT NBR 5356-2.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 28 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

O óleo vegetal não deve ser usado em transformadores sem sistemas de preservação de óleo (conservadores com respiro livre ou sem sistema de selagem). Todas as medidas possíveis devem ser tomadas para evitar exposição contínua e prolongada ao ar, particularmente às temperaturas de operação.

Deve cumprir com o método de estabilidade à oxidação sob as condições de envelhecimento acelerado, conforme item 4.5.1 da IEC 62770.

O Fornecedor deverá apresentar os seguintes relatórios ou certificados de ensaio do óleo vegetal:

- Ensaio de toxicidade do óleo isolante conforme item 4.4 da ABNT NBR 15422;
- Ensaios de tipo conforme Tabela 2 da ABNT NBR 15422;
- Ensaio de estabilidade a oxidação conforme item 4.5.1 da IEC 62770;
- Resultados de estudos de envelhecimento acelerado através de tubos selados e método de teste Lockie (conforme C57.100), e ter publicado em artigo técnico seus fatores de carregamento A e B da equação de Arrhenius para envelhecimento de papel isolante;
- Certificado de aprovação como fluido resistente ao fogo pela Factory Mutual Global e pela UL® como “Classified as less-flammable liquid in compliance with the ANSI/NFP 70 National Electrical Code (NEC)”.

6.2.4 Tanque

As chapas de aço devem estar de acordo com as normas ABNT: NBR 6648, NBR 6650, NBR 11888 e NBR 11889, quando aplicáveis, ou equivalentes aprovadas pela Concessionária. Os proponentes devem indicar na proposta o tipo de aço que vai ser utilizado na fabricação do tanque.

O tanque e acessórios deverão ser capazes de suportar vácuo pleno ao nível do mar e também as sobre pressões geradas por eventuais curtos-circuitos internos, sem apresentar vazamentos ou deformações permanentes. O equipamento deverá ser projetado e ensaiado quanto às solicitações de vácuo pleno, pela norma ASME Seção VIII.

O equipamento deverá ser provido de dois conectores de aterramento (bronze fosforoso) inclusos no fornecimento, em lados opostos do tanque, para cabos de cobre nú de 35 a 150 mm².

Os parafusos/estojos a serem selecionados para a fabricação do transformador, não poderão receber solda de fixação, devendo ser passantes ou fixados no próprio corpo do flange. O método escolhido deverá ser indicado no desenho de fabricação em conjunto com o projeto das juntas de estanqueidade.

O interior do tanque deve ser provido de guias para dirigir a remoção ou a entrada da parte ativa. A tampa principal deve ser projetada de forma a evitar depósitos de água sobre sua superfície externa e de modo

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 29 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

que as bolhas de ar e gases formados no interior do tanque principal dirijam-se ao relé de gás de Buchholz.

A retirada da tampa do tanque principal deve ser de forma independente do conjunto núcleo e bobina, ou seja, pode ser retirada sem que seja necessária a retirada da parte ativa. Juntas e costuras devem ser sempre soldadas. Todas as partes que utilizam juntas devem ser projetadas de maneira a permitir que na remontagem se tornem facilmente à prova de vazamento. As superfícies acopladas (flanges, tampas, etc) devem ser usinadas em ambos os lados.

O Fornecedor deve garantir a integridade das soldas, mediante a realização de ensaios não destrutivos das soldas realizadas. Os relatórios deverão compor o manual databook e serem apresentados ao inspetor na ocasião dos ensaios finais em fábrica.

As gaxetas entre superfícies metálicas devem ser de borracha sintética resistente ao óleo e adequadamente tratada para resistir ao clima tropical. O material usado deve ser descrito na proposta.

Acrescentar no projeto do tanque, suportes para fixação e aparafusamento dos flanges cegos, utilizados para fechamento das aberturas do tanque, das canalizações e partes desmontadas do transformador;

Acrescentar no projeto do tanque, suportes para fixação e aparafusamento das rodas bidirecionais, e bases de travamento do transformador.

6.2.5 Abertura de Visita

O transformador deve possuir duas aberturas de visita, com livre acesso, nos lados de alta e baixa tensão, retangular, com as dimensões mínimas de 400x600 mm, ou circular, com diâmetro mínimo de 400 mm. Caso a chave comutadora seja do tipo inserida (interna), as janelas de inspeção devem ser localizadas em frente à chave, uma de cada lado do tanque principal.

O transformador deve possuir aberturas de visita para acesso aos cabos de ligação de todas as buchas de baixa e alta tensão.

6.2.6 Abertura de Inspeção

Deve ser localizada preferencialmente na tampa de modo a permitir acesso as conexões interligadas das buchas, aos transformadores de corrente nela instalados, aos aterramentos e a outros acessórios. Estas aberturas podem ser em formato retangular ou circular nas dimensões mínimas de 150 mm x 250 mm, ou diâmetro de 200 mm, respectivamente.

6.2.7 Válvulas, Juntas e Flanges

6.2.7.1 Válvulas

O arranjo físico deverá permitir um fácil acesso a todas as válvulas.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 30 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

Serão aceitas soldas em tubos no tanque.

As válvulas deverão atender aos requisitos da NBR 12458. Todas as válvulas deverão ser esféricas, com a esfera apoiada, com os elementos internos, manopla e corpo em aço inoxidável austenítico AISI 316 e anéis de vedação em teflon, exceto onde indicado. Não serão aceitas válvulas fabricadas em bronze.

Todas as válvulas deverão ser flangeadas, com fechamento por flange adicional, provido de rosca interna, para possibilitar a conexão de mangueiras, sendo estas fechadas por bujão.

Para as funções de amostra e drenagem de óleo isolante, devem ser instaladas duas válvulas em série, tornando o conjunto mais confiável, visando minimizar a possibilidade de vazamentos.

Quando se utilizar válvulas flangeadas, os flanges deverão ser redondos, com furações radiais para uniformização dos esforços devidos aos torques de aperto indicados. Não serão aceitas válvulas com flanges quadrados.

O comutador deve possuir uma válvula com a função de amostra do óleo isolante, acessível ao nível do solo, com dimensões e características iguais as válvulas de amostra do tanque do transformador. Se necessário o Fornecedor poderá fazer ajustes acrescentando bucha de adaptação.

O equipamento deverá ser fornecido com as seguintes válvulas, sem prejuízo de outras que o Fornecedor julgue necessário acrescentarem:

- Válvula superior (tipo esfera), na lateral do tanque principal, próximo ao topo, provida de um defletor para evitar fluxo de óleo sobre os enrolamentos, para filtragem de óleo do transformador. Diâmetro de 50 mm, provida de flange, com rosca interna, redução para 40 mm, para conexão de filtro-prensa e bujão para fechamento;
- Válvulas (tipo esfera), na face oposta, posicionada na parte inferior do tanque, para drenar o tanque principal completamente. Diâmetro de 50 mm, provida de flange, com rosca interna, redução para 40 mm, para conexão de filtro-prensa e bujão para fechamento;
- Válvula (tipo esfera) para enchimento através do conservador de óleo: Diâmetro de 50 mm, provida de flange, com rosca interna, redução para 40 mm e bujão para fechamento;
- Válvula (tipo esfera) para drenar o compartimento do conservador de óleo: Diâmetro de 40 mm, provida de flange, com rosca interna e bujão para fechamento;
- Válvulas (tipo esfera) para separação do relé detector de gás tipo Buchholz e do dispositivo de proteção de variação súbita de pressão do comutador (uma antes e outra depois de cada dispositivo): Diâmetro a critério do Fornecedor;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 31 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

- Válvula (tipo esfera) de retirada de amostra de óleo, posicionada na parte inferior do tanque, ao lado da válvula inferior de drenagem. Diâmetro de 15 mm, provida de flange, com rosca interna e bujão para fechamento;
- Válvulas superiores e inferiores, de fechamento para cada radiador, (tipo borboleta, com indicação "aberta-fechada", com vedação metálica, vedação tripla no eixo da válvula e fechamento de giro de 90°). Diâmetro a critério do Fornecedor.
- Válvulas ou bujões para drenar os radiadores (uma válvula ou bujão de dreno e uma de respiro para cada radiador): Diâmetro a critério do Fornecedor.

Nota 3: Utilizar válvulas com proteção contra vazamento no eixo (tampa com o-ring). Estas válvulas não necessitam, obrigatoriamente, suportar as condições de pressão especificadas no item anterior.

- Válvulas (tipo esférica), para conexão do equipamento de monitoramento de gases e umidade do transformador (uma de entrada e outra de saída de óleo). Diâmetro a critério do Fornecedor;
- Válvula (tipo esfera) para retirada do gás acumulado no relé Buchholz através de derivação acessível do solo;
- Válvula (tipo esfera) de drenagem do comutador de derivações em carga: Diâmetro de 25 mm, provida de flange, com rosca interna e bujão de fechamento';
- Válvula (tipo esfera) de enchimento e drenagem do conservador do comutador de derivações em carga: Diâmetro 50 mm, provida de flange, com rosca interna, redução para 40 mm.

6.2.7.2 Juntas e gaxetas

Especificação das juntas e gaxetas:

- Todas as juntas deverão ser de PTFE (ref. Tealon TF 1574, da Teadit). Os o-rings poderão ser fornecidos em borracha nitrílica.

As juntas das aberturas de visita e de inspeção das buchas e outras ligações aparafusadas, devem ser projetadas de modo a evitar que as gaxetas sejam expostas ao tempo e devem ser providas de calços a fim de evitar o seu esmagamento por aperto excessivo.

Com exceção da tampa principal, as demais gaxetas instaladas devem ser do tipo sem emendas.

A água da chuva sobre a tampa não deve chegar a atingir as gaxetas, pelo empoçamento ou por eventual lamina d'água que se forme na tampa.

6.2.8 Núcleo

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 32 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

O núcleo magnético deverá ser construído com chapas de aço-silício de cristais orientados, laminadas a frio, de baixas perdas específicas e elevada permeabilidade magnética. As chapas deverão ser perfeitamente planas, livres de impurezas e de rebarbas após o corte nas dimensões definitivas. O núcleo deverá ser aterrado ao tanque, conforme norma ABNT NBR 9368.

Devem ser previstos meios mecânicos que impeçam o afrouxamento das lâminas provocado pelas vibrações. O núcleo deve ser dotado de olhais e outros dispositivos adequados ao içamento do conjunto núcleo-bobinas, independentemente da tampa principal.

Os transformadores, independentemente de sua potência nominal, deverão ser fornecidos com caixa de inspeção de aterramento (núcleo e armadura), com ligação de fácil desconexão e acessível externamente, sem a necessidade de baixar o nível do óleo do tanque do transformador, conforme item 9.4.6 da NBR 5356-1:2007. Para as potências iguais ou superiores a 10MVA (KNAN), essa caixa deverá estar localizada na tampa superior. Não serão aceitos transformadores, com aterramentos inacessíveis, ligados internamente.

As peças e/ou dispositivos de fixação do núcleo/enrolamentos devem ser realizados através de contagem com material isolante (Fibra termo contrátil), visando diminuir eventuais pontos de descargas internas. Todos os calços isolantes devem ser de fibra de vidro, visando o aumento da vida útil e, melhoria do sistema de prensagem e suportabilidade de esforços mecânico provenientes de eventuais curtos-circuitos.

Todas as porcas, parafusos e braçadeiras devem ser travados, de tal forma que, não se soltem por vibrações resultantes do transporte e operação.

6.2.9 Enrolamentos

Os enrolamentos devem ser de cobre eletrolítico, projetados e construídos de forma a resistir, sem sofrer danos, aos efeitos mecânicos e térmicos causados por curtos-circuitos e sobrecargas aplicados aos seus terminais.

Todas as ligações internas permanentes devem ser soldadas, com método e soldadores devidamente qualificados. Alternativamente, podem ser aceitos outros métodos de conexão, desde que os operadores e métodos sejam qualificados, ficando a critério da Concessionária a exigência de nova bateria de qualificação.

Qualquer conexão aparafusada, quando não houver acesso a ambos os lados, deve ser provida de dispositivos que impeçam o afrouxamento pelo lado não acessível.

Se especificado com religação de tensão, todos os blocos terminais devem ter as partes vivas submersas no óleo e localizadas de maneira a permitir que qualquer religação possa ser feita através da vigia de inspeção com a remoção de uma “quantidade mínima de óleo”.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 33 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

A secagem da parte ativa de transformadores de classe de tensão igual ou superior a 36,2 kV deve ser efetuada, obrigatoriamente, através do processo “vapour-phase”, sem comprometer o valor mínimo de Grau de Polimerização do papel.

O papel a ser utilizado no transformador deve ser termo estabilizado, classe E 120 °C, e deverá permitir a potência máxima contínua do transformador, sem qualquer redução de sua expectativa de vida, quando o mesmo for previsto para operar com uma elevação de temperatura de 65°C, conforme ABNT NBR 5356-7.

A fim de permitir o monitoramento do envelhecimento do papel, através do ensaio de grau de polimerização ao longo da vida útil, todos os transformadores devem ser fornecidos com, no mínimo, 10 amostras (corpos-de-prova) do papel isolante utilizado. Essas amostras devem ser colocadas internamente na parte superior, próximas às aberturas de inspeção ou visita, imersas no óleo isolante e possuir dimensões mínimas de (10 x 2) cm.

Após a conclusão do tratamento da parte ativa e de todos os ensaios do equipamento, e antes do seu embarque, o Fornecedor deve realizar a medição do grau de polimerização do papel isolante devendo os resultados serem fornecidos juntamente com o relatório de ensaios do transformador, onde não serão aceitos valores inferiores a 1.000 monômeros de glicose.

6.2.10 Radiadores

A espessura mínima das chapas dos radiadores deve estar de acordo com as normas ABNT NBR 5356-1, NBR 5906 e NBR 5915, e estes devem ser ensaiados conforme a NBR 5356-1.

O resfriamento do óleo deve ser feito por radiadores do tipo removível, montados lateralmente no transformador. A fixação dos radiadores no tanque deve ser feita por meio de flanges adequados e cada radiador deve ser provido de bujões inferiores e superiores para enchimento e esvaziamento do óleo. Os radiadores devem ser construídos de tal forma que possam suportar vácuo pleno ao nível do mar.

Entre as tomadas de óleo do tanque e os flanges de montagem dos radiadores devem ter válvulas apropriadas à vedação do óleo, permitindo a remoção dos radiadores sem necessidade de esvaziamento do tanque e ter indicação de posição (“ABERTA” e “FECHADA”) bem visível.

6.2.11 Buchas e Terminais

6.2.11.1 Generalidades

Os terminais dos enrolamentos, inclusive o neutro, devem ser levados para fora do tanque por meio de buchas estanques ao óleo, impermeáveis à umidade e inalteráveis pelas condições normais de funcionamento do transformador. Os níveis de isolamento das buchas devem ser iguais ou superiores aos níveis de isolamento dos enrolamentos correspondentes.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 34 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

A corrente nominal de cada bucha deve ser adequada às potências nominais do transformador, bem como às sobrecargas e potências adicionais especificadas, dentro dos limites de elevação de temperatura permissíveis.

As buchas devem estar de acordo com as normas aplicáveis e projetadas para suportarem arco ou descarga momentânea, e vácuo pleno sem danos às juntas de vedação ou quaisquer outras partes.

Os afastamentos mínimos entre as buchas, tanto primárias quanto secundárias, com tensão nominal ≥ 69 kV, devem seguir o item 16, tabela 6 da NBR 5356-3. Já para as buchas $\leq 34,5$ kV devem possuir afastamento mínimo de 600 mm. Para situações excepcionais, deve haver um acordo entre as partes.

A identificação, localização e demais detalhes das buchas devem obedecer ao item 7.1 da NBR 5356-1:2007.

Os terminais das buchas devem ser tipo barra chata em cobre estanhado, padrão 4 (quatro) furos NEMA, fixados pelas bases em pinos conforme normas ABNT. Os terminais devem ser construídos de modo que não possam girar com a porca.

A bucha da fase central do lado de AT deverá ficar centralizada com o núcleo do transformador.

6.2.11.2 Buchas Padronizadas

As buchas do primário e secundário dos transformadores de potência devem ser fornecidas com as seguintes características:

Tabela 10 – Características das Buchas Padronizadas.

Tensão Nominal (kV)	Potência (MVA)	Características (tipo, fabricação)
138 (AT)	Até 50	Condensiva, tipo GOB 650 170 kV – 1250 A L6 480 mm, fabricação ABB
69 (AT e BT)	Até 50	Condensiva, tipo GOB 380 100 kV - 800 A L6 240 mm, fabricação ABB

As buchas capacitivas deverão ser fornecidas com dispositivo adaptador do tap capacitivo para teste de capacitância e tangente delta off-line em campo.

6.2.11.3 Protetores de Buchas

Todas buchas isolantes, inclusive as de neutro, nas classes de tensão de 15 a 36,2 kV devem vir providas de protetores do tipo removíveis, adequados às suas respectivas classes de tensão, para isolar a conexão da terminação da bucha com os cabos de entrada ou saída do equipamento, com o objetivo de evitar contato de animais. O protetor deve ser não descartável, deve possuir uma passagem para o cabo e abertura lateral para evitar a desconexão do cabo na sua instalação ou desinstalação. Deve possuir

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 35 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

distanciadores (do protetor à bucha) de forma a facilitar o escoamento de água e não permitir o acúmulo de água em seu interior. O material deste protetor deve ser resistente aos raios ultravioleta e suportar pelo menos 10 graus centígrados. Para as buchas dos enrolamentos terciários, que forem curto-circuitadas e aterradas, não será necessário a aplicação dos protetores.

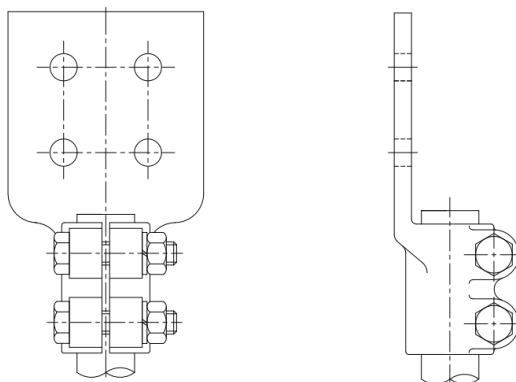
O protetor, depois de instalado, não deve permitir contato de animal capaz de provocar curto-circuito entre fase e terra.

O Fornecedor deve apresentar na sua proposta as características mecânicas, físicas e elétricas, tipo e Fornecedor do protetor a ser fornecido com o equipamento, sujeito à aprovação prévia da Concessionária.

6.2.11.4 Terminais

Para as buchas classe de tensão maior ou igual 72,5 kV, para as conexões das buchas condensivas das fases do transformador, as mesmas devem vir com conector terminal pino liso 30 mm de diâmetro, com chapa com 4 furos NEMA, em liga de cobre estanhado. Os parafusos, porcas e arruelas devem ser em aço galvanizado a fogo.

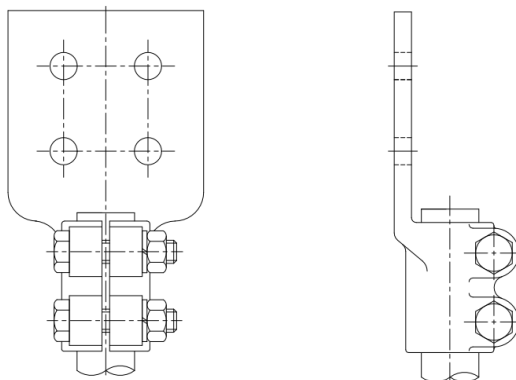
DESENHO 1 – Detalhes Conector Chapa para Pino Liso.



Para as buchas classe de tensão inferiores a 72,5 kV, para as conexões das buchas solidas das fases do transformador, as mesmas devem vir com conector terminal pino roscado, diâmetro de acordo com as dimensões da bucha, com chapa com 4 furos NEMA, em liga de cobre estanhado. Os parafusos, porcas e arruelas devem ser em aço galvanizado a fogo.

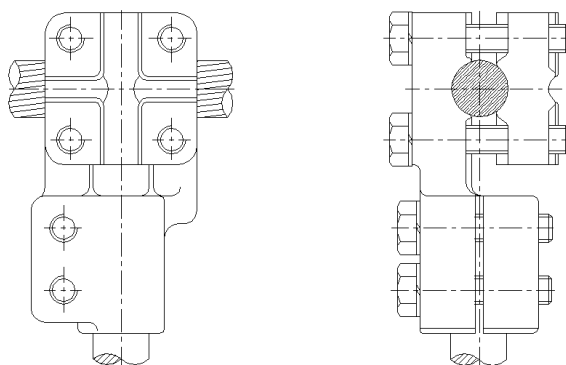
	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 36 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

DESENHO 2 – Detalhes Conector Chapa para Pino Roscado.



Para as conexões das buchas de neutro e terminais terciários que alimentam cargas, as mesmas devem vir com conector terminal, em liga de cobre estanhado, do tipo pressão, pino roscado, diâmetro de acordo com as dimensões da bucha, para conexões de cabo de 35 a 150mm². Os parafusos, porcas e arruelas devem ser em aço galvanizado a fogo.

DESENHO 3 – Detalhes Conector de Cabo Pino Roscado.



Para os transformadores em que o enrolamento de terciário, tenha a função de estabilização e compensação de harmônicos, as buchas deverão estar acessíveis externamente, curto-circuitadas e aterradas com barramento de cobre, sem a utilização de terminais.

6.2.12 Conservador de Óleo

6.2.12.1 Tanque

Deve suportar vácuo pleno. O sistema deverá incluir o conservador de óleo do tanque do equipamento contendo um selo óleo-ar, consistindo de bolsa e dotado de um secador de ar a sílica-gel, o qual manterá comunicação entre a atmosfera e o espaço no interior da bolsa destinada a compensar a variação de volume do óleo isolante.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 37 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

O conservador deve possuir tampa para inspeção e limpeza, olhais para içamento e, na sua parte inferior, um rebaixo com válvula de drenagem.

O tubo de ligação entre o tanque e o conservador deve possuir dois registros de fechamento rápido com válvulas esféricas e flanges. O arranjo deve permitir a fácil remoção do conservador.

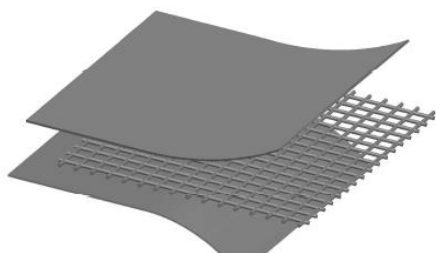
Nota 4: Enviar desenhos/documentos e memória de cálculo para aprovação, que comprovem o funcionamento e proteção da estrutura metálica (tanque) do transformador durante um curto-circuito interno.

6.2.12.2 Bolsa

A bolsa deverá ser construída de tela com camadas externas de borracha nitrílica intercalada com elastômero. A face interna, com função de impermeabilizante, deverá ter uma barreira de material resistente ao nitrogênio, ozônio e demais agentes atmosféricos. Os materiais empregados não deverão sofrer deterioração pelo contato com o óleo quente. A tela deverá ser reforçada internamente nos pontos de contato com o indicador de nível de óleo para evitar a perfuração da bolsa. A bolsa deverá ser fornecida com detector de rompimento ótico-capacitivo.

A vida útil da bolsa deverá ser igual ou maior do que a vida útil do equipamento (40 anos).

Todas as informações técnicas tais como dimensões, capacidade e materiais necessários para aquisição de uma nova bolsa em uma eventual substituição, devem vir identificados no projeto.



As características mínimas a seguir deverão ser atendidas:

Tabela 11 – Características da Bolsa do Conservador de Óleo.

Espessura total	2 mm
Resistência à perfuração	65 daN
Resistência torção	300 daN/5 cm
Ruptura a elongação por torção	20%

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 38 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

6.2.12.3 Sensor Ótico

Fornecimento e instalação de sensor que detecta a ruptura da bolsa ou membrana, instalado no conservador de óleo, visando evitar a contaminação do transformador com umidade e oxigênio.

Deverá atender as seguintes características mínimas:

- Princípio de funcionamento ótico por reflexão/refração;
- Conjunto composto de no máximo dois componentes, sendo um sensor que deve ser montado sobre a membrana ou dentro da bolsa de borracha (lado do ar) e uma unidade de controle que deve ser montada no painel do transformador em trilho tipo DIN;
- A unidade de controle deverá possuir um relé para alarmes com contato NA ou NF, reversível pelo usuário através de jumper;
- A unidade de controle deverá possuir indicação visual para as condições da bolsa/membrana e condições de funcionamento do dispositivo;
- Tensão de alimentação 38 a 265 Vcc/Vca; 50/60Hz;
- Temperatura de Operação da Unidade de controle -40 a +85°C;
- Temperatura de Operação do Sensor -40 a + 100°C.

6.2.13 Comutador de Derivações em Carga

6.2.13.1 Generalidades

O comutador deverá ser projetado de acordo com a norma ABNT NBR 8667 e deverá suportar esforços impostos por curto-circuito externo, sob as condições mais desfavoráveis.

Além disso, deverá ser única e exclusivamente com mecanismo de chaveamento através de ampola de vácuo, estas que deverão ser fabricadas pelo mesmo fabricante do comutador de derivação em carga.

O mecanismo deverá ser projetado para completar com sucesso uma mudança de derivação durante o curto-circuito máximo a que estiver sujeito, caso esta mudança já tenha sido iniciada.

A chave comutadora deverá ser instalada no primário do transformador, sendo montada no meio do enrolamento, não se admitindo a sua montagem na extremidade.

A chave seletora e a chave comutadora devem ser providas de reator ou resistor para redução da tensão do arco devido ao fechamento e a abertura dos contatos a sobrecargas e curto-circuito.

O Fornecedor deve explicitar o número de operações mínimas garantidas pelo comutador, além das demais características técnicas.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 39 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

O pré-seletor e o seletor de derivações poderão estar localizados preferencialmente dentro do compartimento do comutador com óleo próprio, e deverá ser garantida, no mínimo, um milhão (1.000.000) de operações.

Deverá ser garantida uma vida útil dos contatos para um mínimo de 500.000 operações a plena carga.

Deverá ser também garantido um mínimo de 300.000 operações a plena carga, sem que haja necessidade de reparo, substituição de peças, limpeza ou qualquer tipo de revisão na chave de carga.

Todas as tubulações externas ao transformador devem ser projetadas de modo a não dificultarem a retirada da chave comutadora.

O mecanismo de operação a motor deve ser alojado em caixa metálica, a prova de intempéries, provida de porta com guarnições de borracha, com trinco e fechadura tipo “Yale”. O grau de proteção do invólucro é no mínimo IP-55 (ABNT NBR IEC 60529).

O comutador deverá ser operado por sinal de curta duração. A operação deverá ser completada, seja o sinal mantido ou não. O controle do comutador deverá ser passo a passo, ou seja, a manutenção do sinal durante o tempo requerido para uma operação não deverá comandar uma segunda operação.

Uma operação, após iniciada, deverá ser completada mesmo quando houver uma interrupção no suprimento dos serviços auxiliares.

As características do comutador sob carga não poderão limitar a potência do transformador, inclusive em relação aos requisitos de sobrecarga, desta especificação e item 5.2 da NBR 5356-1.

6.2.13.2 Principais Componentes do Comutador

O comutador de derivações em carga deve incluir os seguintes elementos:

- Chave comutadora, equipada com corta-arcos;
- Mecanismo de operação motorizado com dispositivo de controle automático e proteção;
- Indicador de posição do comutador, visível externamente;
- Contador de operações com totalizador;
- Manivela ou volante para operação manual do mecanismo, com bloqueio elétrico e/ou mecânico, com dispositivo que impeça a operação do mecanismo pelo motor, quando a manivela estiver engatada;
- Disjuntor geral com proteção termomagnética, para o circuito de alimentação;
- Contatores de partida e reversão do motor;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 40 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

- Acionamento por motor, alimentado por fonte externa, trifásica religável para 380 Vac e 220 Vac entre fases, 60 Hz, sendo que o circuito de alimentação/proteção deste motor deve prever os dois níveis de tensão;
- Conjunto de contatos secos para controle de paralelismo entre equipamentos;
- Conjunto de contatos secos, para indicação remota de posição do comutador, a ser ligado à matriz de diodos;
- Chaves-limite, mecanicamente operadas, e travas mecânicas para impedir o percurso do mecanismo além das posições extremas;
- Chave seletora de três posições "LOCAL-DESLIGADO-REMOTO";
- Botões para as operações locais de "ELEVAR", "DIMINUIR" e de "PARADA DE EMERGÊNCIA", com lâmpada de indicação;
- Relés auxiliares, chaves magnéticas, blocos terminais, aquecedor com termostato, iluminação, etc;
- Proteções dos circuitos feitas por disjuntores termomagnéticos com contatos para sinalização e alarme;
- Poço para instalação de uma unidade de sensor de temperatura PT 100, na caixa ou tampa da chave magnética do comutador;

6.2.13.3 Comutador Sem Tensão

Quando solicitado no processo de aquisição, o transformador deve ser provido de um comutador de derivações para operação manual com o transformador desenergizado. O comutador deve ser de construção sólida e provido de mecanismo externo, localizado fora do tanque, para operação manual com manivela acessível ao chão (aproximadamente 1,5 m).

O comutador deve operar sem carga e sem tensão, ter comutação simultânea nas fases e contatos eficientes em todas as posições e o mecanismo de operação deve prever dispositivo para evitar operação não autorizada do comutador e travar em qualquer posição indicada na placa de identificação.

Quando não houver indicação no processo de aquisição, o comutador sem tensão deve ser instalado no enrolamento de tensão superior.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 41 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

O comutador deve ser provido de indicador de posição bem visível localizado de modo a permitir operação e inspeção, sem que o operador tenha que se aproximar perigosamente das partes energizadas.

Deve ser previsto um cadeado no comutador para evitar a mudança de derivação por pessoa não habilitada.

Todo o conjunto do mecanismo e chave comutadora sem tensão deve ser montado na parte superior do tanque principal de modo que se possa inspecionar e fazer manutenção no mesmo através da janela de inspeção exclusiva para este fim, sem que seja necessária a retirada do núcleo/bobina.

6.2.13.4 Religação do Transformador

Essa opção, quando solicitada, deverá possibilitar a religação do transformador, podendo ocorrer no enrolamento primário e/ou no secundário. O conjunto deverá suportar os mesmos níveis de tensão, sobrecargas e condições de curto-circuito do transformador,

As conexões para a religação deverão montadas em formato do tipo “painel”, imerso em óleo isolante no mesmo compartimento da parte ativa e em local de fácil acesso para executar a religação, visando nesta ocasião a movimentação do menor volume de óleo possível.

As ligações do painel de conexões deverão ser por meio de barramentos rigidamente montados e aparafusados com porcas sextavadas e contra porcas que impeçam o afrouxamento, as conexões deverão estar indicadas na placa do transformador.

Todas as peças deverão ser fabricadas em cobre, a forma construtiva e a disposição dos barramentos, das barras roscadas e das porcas sextavadas, deverão ser projetadas de forma a possibilitar a execução da religação sem a retirada completa das porcas e/ou separação de barras individuais fora do conjunto, de forma a evitar a queda destas para o interior do transformador.

O fornecimento deverá contemplar também uma chave sextavada para troca do nível de tensão, fabricada em aço inoxidável austenítico AISI 316, adequada para a forma construtiva do painel de religação do transformador.

6.2.14 Sistema de Resfriamento

6.2.14.1 Radiadores

Os radiadores deverão ser galvanizados a fogo.

Os radiadores deverão receber numeração sequencial a qual deverá constar ao lado dos flanges no radiador e tanque conforme desenho de arranjo físico e o Fornecedor deve indicar em local apropriado e de forma indelével a capacidade de óleo isolante no corpo do radiador.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 42 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

O sistema de resfriamento deverá ser projetado de modo a assegurar que a retirada de serviço de um radiador, o transformador funcionará sem que sejam excedidos os limites de elevação de temperatura, durante a operação à tensão nominal em qualquer estágio.

Os radiadores deverão ser removíveis, com válvulas para conexão com o tanque dotadas de flanges soldados, providos de olhais para içamento, e projetados de modo a resistirem às mesmas condições da pressão e vácuo especificados para o tanque. Deverão ser localizados preferencialmente em partes externas para facilitar o acesso e eventual remoção.

6.2.14.2 Equipamento de Ventilação Forçada

O transformador deve ser fornecido com 1 estágio de ventilação forçada, conforme estabelecido no processo de aquisição.

Cada moto-ventilador deverá possuir indicação do sentido de rotação, fluxo e estágio de ventilação, além de rolamentos blindados e grau de proteção IPW55.

Os moto-ventiladores deverão ser removíveis, independentes e protegidos por grades em aço Galvanizado (com grau de proteção conforme ABNT NBR IEC 60529), para evitar contatos acidentais. Devem ser fixados aos radiadores por meio de tirantes de aço galvanizado por imersão a quente, com vazão livre aproximada de 3,25 m³/s.

Os motores trifásicos devem ser à prova de tempo, religáveis para tensões 380 Vac e 220 Vac entre fases, frequência 60 Hz, potência nominal 0,75 kW, 06 polos e classe “F”, sendo que os mesmos deverão ser protegidos por disjuntores termomagnéticos com contatos auxiliares para sinalização de posição e alarme, sendo que o circuito de alimentação/proteção deste motor deve prever os dois níveis de tensão; A caixa de ligação do motor deverá estar em posição de fácil acesso, e possuir terminais fixos para a conexão dos cabos de alimentação.

Os motores deverão possuir resistência interna de aquecimento, com potência mínima de 10W, as quais deverão ser acionadas quando os motores estiverem desligados. Deverão possuir terminais para ligação fixos, semelhantes aos de alimentação do motor, a caixa de ligação deverá estar dimensionada adequadamente para estas conexões.

Deverão ser previstas facilidades para as seguintes sinalizações remotas:

- Subtensão no circuito de comando;
- Atuação dos dispositivos de proteção de motores;
- Falta de tensão no circuito de força;
- Equipamentos de refrigeração ligados;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 43 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

- Falha nos equipamentos de refrigeração.
- Falha nos equipamentos de refrigeração, na possibilidade de pelo menos um dos motoventiladores estar impossibilitado de operar, desde que tenha alimentação no circuito de comando da ventilação forçada;
- Equipamentos de ventilação forçada ligados.

Os moto-ventiladores devem ser montados na posição lateral dos radiadores e nunca na sua parte inferior, para não reter água.

Devem ser previstos meios de evitar vibrações decorrentes do funcionamento dos moto-ventiladores.

A entrada em operação automática dos moto-ventiladores deve ser comandada pela temperatura do óleo ou corrente dos enrolamentos de baixa tensão, através dos contatos do rele de monitoramento do transformador.

Devem ser previstas formas de acionamento manual, automático e remoto do sistema de ventilação forçada.

Deve ser prevista proteção contra sobrecorrentes e falta de fase para os motores dos ventiladores.

Os condutores de alimentação dos motores devem ser de cobre flexível, isolados para 750V do tipo chama não propagante, corretamente dimensionados.

6.2.15 Transformadores de Corrente de Bucha

O transformador de potência deve ser fornecido com transformadores de corrente para proteção e medição, instalados nas buchas de neutro e nas buchas de fases. Os mesmos deverão atender ao estabelecido na norma NBR 6856 e fabricados e ensaiados de acordo com as últimas revisões das normas ABNT.

Deverão ser previstos um transformador de corrente para proteção para cada bucha de alta e dois transformadores de corrente de proteção e um de medição para cada bucha de baixa, de múltiplas correntes, com corrente nominal primária dimensionada pela maior corrente circulante no enrolamento (com potência máxima, considerando o estágio de ventilação forçada, e o comutador do tap nominal) e a mínima em aproximadamente 30% da corrente em potência KNAN.

Quanto as caixas de conexão dos terminais de ligação dos TC's, deverão possuir carcaça, corpo e tampa em material não magnético, com pintura de acabamento na cor cinza Munsell N6.5, o conjunto deverá possuir elementos de fixação em aço inoxidável austenítico AISI 316 e suportar grau de proteção IP67.

A taxa de utilização dos bornes de ligação das caixas de conexão, deverá ser dimensionada de forma a ficar na faixa de 50 a 75% dos bornes disponíveis, em cada uma das caixas previstas, permitindo assim melhor organização e acomodação dos cabos de TC's.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 44 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

Os bornes de ligação deverão ser para conexão do tipo olhal, material em latão, com bitola para cabos de 4mm², com capacidade de condução de corrente para até 25A, em corrente contínua e tensão de isolamento para até 3,5 kV, em 60 Hz, contra terra por 1 minuto. Os terminais deverão possuir vedação adequada ao óleo isolante, com alto grau de resistência e durabilidade.

As caixas de conexão dos terminais de ligação dos TC's, deverão estar posicionadas em locais que propiciem o acesso para inspeção dos bornes de ligação, viradas no lado interno da tampa do transformador, de modo a não serem obstruídas pelas faces dos radiadores.

O transformador da bucha de neutro deve ter múltiplas correntes, sendo as correntes do primário de 150 até 600 A e do secundário 5 A. Os transformadores de corrente devem atender as seguintes características elétricas:

Tabela 12 – Características Técnicas dos Transformadores de Corrente.

Classe de tensão do TC	15 KV	24,2 KV	36,2 KV	72 KV	145 KV
Fator Térmico Nominal	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Classe de Exatidão (proteção)	50VA 10P20	50VA 10P20	50VA 10P20	50VA 10P20	50VA 10P20
Classe de Exatidão (medição)	12,5VA0,3 ou 12,5VA0,6	12,5VA0,3 ou 12,5VA0,6	12,5VA0,3 ou 12,5VA0,6	50VA0,3 ou 50VA0,6	50VA0,3 ou 50VA0,6
Corrente Suportável de Curta Duração	75 x In	75 x In	75 x In	31,5 kA	20 kA

6.2.16 Painel Local de Controle e Proteção

Todas as conexões dos terminais secundários dos transformadores de corrente tipo bucha, relés de monitoramento do transformador, indicadores de nível de óleo do comutador e do transformador, relés Buchholz etc, deverão ser instalados em um único armário, fabricado em chapa de aço, a prova de tempo e poeira, com o fundo no mínimo 300 mm do plano de apoio do transformador sem rodas e com grau de proteção IP-55, conforme ABNT NBR IEC 60529, instalado em suportes no tanque do transformador e em posição acessível.

Esse armário deverá ser instalado em posição acessível e sempre que possível, no lado de baixa tensão, e ser à prova de intempéries, ter no mínimo grau de proteção IP-55, conforme NBR IEC 60529.

Deverá ser provido de portas com fechaduras, tomadas, iluminação interna com comando através de chaves fim de curso, acionadas pela porta e de resistências de aquecimento comandadas por termostato instalado no próprio armário.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 45 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

Uma placa metálica contendo o diagrama de fiação correspondente deverá ser fixada na parte interna da tampa.

Deverão ser utilizados eletrodutos de aço galvanizado a fogo para abrigar os cabos de interligação dos dispositivos instalados no transformador até os seus respectivos armários.

As régua terminais dos armários deverão estar localizadas na parte inferior dos mesmos para facilitar a execução das conexões.

O armário dos circuitos auxiliares deverá ser provido de dispositivo antivibração para a conexão do mesmo ao corpo do transformador.

O Fornecedor deverá projetar as dimensões do armário dos circuitos auxiliares de forma a existir espaço suficiente para a realização dos serviços de manutenção, assim como também a identificação dos equipamentos e de toda a fiação deverá ser de fácil visualização.

A fiação deverá estar inserida em canaletas plásticas tipo perfuradas com tampas, confeccionadas em material antichama. A taxa de utilização de cada canaleta deve ser de no máximo 75% da área útil, permitindo assim melhor organização e acomodação dos cabos.

As interligações devem sempre ser feitas entre os bornes de cada equipamento ou entre os bornes do equipamento e a régua de bornes terminais, não sendo admitidas derivações ou emendas.

A Concessionária durante a fase de aprovação dos desenhos de fabricação poderá solicitar a substituição do armário dos circuitos auxiliares para um armário com dimensões maiores.

As plaquetas de identificação dos componentes e dispositivos internos do painel, devem ser confeccionadas em policarbonato ou acrílico transparente, com letras brancas em baixo relevo e pintura de fundo na cor preta, posicionadas em locais visíveis e próximas de cada equipamento, porém não diretamente sobre eles.

6.2.17 Sistema de Monitoramento do Transformador

Esse sistema tem por função realizar o monitoramento/controle completo do transformador o qual estima a temperatura do óleo (função 26), temperaturas dos enrolamentos (função 49) do transformador segundo normas como a IEEE C57.91:1995 e NBR 5416/1997, regulação de tensão (função 90) atuando no comutador sob carga (OLTC), indicação de tap e sua atuação em esquemas de paralelismo, controle e acionamento da ventilação forçada (Relé SEL2414, SEL2440 e SEL2505 ou similares desde que homologados pela Concessionária).

Também executa o monitoramento e controle das sinalizações e proteções intrínsecas do transformador, faz a automação programável com entradas e saídas digitais do mesmo, além de módulo de I/O remoto com oito entradas digitais, oito saídas digitais e uma porta de comunicação de fibra óptica.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 46 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

Estima a perda de vida do transformador.

Informações técnicas para instalação do sistema de monitoramento:

- a) Os relés já devem vir totalmente montados no painel do transformador;
- b) Os reles devem possuir tensão de alimentação de 125 Vcc;

6.2.17.1 Monitoramento da Temperatura do Óleo e Enrolamento

Para o monitoramento de temperatura considerar as características mínimas a seguir:

- Três entradas autocalibradas para sensores Pt100, 02 para temperatura do topo do óleo e 01 para medição da temperatura ambiente;
- Preparado para medição redundante de temperatura do topo do óleo, com 2 sensores Pt100;
- Preparado para medição da imagem térmica do enrolamento secundário do transformador;
- Uma entrada de medição de corrente de carga com TC externo clip-on, faixa universal 0-10A;
- Cálculo de temperatura do ponto mais quente do enrolamento (hot-spot);
- Controle de resfriamento forçado preparado para expansão a até 4 grupos, com alternância por tempo de operação dos grupos;
- Acionamento automático da ventilação por percentual de carga, com histerese ajustável;
- Função de exercício periódico automático dos ventiladores;
- Acionamento temporizado dos grupos de ventilação em caso de falta de alimentação;
- Relés de trip por temperatura do óleo e enrolamento com dupla segurança no acionamento;
- Controle simultâneo por 2 microcontroladores e acionamento por sinal alternado;
- Preparado para monitoração do diferencial de temperatura instantâneo do comutador sob carga, de forma a manter intercambiabilidade com outro sensor caso haja necessidade;
- Preparado para monitoramento do diferencial de temperatura filtrado do OLTC, com filtro ajustável, de forma a manter intercambiabilidade com outros sensores caso haja necessidade;
- Ajuste automático de alarmes por diferencial instantâneo e filtrado, com tempo programável;
- Mínimo de oito relés para alarmes e trips por temperaturas do óleo e enrolamento, controle de resfriamento, alarme do comutador e autodiagnóstico;
- No mínimo duas saídas em loop de corrente mA programáveis, para temperatura do óleo e enrolamento.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 47 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

Deve ser prevista a entrada de corrente através de um TC de bucha, próprio para esse fim, que deve ser instalado na bucha X2.

O controle da temperatura no modo automático, deverá ser feito pelo rele de monitoramento, que acionara a ventilação forçada, resfriando o óleo isolante que circula nos radiadores.

6.2.18 Comando do Comutador

Os dispositivos de controle automático e demais dispositivos de controle, proteção e sinalização são instalados em compartimentos próprios do painel local de controle e proteção do transformador.

Para todos os transformadores, o comando automático do comutador inclui regulação de tensão, digital, monitorando sua operação, indicação de tap e sua atuação em esquemas de paralelismo. Possuindo os seguintes requisitos básicos:

- a) Para permitir o comando automático deverá ser fornecido o relé regulador de tensão (função 90) e demais dispositivos necessários à operação individual e em paralelo com outro transformador, com protocolo de comunicação DNP 3.0 e ISO;
- b) Este relé deve ter monitoramento de temperatura e dispositivo de expansão de entradas e saídas digitais;
- c) Compensador de queda de tensão na linha, com elementos ajustáveis de resistência e de reatância que permita a compensação da queda de tensão na linha, causada pela variação da corrente de carga;
- d) Elementos ajustáveis da queda de tensão sobre a resistência e sobre a reatância de 0 a 24 V que permita a compensação da queda de tensão na linha, causada pela variação da corrente de carga;
- e) Polaridade (+ ou –) dos elementos da queda de tensão sobre a resistência e sobre a reatância;
- f) Elemento de ajuste da tensão de referência (“voltage level” ou “voltage setting”), para controle automático da operação do comutador, com graduação para qualquer tensão entre 100 e 130 V;
- g) Elemento de ajuste da faixa de insensibilidade com graduações entre + 0,6 % e + 3,0 % da tensão de referência ou largura da faixa de tensão em volts;
- h) Elemento de temporização (retardo de tempo) com ajuste entre 30 e 120 s, nas direções "elevar" e "baixar" a tensão, aplicável somente ao primeiro movimento numa mudança de derivação;
- i) Elemento de ajuste do modo de temporização de realização com as opções: integrador inverso (curva de característica inversa) e linear;
- j) Elemento de bloqueio por subtensão ajustável continuamente entre 70% e 90% da tensão de referência;
- k) Elementos para sinalizar se a tensão está na direção “elevar” ou “abaixar”;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 48 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

l) Terminais para medir a tensão regulada ou indicador desta grandeza;

m) Terminais para alimentação externa.

n) Proteção contra surtos, induções eletromagnéticas, ruídos elétricos de alta intensidade e poeira.

No processo de aquisição deve ser mencionado o tipo do relé 90 para a aprovação da Concessionária.

Deverão ser fornecidos controladores e módulos de entrada e saídas digitais, para monitoramento, controle, proteção e automação do transformador.

O sistema de controle e indicação remota da posição do tap do comutador de derivações em carga adotado pela Concessionária prevê a utilização de indicador digital. Desta forma deverá fazer parte deste fornecimento, matriz de diodos com conversores BCD e/ou transdutores que deverão ser instalados no armário do comutador e de forma a se obter simultaneamente a seguinte configuração:

a) Entradas para medições de posição de tap, tensão de linha e corrente de carga;

b) Função multimedidor com indicações de potências ativa reativa e aparente, frequência, fator de potência e outras;

c) Indicação local de tap e controle automático/manual do comutador pelo painel frontal;

d) Assistente de Manutenção do Comutador, com cálculos e indicações de:

- Número total de operações do comutador desde o início da operação;
- Número de operações do comutador desde a última manutenção;
- Média de operações diárias do comutador;
- Somatória total da corrente comutada ao quadrado desde o início da operação;
- Somatória da corrente comutada ao quadrado desde a última manutenção;
- Média de incremento diário da somatória de corrente comutada ao quadrado;
- Número de dias restantes para manutenção do comutador por número de operações;
- Número de dias restantes para manutenção por somatória da corrente comutada;

6.2.19 Acessórios Diversos

6.2.19.1 Indicador Magnético do Nível de Óleo

O indicador de nível, deverá possuir mostrador com diâmetro mínimo de 120mm, com indicações dos níveis máximo, mínimo e o relativo à 25°, do óleo isolante de transformadores e/ou autotransformadores, equipado com ponteiro luminoso, com marcações indeléveis ao tempo, sob efeito de calor e umidade, que possibilite a leitura ao nível do solo, próximo ao equipamento.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 49 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

A carcaça do indicador de nível, deverá ser em material não magnético, com pintura de acabamento na cor cinza Munsell N6.5. O indicador de nível, deverá possuir visor de vidro laminado com filtro UV. O conjunto deverá suportar grau de proteção IP67. Os elementos de fixação e aparafusamento das partes, deverão ser em aço inoxidável austenítico AISI 316.

Se o nível do óleo atingir um valor maior ou igual ao máximo e menor ou igual ao mínimo, o indicador deverá sinalizar essas posições por meio de contatos de microswitch, para tanto o indicador deverá ser constituído por 02 (dois) jogos de contatos do tipo "NAF", a capacidade de condução dos contatos, deverá ser de 6,0A (em 220Vca) e 0,5A (em 125Vcc), já a capacidade de interrupção dos mesmos deverá ser de 0,5A (em 125Vcc e 220Vca). O indicador de nível deverá possuir dispositivo para teste dos contatos.

6.2.19.2 Relé Tipo Buchholz

Os transformadores de tensão nominal $\geq 69\text{kV}$ devem ser fornecidos com relé de detecção de gases diluídos. Para as demais tensões, os transformadores devem ser fornecidos com ponto para instalação deste dispositivo.

Deve ser instalado entre o tanque principal e o conservador, e ser equipado com dois jogos de contatos, sendo o primeiro para desligamento e o segundo para alarme. A capacidade dos contatos deve ser conforme norma ABNT NBR 9368:2011.

O relé de gás, tipo Buchholz, para o tanque principal, anti-sísmico, deve possuir válvula de sangria e dispositivo para operação manual dos contatos, conforme norma NBR 9368 e com as características técnicas mínimas indicadas a seguir:

- Contato que atua por volume de gás acumulado (cm^3);
- Janela graduada em centímetros para indicação do volume de gás acumulado, com visor de vidro laminado, e filtro UV;
- Contato que atua por velocidade mínima de óleo (m/s);
- Dispositivos adequados na parte superior, para a retirada de amostra de gases, aplicação de analisador e ensaio de relé;
- Bujão de drenagem na parte inferior;
- Válvulas para reter o óleo antes e depois do relé Buchholz;
- Ser constituído de duas boias de nylon e sólidas à prova de penetração de líquido isolante;
- Contatos ser do tipo reed's magnéticos, anti-sísmico e com capacidade de condução de 0,5 A em 125 Vcc e de 6 A em 220 Vca e capacidade de interrupção de 0,5 A em 125 Vcc e 0,5 A em 220 Vca;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 50 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

- O rele anti-sismico deve ser construído sem utilização de placas de circuito impresso;
- Nível de isolamento de 1,5 kV/min;
- Diâmetro de passagem do líquido isolante e escala de atuação ser definida conforme tabela abaixo:

Tabela 13 – Diâmetro da Tubulação.

Potência do Transformador (MVA)	Diâmetro Nominal (mm)
Até 5	25
De 5 a 20	50
De 20 a 50	80
Acima de 50	100

6.2.19.3 Sensoriamento e Detecção de Gases e Umidade

Transformadores com potência KNAN maior ou igual a 10MVA devem ser equipados com sistema de sensoriamento e detecção de gases e umidade, sendo que o mesmo deve atender as seguintes características:

O sistema de sensoriamento e detecção de gases e umidade deve ser capaz de monitorar:

- Umidade;
- Hidrogênio (H₂);
- Monóxido de carbono (CO);
- Metano (CH₄);
- Acetileno (C₂H₂);
- Etileno (C₂H₄);
- Etano (C₂H₆).

Com relação à automação o sistema de sensoriamento e detecção de gases e umidade deve contemplar:

- Alimentação 125Vcc;
- Protocolo Ethernet;
- 1 (uma) porta Ethernet FO, porta LC;
- 1 (uma) porta serial RS-485;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 51 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

6.2.19.4 Válvula de Alívio de Pressão

Deve ser do tipo mola, instalada no tanque principal, em posição tal que impeça a queda do óleo sobre o transformador ou sobre acessórios que possam exigir a ação do operador. Deve incluir dispositivo de canalização do óleo, fabricado em aço galvanizado até o nível da base do transformador. Deverá atender as seguintes características mínimas:

- Deve ser constituída por dois contatos, com capacidade de condução elétrica dos contatos do micro switch de 4 A em 250 Vca e 0,5 A em 125Vcc;
- Grau de proteção IP-68;
- Visor de vidro laminado com filtro UV;
- Nível de isolamento de 1.500 V / 1 min;
- Pressão normal de operação: 0,70 +/-0,07 Kgf/cm² ao nível do mar;
- Diâmetro de passagem de acordo com projeto do transformador (≥ 50 mm).

O dispositivo de alívio de pressão deve operar de maneira que o valor da sobrepressão não ultrapasse o valor máximo admissível, com a eventual descarga do óleo, e ser provido de dispositivo direcionador do óleo para fora do tanque do transformador e no sentido contrário à disposição dos acessórios que possam exigir ação do operador.

6.2.19.5 Dispositivo de Proteção Contra Sobrepressão e Fluxo do Comutador

O comutador de derivações deve possuir um relé de fluxo e/ou um de sobrepressão. Ambos devem ter dois contatos, um para alarme e outro para desligamento, conforme norma ABNT NBR 9368.

Por meio de válvulas para reter o óleo antes e depois do relé, deve ser permitida a retirada deste, sem provocar o vazamento do óleo.

6.2.19.6 Secador de Ar a Sílica-gel

São fornecidos 2 (dois) secadores, sendo um para o tanque principal e outro para o tanque do comutador de derivações.

Devem existir duas válvulas na tubulação de saída do respirador do conservador de óleo do transformador, uma para ligação do sistema de selagem e outra para instalação do secador de ar do transformador, que também deve ser fornecido.

São de preferência de material metálico, com capacidade adequada, e instalados em posição que permita fácil substituição da carga.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 52 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

A sílica gel deve ser na cor laranja, granulação média 6mm $\pm$ 2. Acondicionamento em caixa ou barrica, sacos plástico de 1kg.

6.2.19.7 Meios de Locomoção

A base do transformador deve ser provida de 4 (quatro) rodas de flanges largos para movimento em duas direções ortogonais em via de trilhos, com bitola na lateral menor (largura) 1.435mm e na lateral maior (comprimento), para as possibilidades de montagem das rodas nas bitolas de 1.435mm e 2.435mm.

Devem ser de aço fundido com dureza entre 255 e 350 Brinell e serem adequadas para trilhos TR45 e TR57.

Todas as rodas devem ser providas de dispositivo de travamento de movimentação do transformador sobre o trilho após finalizada sua instalação.

A base deve ainda ser provida de 4 (quatro) sapatas para possibilitar o levantamento do transformador por meio de macacos hidráulicos, com altura mínima de 300mm da base de apoio.

Devem ser previstos ganchos para a suspensão do transformador completo, e olhal para tração nas quatro faces.

6.2.19.8 Meios de Aterramento

Para fins de aterramento, devem ser soldadas à base do transformador, duas placas de aço inoxidável, de faces planas e lisas. Cada placa deve ter dois furos rosqueados para parafuso de 12,7 mm de diâmetro, rosca 13 NC, espaçados horizontalmente de 44,5 mm de centro a centro. A profundidade mínima de furo deve ser de 12,7 mm.

As duas placas devem ser acompanhadas de conectores de aterramento tipo prensa chapa-cabo para cabos de cobre de 70mm² até 120mm².

6.2.19.9 Suporte para Para-raios

Devem ser fornecidos suportes para para-raios no lado de alta tensão e baixa tensão. Furação oblongada de 3 furos de 14 mm de diâmetro dispostos sobre circunferência de 180 a 220 mm de diâmetro, defasados de 120° um do outro. Os suportes dos para-raios não devem ser fixados nos radiadores.

6.2.19.10 Bornes de Conexão

As conexões dos cabos nos painéis, deverão ser feitas sempre através de blocos terminais, sendo que, os destinados aos circuitos de corrente deverão obrigatoriamente ser do tipo olhal e prover facilidades para curto-circuitar os terminais, sem se desfazer a conexão de fiação.

Descrição dos bornes de conexão:

- Bornes duplos tipo seccionáveis, conexão a parafuso, para cabos de 1,5 mm² a 2,5 mm²

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 53 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

- Bornes tipo OTTA 6 mm para cabos dos circuitos de corrente (referência: borne de passagem, tipo olhal, ref. D-OTTA-6 da Phoenix);
- Resistência de isolamento entre terminais > 100.000 MΩ;
- Capacidade de 100 A (0,5s) nos terminais de corrente;
- Máxima tensão de trabalho de 1000 Vrms (em todos os terminais);
- Capacidade de suportar tensão aplicada de 2000 Vrms por 1 minuto;
- Contatos resistentes à corrosão;
- Toda régua borne deverá ser identificada pelos “postes” de fixação da mesma. Não será admitido o uso de mais de um condutor por terminal ou bornes. Devem ser considerados bornes reservas (10%), como peças sobressalentes montados no painel;

6.2.19.11 Cablagem e fiação

Toda fiação deverá ser feita rigorosamente de acordo com os diagramas elétricos, utilizando cabos flexíveis de cobre, com isolamento mínimo para 750 V, do tipo antichama não propagante, para temperatura de operação em regime normal de 90° à 130° C, de acordo com a norma ABNT NBR 9114, levados a bornes terminais numerados de acordo com o correspondente esquema elétrico.

As fiações externas dos painéis, incluindo interligação entre componentes e equipamentos de serviços auxiliares, circuitos de comando e força dos motoventiladores, circuitos de comunicação sinalização e proteção, como também dos TC's de buchas, entre componentes e/ou deverão ser levadas aos painéis através de eletrodutos rígidos de aço galvanizado e distribuídas com eletrodutos flexíveis.

Por padrão os cabos internos dos painéis, deverão ser do tipo singelos, já os cabos de interligação entre painéis, ou interligação entre painéis e equipamentos / instrumentos, deverão ser do tipo múltiplas vias, com bitolas mínimas conforme definido nas tabelas 14, 15 e 16 abaixo e/ou compatíveis com os respectivos circuitos.

O sistema de identificação dos fios e cabos condutores deverá ser por meio de anilhas plásticas individuais, padrão: origem / destino.

As cores e bitolas da fiação deverão seguir o padrão abaixo:

Tabela 14 – Padrão de Cabos Diversos (Painel para equipamento externo)

Nº de Veias	Bitolas Mínimas (mm²)	Padrão de Cores	Descrição das Veias	Descrição das Aplicações
2	2,5	Preto	1	Comandos de abertura e fechamento
			2	

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 54 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

2	2,5	Preto	Neutro / -	Alimentação CA (monofásicos) ou CC
		Branco	Fase / +	
4	Dimensionado	Azul	Fase A	Alimentação Circuitos CA (trifásicos)
		Branco	Fase B	
		Vermelho	Fase C	
		Preto	Neutro	
9	1,5	Preto	1	Comandos e Sinalização (exceto os circuitos de abertura e fechamento)
			2	
			3	
			4	
			5	
			6	
			7	
			8	
			9	
4	Dimensionado	Verde e Amarelo	1	Aterramento

Tabela 15 – Padrão de Cabos TC's e TP's (Painel para equipamento externo)

Nº de Veias	Bitolas Mínimas (mm2)	Padrão de Cores	Descrição das Veias	Descrição das Aplicações
4	4	Azul	Fase A	TC's e TP's
		Branco	Fase B	
		Vermelho	Fase C	
		Preto	Neutro	
1	Dimensionado	Verde e Amarelo	1	Aterramento

Tabela 16 – Padrão de Cabos Diversos (Cabeamento interno do painel)

Nº de Veias	Bitolas Mínimas (mm2)	Padrão de Cores	Descrição das Veias	Descrição das Aplicações
1	1,5	Cinza	1	Comandos, Sinalização e Alimentação CC
1	2,5	Cinza	1	Alimentação CA
1	4	Cinza	1	Sinalização de corrente

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 55 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

1	2,5	Cinza	1	Sinalização de tensão
1	Dimensionado	Verde e Amarelo	1	Aterramento

Nota 5: A Cablagem e fiação especificada acima deverá possuir as características técnicas exigidas pela norma ABNT NBR 9114, comprovadas através de laudos.

Nota 6: Para os cabos dos circuitos de TC's deverão ser utilizados terminais do tipo olhal, as extremidades destes cabos deverão ser estanhadas, tanto no corpo do TC, como na interligação dos painéis, até seu destino final, relé ou equipamento.

6.2.19.12 Escadas Fixas

O transformador deverá ser provido de uma escada fixa, pelo menos, confeccionada do mesmo material que o tanque e ter o mesmo tratamento e pintura;

Os degraus deverão ser confeccionados da seguinte maneira: em tubos de no mínimo 12mm de diâmetro, espaçados em no mínimo 250mm e no máximo 300mm, com largura de 400mm, e primeiro degrau à 100mm do fundo do tanque, afastados pelo menos em 200mm da parede do tanque, ficando o corrimão da escada passando da altura da tampa do tanque 1000mm.

A escada deverá ser fixada, através de parafusos, em suportes metálicos que deverão ser soldados diretamente na estrutura do tanque, permitindo a sua remoção quando desejável, para que não se danifique durante o transporte e movimentação do transformador.

Essa escada deverá ser instalada em uma lateral que não possua quaisquer obstruções para acesso à parte superior do transformador, tais como: cabines, capilares de termômetro, tubulações, radiadores, etc.;

Além disso, para possibilitar o acesso entre a tampa do transformador e a parte superior do conservador também deverá ser fornecida uma outra escada fixa. A localização e fixação desta escada ficarão a critério do PROPONENTE, devendo obedecer às seguintes condições:

- Ser de fácil acesso;
- Obedecer às mesmas características da escada lateral.

6.3 Procedimento de Pintura

6.3.1 Pintura e Acabamento

Deve ser feito arredondamento em todas as bordas do tanque e de todos os componentes a serem pintados ou galvanizados como:

- Tampa principal e tampas de inspeção;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 56 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

- Conservador de óleo;
- Radiadores;
- Suportes;
- Armários;
- Escada.

A pintura deve ser aplicada após preparação da superfície. A medida de espessura da película seca não deve contemplar a rugosidade da chapa, isto é, a espessura deve ser medida acima dos picos.

O processo de pintura do equipamento, bem como dos seus componentes e acessórios, inclusive conservadores de óleo, deve ser conforme abaixo:

6.3.2 Tratamentos de Superfícies Interna e Externa

- Desengraxe com uso de solventes, segundo norma SSPC-SP1-63;
- Jateamento com granalha de aço ao metal branco padrão grau SA-2 1/2 segundo norma SIS-05.5900 ou norma SSPL-PS-63. Opcionalmente, para as superfícies internas nos pontos onde não é possível o jateamento, é permitido o sistema de decapagem química segundo norma SSPL-SP8-63;
- Procedimentos de pré-tratamento da superfície para pintura:
 - Limpar a superfície com ar comprimido isenta de água e de óleo;
 - Inspeção da superfície a ser pintada, antes da aplicação da tinta de fundo, quanto à presença de corrosão, graxa, umidade e outros materiais estranhos. Se for constatada a presença de óleo ou graxa, limpar a superfície com xilol;
 - Pintura de toda a superfície preparada, com a tinta de fundo, na mesma jornada;
 - Aplicação de uma camada de tinta, antes de cada demão normal, em regiões de solda, frestas e outras de difícil acesso;
 - Espera do tempo de repintura recomendado pelo Fornecedor da tinta ou, na ausência desta informação, espera de um tempo mínimo de 12 horas e máximo de 24 horas. No caso do tempo máximo de repintura ser ultrapassado, lixar a camada de tinta existente antes da aplicação da demão seguinte;
 - Vedação das eventuais frestas existentes com massa flexível a base de poliuretano;
 - Não aplicação de tinta se a temperatura ambiente for inferior a 50°C ou superior a 500°C;
 - Não aplicação de tinta em tempo de chuva, nevoeiro ou quando a umidade do ar for superior a 85%.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 57 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

6.3.3 Pintura Interna

- Aplicar uma demão de Shop Primer Epóxi, espessura de 20 µm (médio);
- Aplicar uma demão de epóxi poliamida na cor branca, isenta de ácidos graxos espessura de 80 µm (médio);
- A espessura final da película seca deve estar na faixa de 90 a 110 µm.

6.3.4 Pintura Externa

- Aplicar uma demão de tinta epóxi pigmentada com zinco e com alumínio (mínimo de $65 \pm 2\%$ na película seca) com espessura de película seca de 80 µm (médio);
- Aguardar o tempo de repintura recomendado pelo Fornecedor da tinta. Na ausência desta informação, aguardar no mínimo 12 horas e no máximo 24 horas;
- Se o tempo de repintura for ultrapassado, lixar levemente a camada de tinta antes da aplicação da demão seguinte;
- Vedar as eventuais frestas existentes com massa flexível a base de poliuretano;
- Aplicar duas demãos de tinta epóxi curada com poliamida com espessura de película seca de 100 µm por demão;
- Aguardar o tempo de repintura recomendado pelo Fornecedor da tinta. Na ausência desta informação, aguardar no mínimo 12 horas e no máximo 24 horas;
- Aplicar uma demão de acabamento, poliuretano acrílico alifático com espessura mínima da película seca 80 µm, e na cor verde, padrão Munsell 5G 8/4 para óleo vegetal, semibrilho.
- Para o Painel Local de Proteção e Controle, considerar plano de pintura semelhante ao aplicado no transformador, mesmas especificações para tratamento superficial, componentes e tipos de tintas, espessura e aderência da camada de revestimento, seguindo o mesmo padrão. Porém a porta interna e a placa de montagem dos componentes do painel, usar tinta de acabamento na cor Laranja RAL 2004.
- A espessura final da película seca deve ser de 340 µm;
- Deve ser fornecida uma quantidade suficiente de tinta para retocar superfícies danificadas durante o transporte.

6.3.5 Ventiladores e Radiadores

Os ventiladores e radiadores devem ser galvanizados por imersão a quente, conforme as normas NBR 6323 e NBR 8158, devendo ter espessura mínima de 100 µm. A grade do motor do ventilador também deve ser galvanizada, utilizando o mesmo processo.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 58 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

6.3.6 Demais Componentes

Todos os componentes e acessórios, inclusive os motores dos ventiladores, devem receber tratamento e pintura conforme o tratamento dado à superfície externa do transformador.

7 INSPEÇÕES E ENSAIO

7.1 Generalidades

Todos os ensaios solicitados deverão ser realizados dentro das instalações da empresa contratada para o fornecimento, a uma temperatura ambiente entre 10 °C e 40°C e com água de resfriamento (se previsto) com temperatura que não exceda os 30 °C, bem como o local da realização de todos os ensaios não deve apresentar nível de ruído superior a 50 dB. Não será aceita pela Concessionária a subcontratação.

Enviar desenhos/documentos contendo no mínimo:

- Diagrama unifilar básico dos circuitos de cada ensaio a ser realizado (identificar todos os componentes);
- Enviar dados técnicos dos aparelhos, instrumentação e demais acessórios utilizados nos ensaios;
- Descrição resumida de cada ensaio.

Os ensaios devem ser realizados a uma temperatura ambiente entre 10 °C e 40 °C e com água de resfriamento (se previsto) com temperatura que não exceda 30 °C.

Todos os componentes externos e acessórios que são suscetíveis de influenciar o funcionamento do transformador durante os ensaios devem estar instalados.

Os enrolamentos com derivação devem estar conectados à sua derivação principal, a menos que seja especificado de outra forma nesta especificação ou por acordo entre o Fornecedor e o Concessionária.

Para todas as características, excetuando-se as de isolamento, os ensaios são baseados em condições nominais, a menos que seja especificado de outra forma no entendimento relativo ao ensaio em questão.

Nota 7: Os relatórios de ensaios devem ser assinados pelos inspetores. Para tal, o inspetor responsável deverá receber cópias preliminares para aprovação e assinatura, após o termino de cada ensaio.

7.2 Ensaios de Tipo

Ensaio realizado em um transformador que representa outros transformadores, com o objetivo de demonstrar que estes atendem as condições especificadas não cobertas pelos ensaios de rotina.

Nota 8: Um transformador é considerado representante de outros transformadores, se for completamente idêntico em relação aos valores nominais e a construção.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 59 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

Nota 9: Ensaios de tipo podem ser considerados igualmente válidos, se efetuados em um transformador que apresente ligeiros desvios de valores nominais ou outras características. Estes desvios devem ser objetivo de objeto de acordo entre o Fornecedor e a Concessionária.

Os requisitos gerais para os ensaios de tipo são os indicados nas normas ABNT NBR 5356-1 e NBR 5356-3, e devem ser executados na presença de inspetor credenciado pela Concessionária.

Os ensaios de tipo deverão ser realizados conforme item 11.1.2 da norma ABNT NBR 5356-1/2007 e seus resultados devem ser registrados, tendo estes, validade de um ano. Os ensaios de tipo são os seguintes:

- a) Ensaios de elevação de temperatura (ver item 5 da ABNT NBR 5356-2);
- b) Ensaios dielétricos de tipo (ver item 7.3 ABNT NBR 5356-3).

7.3 Ensaios de Rotina

Estes ensaios deverão ser realizados em todas as unidades de fornecimento, e na presença de inspetor credenciado pela Concessionária.

Os ensaios de rotina deverão ser realizados conforme item 11.1.1 da norma ABNT NBR 5356-1/2007 e seus resultados devem ser registrados.

Os ensaios de rotina são os seguintes:

- a) Medição da resistência dos enrolamentos (ver item 11.2 da ABNT NBR 5356-1);
- b) Medição da relação de transformação, polaridade e verificação do deslocamento angular e sequencia de fases (ver item 11.3 da ABNT NBR 5356-1);
- c) Medição da impedância de curto-circuito e das perdas em carga (ver item 11.4 da ABNT NBR 5356-1);
- d) Medição das perdas em vazio e corrente de excitação (ver item 11.5 da ABNT NBR 5356-1);
- e) Ensaio dielétricos de rotina (ver item 7.3 da ABNT NBR 5356-3);
- f) Ensaios de comutador de derivação em carga, quando aplicável (ver item 11.8 da ABNT NBR 5356-1);
- g) Medição da resistência de isolamento, antes e após os ensaios dielétricos (ver item 11.9 da ABNT NBR 5356-1);
- h) Estanqueidade e resistência à pressão, a quente em transformadores de qualquer potência nominal e a temperatura ambiente nos demais transformadores de potência nominal igual ou superior a 750kVA (ver item 11.10 da ABNT NBR 5356-1);

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 60 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

- i) Verificação de funcionamento dos acessórios (ver item 11.10.2 da ABNT NBR 5356-1);
- j) Ensaios do óleo isolante, antes e após os ensaios dielétricos (ver item 11.11 da ABNT NBR 5356-1);
 - Rigidez dielétrica;
 - Teor da água;
 - Fator de perdas dielétricas ou fator de dissipação;
- k) Análise cromatográfica dos gases dissolvidos no óleo isolante, antes do início dos ensaios, após ensaio de aquecimento e após os ensaios dielétricos (ver item 11.13 da ABNT NBR 5356-1);
- l) Medição do fator de dissipação da isolação, antes e após os ensaios dielétricos (ver item 11.20 ABNT NBR 5356-1);
- m) Medição de harmônicas da corrente de excitação (ver item 11.6 da ABNT NBR 5356-1);
- n) Medição da resposta em frequência e impedância terminal (ver item 11.21 da ABNT NBR 5356-1);
- o) Medição das impedâncias de sequência zero em transformadores trifásicos (ver item 11.7 da ABNT NBR 5356-1);
- p) Verificação da espessura da camada de pintura externa dos transformadores (ver item 11.12 da ABNT NBR 5356-1);
- q) Verificação da aderência, da camada de pintura, deve apresentar aderência GRO (método B), para as espessuras totais até 125µm e aderência X0/Y0 (método A), para as espessuras totais acima de 125µm (ver Item 11.12 da ABNT NBR 5356-1 e ABNT NBR 11003)
- r) Verificação da espessura e aderência da camada de zinco das peças galvanizadas (ver ABNT NBR 7400);
- s) Verificação da aderência, da camada de zinco, deve apresentar aderência GRO (método B), para as espessuras totais até 125µm e aderência X0/Y0 (método A), para as espessuras totais acima de 125µm. Conforme ABNT NBR 7398.

7.4 Ensaios Especiais

Estes ensaios serão realizados apenas mediante acordo entre Concessionária e Fornecedor.

Os ensaios especiais deverão ser realizados conforme item 11.1.3 da norma ABNT NBR 5356-1/2007 e seus resultados devem ser registrados.

- a) Ensaios dielétricos especiais (ver item 7.3 da ABNT NBR 5356-3);

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 61 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

- b) Medição das capacitâncias entre o enrolamento e a terra, e entre os enrolamentos (ver item 11.16 ABNT NBR 5356-1);
- c) Medição das características da tensão transitória transferida (ver item 11.17 da ABNT NBR 5356-1);
- d) Ensaio de suportabilidade a curto-circuito (ver item 4.2.5 da ABNT NBR 5356-5);
- e) Determinação do nível de ruído audível (ver item 11.18 da ABNT NBR 7277);
- f) Medição da potência absorvida pelos motores das bombas de óleo e dos ventiladores (ver item 11.19 da ABNT NBR 5356-1);
- g) Vácuo interno (ver 11.14 da ABNT NBR 5356-1);
- h) Nível de tensão de radiointerferência (ver item 11.15 ABNT NBR 5356-1);
- i) Ensaio do grau de polimerização do papel (ver item 11.22 da ABNT NBR 5356-1);
- j) Medição do ponto de orvalho (ver item 11.23 da ABNT NBR 5356-1);
- k) Levantamento da curva de saturação e medição da reatância em núcleo em ar do enrolamento (ver item 11.24 da ABNT NBR 5356-1).

Para cada fornecimento a Concessionária estará indicando quais ensaios especiais serão realizados.

Para os Fornecedores que não são homologados pela Concessionária todos os ensaios especiais deverão ser realizados na presença de um representante da Concessionária ou de inspetores credenciados.

7.5 Ensaios do comutador de Derivações

Os ensaios de aceitação devem ser aplicados ao transformador e ao comutador em conjunto.

Os ensaios de precisão do equipamento de controle do comutador devem ser feitos em todos os transformadores da encomenda e atender o estabelecido no item 11.8 da ABNT NBR 5356-1:2007. O transformador deve ser ensaiado na presença do inspetor. Caso os controles falhem em qualquer ensaio, o Fornecedor deve fazer, às suas expensas, as modificações necessárias.

7.6 Ensaios de Recebimento

Ensaios realizados no local de instalação, após a montagem, em todas as unidades fabricadas.

- Verificação da estanqueidade do transformador completamente montado, pressurizado com ar sintético, por um período mínimo de 24 (vinte e quatro) horas, sem que ocorra qualquer indicação de queda de pressão no manômetro;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 62 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

- Verificação e testes de funcionalidades dos equipamentos auxiliares e dispositivos de controle, sinalização e proteção do transformador;
- Ensaio de resistência do isolamento CC, de toda a fiação de serviços auxiliares do transformador, incluindo as fiações internas e externas armário;
- Ensaio de resistência do isolamento CC, dos enrolamentos, do núcleo e da armadura.
- Ensaios de fator de dissipação e fator de potência do isolamento em todos os enrolamentos do transformador e das buchas condensivas;
- Ensaios de relação de espiras, verificação da polaridade e sequência de fases, em todos enrolamentos e derivações do transformador;
- Ensaios de resistência ôhmica dos enrolamentos do transformador, em todas as suas derivações de taps e ligações;
- Ensaios de resistência ôhmica, relação de espiras, verificação da polaridade e ângulo de fase dos TC's de buchas;
- Ensaios de resposta em frequência e de impedância terminal, com o transformador completamente montado e com óleo;
- Retirada de amostras de óleo e encaminhamentos para análises físico-químicas e cromatográficas, incluindo a emissão dos respectivos laudos;
- Retirada de amostras de óleo e encaminhamentos para análise de isenção de presença de PCB, incluindo a emissão dos respectivos laudos;
- Retirada de amostras de óleo e encaminhamentos para análise de ausência de enxofre corrosivo, incluindo a emissão dos respectivos laudos.

7.7 Relatórios de Ensaios

O Fornecedor deve fornecer, após execução dos ensaios, os formulários devidamente preenchidos e assinados, com as seguintes informações:

- Data e local dos ensaios;
- Nome Concessionária, número e item do processo de aquisição;
- Nome do Fornecedor e número de série do equipamento;
- Obra de destino;
- Número do código do equipamento (fornecido pela Concessionária na ocasião da análise dos desenhos).

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 63 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

7.7.1 Relatório do Ensaio de Elevação de Temperatura

Deve ser fornecido completo em regime KNAN/KNAF, incluindo:

- Aumento de temperatura de cada enrolamento, medido pelo aumento de resistência, com os cálculos completos para as condições KNAN/KNAF;
- A temperatura dos diversos pontos do transformador, medida por termômetros, bem como temperatura do óleo e temperatura do ambiente;
- Duração do ensaio;
- Ligações do ensaio, corrente, potência absorvida e frequência;
- Dados para calibração e aferição dos detectores de temperatura.

7.7.2 Relatório dos Ensaio de Impulso Atmosférico

Deve ser incluído:

- Detalhes de cada impulso aplicado ao transformador;
- Cópias fotográficas ou impressas dos oscilogramas de todas as ondas de tensão e correntes dos ensaios realizados;
- Declaração de pessoa responsável do Fornecedor, indicando que o transformador suportou os ensaios sem danos.

8 CÓDIGOS PADRONIZADOS

8.1 Relação de Códigos Família DYN1

CÓDIGO	TEXTO BREVE	TEXTO COMPLETO
102000083	TF-P 34,5/13,8 5/6,25 DYN1 OV PDE	TRANSFORMADOR POTENCIA-TF-P; NUMERO FASES:TRIFASICO; USO:EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL: 60HZ; TENSAO NOMINAL:34,5/13,8KV; POTENCIA NOMINAL:5/6,25MVA; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR:34,5 + 1 X 2,5% - 4 X 2,5%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO: 7,0% NA BASE* 34,5/13,8 KV - 5MVA; TIPO LIGACAO:TRIANGULO X ESTRELA C/NEUTRO ACESSIVEL; GRUPO: DYN1; TIPO ISOLACAO: OLEO VEGETAL-OV; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAF; COMUTADOR DERIVACOES: MANUAL, SEM CARGA; NORMAS/ESPECIFICACOES TECNICAS APLICAVEIS: ET.00320.EQTL-TRANSFORMADOR DE POTENCIA OV, ABNT NBR 5356; STATUS MATERIAL:MATERIAL PADRAO EQUATORIAL-PDE; SUBSTITUTO: NAO APLICAVEL-NA; REQUISITOS ADICIONAIS: NAO APLICAVEL.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 64 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

CÓDIGO	TEXTO BREVE	TEXTO COMPLETO
102000070	TF-P 69/13,8KV 10/12,5MVA DYN1 LTC	TRANSFORMADOR DE POTENCIA; NUMERO FASES: TRIFASICO; USO: EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL: 60 HZ; POTENCIA NOMINAL: 10/12,5 MVA; TENSÃO NOMINAL: 69/13,8 KV; DERIVACOES TENSÃO NOMINAL SUPERIOR: 69 + 4 X 1,25% - 12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO: 8,0% NA BASE 69/13,8 KV - 10 MVA; TIPO LIGACAO: TRIANGULO X ESTRELA NEUTRO ACESSIVEL; GRUPO: DYN1; TIPO ISOLACAO: OLEO VEGETAL; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAF; COMUTADOR DE DERIVACOES: AUTOMATICO SOB CARGA (LTC); NORMA APLICAVEL: ABNT NBR 5356; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00320.EQTL.NORMAS E PADROES - TRANSFORMADOR DE POTENCIA.
102000076	TF-P 69/13,8 KV 15/20MVA DYN1 LTC (MN)	TRANSFORMADOR DE POTENCIA; NUMERO FASES: TRIFASICO; USO: EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL: 60 HZ; POTENCIA NOMINAL: 15/20 MVA; TENSÃO NOMINAL: 69/13,8 KV; TIPO LIGACAO: TRIANGULO X ESTRELA COM NEUTRO ACESSIVEL; GRUPO: DYN1; TIPO ISOLACAO: OLEO VEGETAL; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAF; COMUTADOR DE DERIVACOES: AUTOMATICO SOB CARGA (LTC); NORMA APLICAVEL: ABNT NBR 5356; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET. 00320.EQTL.NORMAS E PADROES - TRANSFORMADOR DE POTENCIA ### USO EXCLUSIVO DA MANUTENCAO ###.
102000071	TF-P 69/13,8KV 20/26,6MVA DYN1 LTC	TRANSFORMADOR DE POTENCIA; NUMERO FASES: TRIFASICO; USO: EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL: 60 HZ; POTENCIA NOMINAL: 20/26,6 MVA; TENSÃO NOMINAL: 69/13,8 KV; DERIVACOES TENSÃO NOMINAL SUPERIOR: 69 + 4 X 1,25% - 12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO: 10,0% NA BASE 69/13,8 KV - 20 MVA; TIPO LIGACAO: TRIANGULO X ESTRELA COM NEUTRO ACESSIVEL; GRUPO: DYN1; TIPO ISOLACAO: OLEO VEGETAL; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAF; COMUTADOR DERIVACOES: AUTOMATICO SOB CARGA (LTC); NORMA APLICAVEL: ABNT NBR 5356; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET. 00320.EQTL.NORMAS E PADROES - TRANSFORMADOR DE POTENCIA
102000065	TF-P 69/13,8KV 30/40MVA DYN1 LTC	TRANSFORMADOR DE POTENCIA; NUMERO FASES: TRIFASICO; USO: EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL: 60 HZ; POTENCIA NOMINAL: 30/40 MVA; TENSÃO NOMINAL: 69/13,8 KV; DERIVACOES TENSÃO NOMINAL SUPERIOR: 69 + 4 X 1,25% - 12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO: 11,0% NA BASE 69/13,8 KV - 30 MVA; TIPO LIGACAO: TRIANGULO X ESTRELA COM NEUTRO ACESSIVEL; GRUPO: DYN1; TIPO ISOLACAO: OLEO VEGETAL; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAF; COMUTADOR DERIVACOES: AUTOMATICO SOB CARGA (LTC); NORMA APLICAVEL: ABNT NBR 5356; DESENHOS

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 65 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

CÓDIGO	TEXTO BREVE	TEXTO COMPLETO
		E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET. 00320.EQTL.NORMAS E PADROES - TRANSFORMADOR DE POTENCIA.
102000052	TF-P 69/34,5KV 10/12,5MVA DYN1 LTC	TRANSFORMADOR DE POTENCIA; NUMERO FASES: TRIFASICO; USO: EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL: 60 HZ; POTENCIA NOMINAL: 10/12,5 MVA; TENSAO NOMINAL: 69/34,5 kV; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR: 69 + 4 X 1,25% - 12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO: 8,0% NA BASE 69/34,5 KV - 10 MVA; TIPO LIGACAO: TRIANGULO X ESTRELA NEUTRO ACESSIVEL; GRUPO: DYN1; TIPO ISOLACAO: OLEO VEGETAL; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAF; COMUTADOR DE DERIVACOES: AUTOMATICO SOB CARGA (LTC); NORMA APLICAVEL: ABNT NBR 5356; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET. 00320.EQTL.NORMAS E PADROES - TRANSFORMADOR DE POTENCIA
102000062	TF-P 69/34,5KV 15/20MVA DYN1 LTC	TRANSFORMADOR DE POTENCIA; NUMERO FASES: TRIFASICO; USO: EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL: 60 HZ; POTENCIA NOMINAL: 15/20 MVA; TENSAO NOMINAL: 69/34,5 kV; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR: 69 + 4 X 1,25% - 12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO: 9,0% NA BASE 69/34,5 KV - 15 MVA; TIPO LIGACAO: TRIANGULO X ESTRELA NEUTRO ACESSIVEL; GRUPO: DYN1; TIPO ISOLACAO: OLEO VEGETAL; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAF; COMUTADOR DE DERIVACOES: AUTOMATICO SOB CARGA (LTC); NORMA APLICAVEL: ABNT NBR 5356; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET. 00320.EQTL.NORMAS E PADROES - TRANSFORMADOR DE POTENCIA
102000068	TF-P 69/34,5KV 20/26,6MVA DYN1 LTC	TRANSFORMADOR DE POTENCIA; NUMERO FASES: TRIFASICO; USO: EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL: 60 HZ; POTENCIA NOMINAL: 20/26,6 MVA; TENSAO NOMINAL: 69/34,5 kV; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR: 69 + 4 X 1,25% - 12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO: 10,0% NA BASE 69/34,5 KV - 20 MVA; TIPO LIGACAO: TRIANGULO X ESTRELA COM NEUTRO ACESSIVEL; GRUPO: DYN1; TIPO ISOLACAO: OLEO VEGETAL; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAF; COMUTADOR DERIVACOES: AUTOMATICO SOB CARGA (LTC); NORMA APLICAVEL: ABNT NBR 5356; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00320.EQTL.NORMAS E PADROES - TRANSFORMADOR DE POTENCIA A OLEO VEGETAL

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 66 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

CÓDIGO	TEXTO BREVE	TEXTO COMPLETO
102020065	TF-P 138/13,8 10/12,5 DYN1 OV LTC PDE	TRANSFORMADOR POTENCIA-TF-P; NUMERO FASES:TRIFASICO; USO:EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL:60HZ; TENSAO NOMINAL:138/13,8KV; POTENCIA NOMINAL: 10/12,5MVA; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR:138 + 4 X 1,25%-12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO:8,0% NA BASE 138/13,8 KV-10 MVA; TIPO LIGACAO: TRIANGULO X ESTRELA C/NEUTRO ACESSIVEL; GRUPO: DYN1; TIPO ISOLACAO: OLEO VEGETAL-OV; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAP; COMUTADOR DERIVACOES: AUTOMATICO SOB CARGA-LTC; NORMAS/ESPECIFICACOES TECNICAS APLICAVEIS: ET.00320.EQTL-TRANSFORMADOR DE POTENCIA OV, ABNT NBR 5356; STATUS MATERIAL:MATERIAL PADRAO EQUATORIAL-PDE; SUBSTITUTO:NAO APLICAVEL-NA; REQUISITOS ADICIONAIS:NAO APLICAVEL
102000061	TF-P 138/13,8KV 15/20MVA DYN1 LTC	TRANSFORMADOR DE POTENCIA; NUMERO FASES: TRIFASICO; USO: EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL: 60 HZ; POTENCIA NOMINAL: 15/20 MVA; TENSAO NOMINAL: 138/13,8 KV; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR: 138 + 4 X 1,25% - 12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO: 9,0% NA BASE 138/13,8 KV - 15 MVA; TIPO LIGACAO: TRIANGULO X ESTRELA NEUTRO ACESSIVEL; GRUPO: DYN1; TIPO ISOLACAO: OLEO VEGETAL; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAP; COMUTADOR DE DERIVACOES: AUTOMATICO SOB CARGA (LTC); NORMA APLICAVEL: ABNT NBR 5356; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00320.EQTL.NORMAS E PADROES - TRANSFORMADOR DE POTENCIA A OLEO VEGETAL.
102000059	TF-P 138/13,8KV 20/26,6MVA DYN1 LTC	TRANSFORMADOR DE POTENCIA; NUMERO FASES: TRIFASICO; USO: EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL: 60 HZ; POTENCIA NOMINAL: 20/26,6 MVA; TENSAO NOMINAL: 138/13,8 KV; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR: 138 + 4 X 1,25% - 12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO: 10,0% NA BASE 138/13,8 KV - 20 MVA; TIPO LIGACAO: TRIANGULO X ESTRELA COM NEUTRO ACESSIVEL; GRUPO: DYN1; TIPO ISOLACAO: OLEO VEGETAL; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAP; COMUTADOR DERIVACOES: AUTOMATICO SOB CARGA (LTC); NORMA APLICAVEL: ABNT NBR 5356; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00320.EQTL.NORMAS E PADROES - TRANSFORMADOR DE POTENCIA A OLEO VEGETAL.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 67 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

CÓDIGO	TEXTO BREVE	TEXTO COMPLETO
102000058	TF-P 138/13,8KV 25/33,3MVA DYN1 LTC	TRANSFORMADOR DE POTENCIA; NUMERO FASES: TRIFASICO; USO: EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL: 60 HZ; POTENCIA NOMINAL: 25/33,3 MVA; TENSAO NOMINAL: 138/13,8 KV; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR: 138 + 4 X 1,25% - 12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO: 11,0% NA BASE 138/13,8 KV - 25 MVA; TIPO LIGACAO: TRIANGULO X ESTRELA COM NEUTRO ACESSIVEL; GRUPO: DYN1; TIPO ISOLACAO: OLEO VEGETAL; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAP; COMUTADOR DERIVACOES: AUTOMATICO SOB CARGA (LTC); NORMA APLICAVEL: ABNT NBR 5356; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00320.EQTL.NORMAS E PADROES - TRANSFORMADOR DE POTENCIA A OLEO VEGETAL.
102000057	TF-P 138/13,8KV 30/40MVA DYN1 LTC	TRANSFORMADOR DE POTENCIA; NUMERO FASES: TRIFASICO; USO: EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL: 60 HZ; POTENCIA NOMINAL: 30/40 MVA; TENSAO NOMINAL: 138/13,8 KV; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR: 138 + 4 X 1,25% - 12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO: 11,0% NA BASE 138/13,8 KV - 30 MVA; TIPO LIGACAO: TRIANGULO X ESTRELA COM NEUTRO ACESSIVEL; GRUPO: DYN1; TIPO ISOLACAO: OLEO VEGETAL; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAP; COMUTADOR DERIVACOES: AUTOMATICO SOB CARGA (LTC); NORMA APLICAVEL: ABNT NBR 5356; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00320.EQTL.NORMAS E PADROES - TRANSFORMADOR DE POTENCIA A OLEO VEGETAL.
102000053	TF-P 138/34,5KV 10/12,5MVA DYN1 LTC	TRANSFORMADOR DE POTENCIA; NUMERO FASES: TRIFASICO; USO: EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL: 60 HZ; POTENCIA NOMINAL: 10/12,5 MVA; TENSAO NOMINAL: 138/34,5 KV; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR: 138 + 4 X 1,25% - 12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO: 8,0% NA BASE 138/34,5 KV - 10 MVA; TIPO LIGACAO: TRIANGULO X ESTRELA NEUTRO ACESSIVEL; GRUPO: DYN1; TIPO ISOLACAO: OLEO VEGETAL; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAP; COMUTADOR DE DERIVACOES: AUTOMATICO SOB CARGA (LTC); NORMA APLICAVEL: ABNT NBR 5356; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00320.EQTL.NORMAS E PADROES - TRANSFORMADOR DE POTENCIA A OLEO VEGETAL.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 68 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

CÓDIGO	TEXTO BREVE	TEXTO COMPLETO
102000056	TF-P 138/34,5KV 15/20MVA DYN1 LTC	TRANSFORMADOR DE POTENCIA; NUMERO FASES: TRIFASICO; USO: EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL: 60 HZ; POTENCIA NOMINAL: 15/20 MVA; TENSAO NOMINAL: 138/34,5 KV; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR: 138 + 4 X 1,25% - 12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO: 9,0% NA BASE 138/34,5 KV - 15 MVA; TIPO LIGACAO: TRIANGULO X ESTRELA NEUTRO ACESSIVEL; GRUPO: DYN1; TIPO ISOLACAO: OLEO VEGETAL; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAF; COMUTADOR DE DERIVACOES: AUTOMATICO SOB CARGA (LTC); NORMA APLICAVEL: ABNT NBR 5356; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00320.EQTL.NORMAS E PADROES - TRANSFORMADOR DE POTENCIA A OLEO VEGETAL.
102020055	TF-P 138-34,5 20/26,6 DYN1 OV LTC PDE	TRANSFORMADOR POTENCIA-TF-P; NUMERO FASES:TRIFASICO; USO:EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL:60HZ; TENSAO NOMINAL:138/34,5KV; POTENCIA NOMINAL:20/26,6MVA; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR:138 + 4 X 1,25%-12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO:10,0% NA BASE 138/34,5 KV-20 MVA; TIPO LIGACAO:TRIANGULO X ESTRELA C/NEUTRO ACESSIVEL; GRUPO:DYN1; TIPO ISOLACAO:OLEO VEGETAL-OV; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAF; COMUTADOR DERIVACOES:AUTOMATICO SOB CARGA-LTC; NORMAS/ESPECIFICACOES TECNICAS APLICAVEIS:ET.00320.EQTL-TRANSFORMADOR DE POTENCIA OV ABNT NBR 5356; STATUS MATERIAL:MATERIAL PADRAO EQUATORIAL-PDE; SUBSTITUTO:NAO APLICAVEL-NA; REQUISITOS ADICIONAIS:NAO APLICAVEL
102000054	TF-P 138/34,5KV 25/33,3MVA DYN1 LTC	TRANSFORMADOR DE POTENCIA; NUMERO FASES: TRIFASICO; USO: EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL: 60 HZ; POTENCIA NOMINAL: 25/33,3 MVA; TENSAO NOMINAL: 138/34,5 KV; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR: 138 + 4 X 1,25% - 12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO: 11,0% NA BASE 138/34,5 KV - 25 MVA; TIPO LIGACAO: TRIANGULO X ESTRELA COM NEUTRO ACESSIVEL; GRUPO: DYN1; TIPO ISOLACAO: OLEO VEGETAL; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAF; COMUTADOR DERIVACOES: AUTOMATICO SOB CARGA (LTC); NORMA APLICAVEL: ABNT NBR 5356; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00320.EQTL.NORMAS E PADROES - TRANSFORMADOR DE POTENCIA A OLEO VEGETAL
102020056	TF-P 138-34,5 30/40 DYN1 OV LTC PDE	TRANSFORMADOR POTENCIA-TF-P; NUMERO FASES:TRIFASICO; USO:EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL:60HZ; TENSAO NOMINAL:138/34,5KV;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 69 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

CÓDIGO	TEXTO BREVE	TEXTO COMPLETO
		POTENCIA NOMINAL:30/40MVA; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR:138 + 4 X 1,25%-12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO:11,0% NA BASE 138/34,5 KV-30 MVA; TIPO LIGACAO:TRIANGULO X ESTRELA C/NEUTRO ACESSIVEL; GRUPO:DYN1; TIPO ISOLACAO:OLEO VEGETAL-OV; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAF; COMUTADOR DERIVACOES:AUTOMATICO SOB CARGA-LTC; NORMAS/ESPECIFICACOES TECNICAS APLICAVEIS:ET.00320.EQTL-TRANSFORMADOR DE POTENCIA OV; STATUS MATERIAL:MATERIAL PADRAO EQUATORIAL-PDE; SUBSTITUTO:NAO APLICAVEL-NA; REQUISITOS ADICIONAIS:NAO APLICAVEL

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 70 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

8.2 Relação de Códigos Família YNYN0D1

CÓDIGO	TEXTO BREVE	TEXTO COMPLETO
102000074	TF-P 13,8/34,5KV 5/6,25MVA YNYN0D1 (MN)	TRANSFORMADOR DE POTENCIA; NUMERO FASES: TRIFASICO; USO: EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL: 60 HZ; POTENCIA NOMINAL: 5/6,25 MVA; TENSAO NOMINAL: 13,8/34,5 KV; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR: 13,8 + 1 X 2,5% - 4 X 2,5%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO: 7,0% NA BASE 13,8/34,5 KV - 5 MVA; TIPO LIGACAO: ESTRELA NEUTRO ACESSIVEL X ESTRELA NEUTRO ACESSIVEL X TRIANGULO; GRUPO: YNYN0D1; TIPO ISOLACAO: OLEO VEGETAL; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAP; COMUTADOR DERIVACOES: MANUAL, SEM CARGA; NORMA APLICAVEL: ABNT NBR 5356; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00320.EQTL.NORMAS E PADROES - TRANSFORMADOR DE POTENCIA A OLEO VEGETAL.
102000080	TF-P 23,1/13,8 5/6,25 YNYN0D1 OV MSC PDE	TRANSFORMADOR POTENCIA-TF-P; NUMERO FASES:TRIFASICO; USO:EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL:60HZ; TENSAO NOMINAL:23,1/13,8KV; POTENCIA NOMINAL:5/6,25 MVA; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR:23,1 + 1 X 2,5%-4 X 2,5%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO:7,0% NA BASE 23,1/13,8 KV-5 MVA; TIPO LIGACAO:ESTRELA X ESTRELA X DELTA FILTRO HARMONICOS; GRUPO:YNYN0D1; TIPO ISOLACAO:OLEO VEGETAL-OV; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAP; COMUTADOR DERIVACOES:MANUAL S/CARGA-MSC; NORMAS/ESPECIFICACOES TECNICAS APLICAVEIS:ET.00320.EQTL-TRANSFORMADOR DE POTENCIA OV; STATUS MATERIAL:MATERIAL PADRAO EQUATORIAL-PDE; SUBSTITUTO:NAO APLICAVEL-NA; REQUISITOS ADICIONAIS:NAO APLICAVEL
102010060	TF-P 69/13,8 10/12,5YNYN0D1 OV LTC PDE	TRANSFORMADOR POTENCIA-TF-P; NUMERO FASES:TRIFASICO; USO:EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL:60HZ; TENSAO NOMINAL:69/13,8KV;POTENCIA NOMINAL:10/12,5MVA; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR:69 + 4 X 1,25%-12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO:8,0% NA BASE 69/13,8 KV-10 MVA; TIPO LIGACAO:ESTRELA X ESTRELA X DELTA FILTRO HARMONICOS; GRUPO:YNYN0D1; TIPO ISOLACAO:OLEO VEGETAL-OV; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAP; COMUTADOR DERIVACOES:AUTOMATICO SOB CARGA-LTC; NORMAS/ESPECIFICACOES TECNICAS APLICAVEIS:ET.00320.EQTL-TRANSFORMADOR DE POTENCIA OV; STATUS MATERIAL:MATERIAL PADRAO EQUATORIAL-PDE; SUBSTITUTO:NAO APLICAVEL-NA; REQUISITOS ADICIONAIS:NAO APLICAVEL

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 71 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

CÓDIGO	TEXTO BREVE	TEXTO COMPLETO
102000067	TF-P 69/13,8KV 15/20MVA YNYN0D1 LTC	TRANSFORMADOR DE POTENCIA; NUMERO FASES: TRIFASICO; USO: EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL: 60 HZ; POTENCIA NOMINAL: 15/20 MVA; TENSAO NOMINAL: 69/13,8 KV; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR: 69 + 4 X 1,25% - 12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO: 9,0% NA BASE 69/13,8 KV - 15 MVA; TIPO LIGACAO: ESTRELA X ESTRELA X DELTA FILTRO HARMONICOS; GRUPO: YNYN0D1; TIPO ISOLACAO: OLEO VEGETAL; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAF; COMUTADOR DE DERIVACOES: AUTOMATICO SOB CARGA (LTC); NORMA APLICAVEL: ABNT NBR 5356; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00320.EQTL.NORMAS E PADROES - TRANSFORMADOR DE POTENCIA A OLEO VEGETAL
102000066	TF-P 69/13,8KV 20/26,6MVA YNYN0D1 LTC	TRANSFORMADOR DE POTENCIA; NUMERO FASES: TRIFASICO; USO: EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL: 60 HZ; POTENCIA NOMINAL: 20/26,6 MVA; TENSAO NOMINAL: 69/13,8 KV; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR: 69 + 4 X 1,25% - 12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO: 10,0% NA BASE 69/13,8 KV - 20 MVA; TIPO LIGACAO: ESTRELA X ESTRELA X DELTA FILTRO HARMONICOS; GRUPO: YNYN0D1; TIPO ISOLACAO: OLEO VEGETAL; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAF; COMUTADOR DERIVACOES: AUTOMATICO SOB CARGA (LTC); NORMA APLICAVEL: ABNT NBR 5356; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00320.EQTL.NORMAS E PADROES - TRANSFORMADOR DE POTENCIA A OLEO VEGETAL.
102000064	TF-P 69/13,8KV 30/40MVA YNYN0D1 LTC	TRANSFORMADOR DE POTENCIA; NUMERO FASES: TRIFASICO; USO: EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL: 60 HZ; POTENCIA NOMINAL: 30/40 MVA; TENSAO NOMINAL: 69/13,8 KV; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR: 69 + 4 X 1,25% - 12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO: 11,0% NA BASE 69/13,8 KV - 30 MVA; TIPO LIGACAO: ESTRELA X ESTRELA X DELTA FILTRO HARMONICOS; GRUPO: YNYN0D1; TIPO ISOLACAO: OLEO VEGETAL; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAF; COMUTADOR DERIVACOES: AUTOMATICO SOB CARGA (LTC); NORMA APLICAVEL: ABNT NBR 5356; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00320.EQTL.NORMAS E PADROES - TRANSFORMADOR DE POTENCIA A OLEO VEGETAL

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 72 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

CÓDIGO	TEXTO BREVE	TEXTO COMPLETO
102010061	TF-P 69/23,1 10/12,5YNYN0D1 OV LTC PDE	TRANSFORMADOR POTENCIA-TF-P; NUMERO FASES:TRIFASICO; USO:EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL:60HZ; TENSAO NOMINAL:69/23,1KV;POTENCIA NOMINAL:10/12,5MVA; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR:69 + 4 X 1,25%-12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO:8% NA BASE 69/23,1 KV-10 MVA; TIPO LIGACAO:ESTRELA X ESTRELA X DELTA FILTRO HARMONICOS; GRUPO:YNYN0D1; TIPO ISOLACAO:OLEO VEGETAL-OV; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAF; COMUTADOR DERIVACOES:AUTOMATICO SOB CARGA-LTC; NORMAS/ESPECIFICACOES TECNICAS APLICAVEIS:ET.00320.EQTL-TRANSFORMADOR DE POTENCIA OV ABNT NBR 5356; STATUS MATERIAL:MATERIAL PADRAO EQUATORIAL-PDE; SUBSTITUTO:NAO APLICAVEL-NA; REQUISITOS ADICIONAIS:NAO APLICAVEL
102010062	TF-P 69/23,1 15/20YNYN0D1 OV LTC PDE	TRANSFORMADOR POTENCIA-TF-P; NUMERO FASES:TRIFASICO; USO:EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL:60HZ; TENSAO NOMINAL:69/23,1KV; POTENCIA NOMINAL:15/20MVA; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR:69 + 4 X 1,25%-12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO:9,0% NA BASE 69/23,1 KV-15 MVA; TIPO LIGACAO:ESTRELA X ESTRELA X DELTA FILTRO HARMONICOS; GRUPO:YNYN0D1; TIPO ISOLACAO:OLEO VEGETAL-OV; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAF; COMUTADOR DERIVACOES:AUTOMATICO SOB CARGA-LTC; NORMAS/ESPECIFICACOES TECNICAS APLICAVEIS:ET.00320.EQTL-TRANSFORMADOR DE POTENCIA OV ABNT NBR 5356; STATUS MATERIAL:MATERIAL PADRAO EQUATORIAL-PDE; SUBSTITUTO:NAO APLICAVEL-NA; REQUISITOS ADICIONAIS:NAO APLICAVEL
102000063	TF-P 69/23,1KV 20/26,6MVA YNYN0D1 LTC	TRANSFORMADOR DE POTENCIA; NUMERO FASES: TRIFASICO; USO: EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL: 60 HZ; POTENCIA NOMINAL: 20/26,6 MVA; TENSAO NOMINAL: 69/23,1 KV; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR: 69 + 4 X 1,25% - 12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO: 10,0% NA BASE 69/23,1 KV - 20 MVA; TIPO LIGACAO: ESTRELA X ESTRELA X DELTA FILTRO HARMONICOS; GRUPO: YNYN0D1; TIPO ISOLACAO: OLEO VEGETAL; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAF; COMUTADOR DERIVACOES: AUTOMATICO SOB CARGA (LTC); NORMA APLICAVEL: ABNT NBR 5356; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00320.EQTL.NORMAS E PADROES - TRANSFORMADOR DE POTENCIA A OLEO VEGETAL

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 73 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

CÓDIGO	TEXTO BREVE	TEXTO COMPLETO
102010063	TF-P 69/23,1 30/40YNYN0D1 OV LTC PDE	TRANSFORMADOR POTENCIA-TF-P; NUMERO FASES:TRIFASICO; USO:EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL:60HZ; TENSAO NOMINAL:69/23,1KV;POTENCIA NOMINAL:30/40MVA; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR:69 + 4 X 1,25%-12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO:11PCT BASE 69/23,1KV 30MVA; TIPO LIGACAO:ESTRELA X ESTRELA X DELTA FILTRO HARMONICOS; GRUPO:YNYN0D1; TIPO ISOLACAO:OLEO VEGETAL-OV; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAF; COMUTADOR DERIVACOES:AUTOMATICO SOB CARGA-LTC; NORMAS/ESPECIFICACOES TECNICAS APLICAVEIS:ET.00320.EQTL-TRANSFORMADOR DE POTENCIA OV ABNT NBR 5356; STATUS MATERIAL:MATERIAL PADRAO EQUATORIAL-PDE; SUBSTITUTO:NAO APLICAVEL-NA; REQUISITOS ADICIONAIS:NAO APLICAVEL
102000060	TF-P 138/13,8KV 10/12,5MVA YNYN0D1 LTC	TRANSFORMADOR DE POTENCIA; NUMERO FASES: TRIFASICO; USO: EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL: 60 HZ; POTENCIA NOMINAL: 10/12,5 MVA; TENSAO NOMINAL: 138/13,8 KV; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR: 138 + 4 X 1,25% - 12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO: 8,0% NA BASE 138/13,8 KV - 10 MVA; TIPO LIGACAO: ESTRELA X ESTRELA X DELTA FILTRO HARMONICOS; GRUPO: YNYN0D1; TIPO ISOLACAO: OLEO VEGETAL; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAF; COMUTADOR DE DERIVACOES: AUTOMATICO SOB CARGA (LTC); NORMA APLICAVEL: ABNT NBR 5356; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00320.EQTL.NORMAS E PADROES - TRANSFORMADOR DE POTENCIA A OLEO VEGETAL
102020057	TF-P 138/13,8 15/20YNYN0D1 OV LTC PDE	TRANSFORMADOR POTENCIA-TF-P; NUMERO FASES:TRIFASICO; USO:EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL:60HZ; TENSAO NOMINAL:138/13,8KV;POTENCIA NOMINAL:15/20MVA; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR:138 + 4 X 1,25%-12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO:9,0% NA BASE 138/13,8 KV-15 MVA; TIPO LIGACAO:ESTRELA X ESTRELA X DELTA FILTRO HARMONICOS; GRUPO:YNYN0D1; TIPO ISOLACAO:OLEO VEGETAL-OV; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAF; COMUTADOR DERIVACOES:AUTOMATICO SOB CARGA-LTC; NORMAS/ESPECIFICACOES TECNICAS APLICAVEIS:ET.300.EQTL.NORMAS E PADROES-TRANSFORMADOR DE POTENCIA ABNT NBR 5356; STATUS MATERIAL:MATERIAL PADRAO EQUATORIAL-PDE; SUBSTITUTO:NAO APLICAVEL-NA; REQUISITOS ADICIONAIS:NAO APLICAVEL

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 74 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

CÓDIGO	TEXTO BREVE	TEXTO COMPLETO
102020061	TF-P 138/13,8 20/26,6 YNYN0D1 OV LTC PDE	TRANSFORMADOR POTENCIA-TF-P; NUMERO FASES:TRIFASICO; USO:EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL:60HZ; TENSAO NOMINAL:138/13,8KV;POTENCIA NOMINAL:20/26,6MVA; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR:138 + 4 X 1,25%-12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO:10,0% NA BASE 138/13,8 KV-20 MVA; TIPO LIGACAO:ESTRELA X ESTRELA X DELTA FILTRO HARMONICOS; GRUPO:YNYN0D1; TIPO ISOLACAO:OLEO VEGETAL-OV; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAF; COMUTADOR DERIVACOES:AUTOMATICO SOB CARGA-LTC; NORMAS/ESPECIFICACOES TECNICAS APLICAVEIS:ET.00320.EQTL-TRANSFORMADOR DE POTENCIA OV ABNT NBR 5356; STATUS MATERIAL:MATERIAL PADRAO EQUATORIAL-PDE; SUBSTITUTO:NAO APLICAVEL-NA; REQUISITOS ADICIONAIS:NAO APLICAVEL
102000055	TF-P 138/13,8KV 25/33,3 YNYN0D1 OV LTC PDE	TRANSFORMADOR DE POTENCIA; NUMERO FASES: TRIFASICO; USO: EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL: 60 HZ; POTENCIA NOMINAL: 25/33,3 MVA; TENSAO NOMINAL: 138/13,8 KV; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR: 138 + 4 X 1,25% - 12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO: 11,0% NA BASE 138/13,8 KV - 25 MVA; TIPO LIGACAO: ESTRELA X ESTRELA X DELTA FILTRO HARMONICOS; GRUPO: YNYN0D1; TIPO ISOLACAO: OLEO VEGETAL; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAF; COMUTADOR DERIVACOES: AUTOMATICO SOB CARGA (LTC); NORMA APLICAVEL: ABNT NBR 5356; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00320.EQTL.NORMAS E PADROES - TRANSFORMADOR DE POTENCIA A OLEO VEGETAL.
102020058	TF-P 138/13,8 30/40 YNYN0D1 OV LTC PDE	TRANSFORMADOR POTENCIA-TF-P; NUMERO FASES:TRIFASICO; USO:EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL:60HZ; TENSAO NOMINAL:138/13,8KV;POTENCIA NOMINAL:30/40MVA; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR:138 + 4 X 1,25%-12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO:11,0% NA BASE 138/13,8 KV-30 MVA; TIPO LIGACAO:ESTRELA X ESTRELA X DELTA FILTRO HARMONICOS; GRUPO:YNYN0D1; TIPO ISOLACAO:OLEO VEGETAL-OV; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAF; COMUTADOR DERIVACOES:AUTOMATICO SOB CARGA-LTC; NORMAS/ESPECIFICACOES TECNICAS APLICAVEIS:ET.00320.EQTL-TRANSFORMADOR DE POTENCIA OV ABNT NBR 5356; STATUS MATERIAL:MATERIAL PADRAO EQUATORIAL-PDE; SUBSTITUTO:NAO APLICAVEL-NA; REQUISITOS ADICIONAIS:NAO APLICAVEL

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 75 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

CÓDIGO	TEXTO BREVE	TEXTO COMPLETO
102020062	TF-P 138/23,1 10/12,5 YNYN0D1 OV LTC PDE	TRANSFORMADOR POTENCIA-TF-P; NUMERO FASES:TRIFASICO; USO:EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL:60HZ; TENSAO NOMINAL:138/23,1KV;POTENCIA NOMINAL:10/12,5MVA; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR:138 + 4 X 1,25%-12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO:8,0% NA BASE 138/23,1 KV-10 MVA; TIPO LIGACAO:ESTRELA X ESTRELA X DELTA FILTRO HARMONICOS; GRUPO:YNYN0D1; TIPO ISOLACAO:OLEO VEGETAL-OV; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAF; COMUTADOR DERIVACOES:AUTOMATICO SOB CARGA-LTC; NORMAS/ESPECIFICACOES TECNICAS APLICAVEIS:ET.00320.EQTL-TRANSFORMADOR DE POTENCIA OV ABNT NBR 5356; STATUS MATERIAL:MATERIAL PADRAO EQUATORIAL-PDE; SUBSTITUTO:NAO APLICAVEL-NA; REQUISITOS ADICIONAIS:NAO APLICAVEL
102020059	TF-P 138/23,1 15/20 YNYN0D1 OV LTC PDE	TRANSFORMADOR POTENCIA-TF-P; NUMERO FASES:TRIFASICO; USO:EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL:60HZ; TENSAO NOMINAL:138/23,1KV;POTENCIA NOMINAL:15/20MVA; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR:138 + 4 X 1,25%-12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO:9,0% NA BASE 138/23,1 KV-15 MVA; TIPO LIGACAO:ESTRELA X ESTRELA X DELTA FILTRO HARMONICOS; GRUPO:YNYN0D1; TIPO ISOLACAO:OLEO VEGETAL-OV; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAF; COMUTADOR DERIVACOES:AUTOMATICO SOB CARGA-LTC; NORMAS/ESPECIFICACOES TECNICAS APLICAVEIS:ET.00320.EQTL-TRANSFORMADOR DE POTENCIA OV ABNT NBR 5356; STATUS MATERIAL:MATERIAL PADRAO EQUATORIAL-PDE; SUBSTITUTO:NAO APLICAVEL-NA; REQUISITOS ADICIONAIS:NAO APLICAVEL
102020063	TF-P 138/23,1 20/26,6 YNYN0D1 OV LTC PDE	TRANSFORMADOR POTENCIA-TF-P; NUMERO FASES:TRIFASICO; USO:EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL:60HZ; TENSAO NOMINAL:138/23,1KV;POTENCIA NOMINAL:20/26,6MVA; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR:138 + 4 X 1,25%-12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO:10,0% NA BASE 138/23,1 KV 20 MVA; TIPO LIGACAO:ESTRELA X ESTRELA X DELTA FILTRO HARMONICOS; GRUPO:YNYN0D1; TIPO ISOLACAO:OLEO VEGETAL-OV; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAF; COMUTADOR DERIVACOES:AUTOMATICO SOB CARGA-LTC; NORMAS/ESPECIFICACOES TECNICAS APLICAVEIS:ET.00320.EQTL-TRANSFORMADOR DE POTENCIA OV ABNT NBR 5356; STATUS MATERIAL:MATERIAL PADRAO EQUATORIAL-PDE; SUBSTITUTO:NAO APLICAVEL-NA; REQUISITOS ADICIONAIS:NAO APLICAVEL

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 76 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

CÓDIGO	TEXTO BREVE	TEXTO COMPLETO
102020064	TF-P 138/23,1 25/33,3 YNYN0D1 OV LTC PDE	TRANSFORMADOR POTENCIA-TF-P; NUMERO FASES:TRIFASICO; USO:EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL:60HZ; TENSAO NOMINAL:138/23,1KV;POTENCIA NOMINAL:25/33,3MVA; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR:138 + 4 X 1,25%-12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO:11,0% NA BASE 138/23,1 KV-25 MVA; TIPO LIGACAO:ESTRELA X ESTRELA X DELTA FILTRO HARMONICOS; GRUPO:YNYN0D1; TIPO ISOLACAO:OLEO VEGETAL-OV; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAF; COMUTADOR DERIVACOES:AUTOMATICO SOB CARGA-LTC; NORMAS/ESPECIFICACOES TECNICAS APLICAVEIS:ET.00320.EQTL-TRANSFORMADOR DE POTENCIA OV ABNT NBR 5356; STATUS MATERIAL:MATERIAL PADRAO EQUATORIAL-PDE; SUBSTITUTO:NAO APLICAVEL; REQUISITOS ADICIONAIS:NAO APLICAVEL
102020060	TF-P 138/23,1 30/40YNYN0D1 OV LTC PDE	TRANSFORMADOR POTENCIA-TF-P; NUMERO FASES:TRIFASICO; USO:EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL:60HZ; TENSAO NOMINAL:138/23,1KV;POTENCIA NOMINAL:30/40MVA; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR:138 + 4 X 1,25%-12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO:11,0% NA BASE 138/23,1 KV-30 MVA; TIPO LIGACAO:ESTRELA X ESTRELA X DELTA FILTRO HARMONICOS; GRUPO:YNYN0D1; TIPO ISOLACAO:OLEO VEGETAL-OV; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAF; COMUTADOR DERIVACOES:AUTOMATICO SOB CARGA-LTC; NORMAS/ESPECIFICACOES TECNICAS APLICAVEIS:ET.00320.EQTL-TRANSFORMADOR DE POTENCIA OV ABNT NBR 5356; STATUS MATERIAL:MATERIAL PADRAO EQUATORIAL-PDE; SUBSTITUTO:NAO APLICAVEL-NA; REQUISITOS ADICIONAIS:NAO APLICAVEL
102000073	TF-P 138/69/13,8 30/40M YNYN0D1 LTC(MN)	TRANSFORMADOR DE POTENCIA; NUMERO FASES: TRIFASICO; USO: EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL: 60 HZ; POTENCIA NOMINAL: 30/40 MVA; TENSAO NOMINAL: 138/69/13,8 KV; DERIVACOES TENSAO NOMINAL SUPERIOR: 138 + 4 X 1,25% - 12 X 1,25%; IMPEDANCIA CURTO-CIRCUITO: 4,56% NA BASE 40 MVA- 138/69KV; TIPO LIGACAO: ESTRELA X ESTRELA X DELTA FILTRO HARMONICO ACESSIVEL GRUPO: YNYN0D1; TIPO ISOLACAO: OLEO VEGETAL; METODO RESFRIAMENTO: KNAN/KNAF; COMUTADOR DE DERIVACOES: AUTOMATICO SOB CARGA (LTC); NORMA APLICAVEL: ABNT NBR 5356; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00320.EQTL.NORMAS E PADROES - TRANSFORMADOR DE POTENCIA A OLEO VEGETAL. ### USO EXCLUSIVO DA MANUTENCAO ###

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 78 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

Anexo II – Lista de Sobressalentes

 ANEXO II - LISTA DE SOBRESALENTES ET.00320.EQTL - Transformador de Potência à Óleo Vegetal Revisão 01 - 2025		
CLIENTE		
PROPONENTE		
DESCRIÇÃO MATERIAL		
CÓDIGO		
QUANTIDADE		
ITEM	MATERIAL	PREÇO (R\$)
1	BUCHA DE ALTA TENSÃO COMPLETA COM ACESSÓRIOS	
2	BUCHA DE BAIXA TENSÃO COMPLETA COM ACESSÓRIOS	
3	BUCHA DE NEUTRO COMPLETA COM ACESSÓRIOS	
4	CONJUNTO DE TERMORESISTENCIA PT100	
5	MONITOR DE TEMPERATURA DA IMAGEM TÉRMICA	
6	CONJUNTO DE RELÉS AUXILIARES DA CAIXA DE COMANDO	
7	RELÉ DE CONTROLE DE TENSÃO	
8	CONJUNTO DE CHAVES SELETORAS DE CADA TIPO UTILIZADO NA MONTAGEM	
9	CONJUNTO DE TRANSDUTORES (SE HOUVER)	
10	CONJUNTO DE CONTATOR E/OU DISJUNTOR DE CADA TIPO UTILIZADO	
11	GRUPO MOTO-VENTILADOR	
12	CONJUNTO DE FUSÍVEIS UTILIZADOS	
13	MOTOR DO COMUTADOR	
14	CONJUNTO DE CONTATOS DE COMUTAÇÃO E TRANSIÇÃO DO COMUTADOR	
15	CONJUNTO DE RESISTORES DE TRANSIÇÃO DO COMUTADOR	
16	CONJUNTO DE VÁLVULAS INCLUINDO UMA VÁLVULA DE CADA TIPO E TAMANHO UTILIZADO	
17	SISTEMA DIGITAL DE SUPERVISÃO DE PARALELISMO	
18	SECADOR DE AR A SILICA-GEL, DE CADA TIPO EMPREGADO	
19	CONJUNTO INDICADOR DE POSIÇÃO PARA MEDIÇÃO DE TAP POR ENTRADA POTENCIOMÉTRICA	
20	RELÉ DE FALTA DE FASE TRIFÁSICO	

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 79 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

Anexo III – Características Técnicas - Monitoramento

	ANEXO III - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS - MONITORAMENTO. ET.00320.EQTL - Transformador de Potência à Óleo Vegetal Revisão 01 - 2025
Os equipamentos ofertados para o monitoramento do transformador deverão apresentar todos os relatórios de ensaios de tipo realizados em laboratórios independentes e reconhecidos pela Concessionária que comprovem a aprovação nos seguintes ensaios:	
Imunidade a Surtos (IEC 61000-4-5): · Surtos fase-terra e neutro-terra: · Surtos fase-neutro:	1 kV, 5 por polaridade (+/-) 2 kV, 5 por polaridade (+/-)
Imunidade a Transitórios Elétricos (IEC 60255-22-1): · Valor de pico 1º ciclo · Frequência: · Tempo e taxa de repetição: · Decaimento a 50%:	2,5 kV 1,1 MHz 2 segundos, 400 surtos/seg. 5 ciclos
Tensão Aplicada (IEC 60255-5): · Tensão suportável à frequência industrial	2 kV 60 Hz 1 min. contra terra
Imunidade a Campos Eletromagnéticos Irrradiados (IEC 61000-4-3): · Frequência: · Intensidade de campo:	26 a 1000 MHz 10 V/m
Imunidade a Perturbações Eletromagnéticas Conduzidas (IEC 61000-4-6): · Frequência: · Intensidade de campo:	0,15 a 80 MHz 10 V/m
Descargas Eletrostáticas (IEC 60255-22-2): · Modo ar: · Modo contato:	8 kV, dez descargas por polaridade 6 kV, dez descargas por polaridade
Ensaio Climático: (IEC 60068-2-14): · Faixa de temperatura: · Tempo total do teste:	-40 a +85°C 96 horas
Imunidade a Transitórios Elétricos Rápidos (IEC61000-4-4): · Teste na alimentação, entradas e saídas: · Teste na comunicação serial:	4 kV 2 kV
Resposta à vibração: (IEC 60255-21-1): · Modo de Aplicação: · Amplitude: · Duração:	3 eixos (X, Y e Z), senoidal 0,075 mm de 10 a 58 Hz 1 G de 58 a 150 Hz 8 min/eixo
Resistência a vibração: (IEC 60255-21-1): · Modo de Aplicação: · Frequência: · Intensidade: · Duração:	3 eixos (X, Y e Z), senoidal 10 a 150 Hz 2 G 160 n/eixo

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 80 de 73
		Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal	Código: ET.00320.EQTL
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

Anexo IV – Plano de Inspeção e Teste – Ensaios de Rotina

 ANEXO IV - PLANO DE INSPEÇÃO E TESTE - ENSAIOS DE ROTINA ET.00320.EQTL - Transformador de Potência à Óleo Vegetal Revisão 01 - 2025											
Fabricante:						Nº Pedido:					
Modelo:						Código Equatorial:					
Nº Série:						Quantidade:					
ITEM	TIPO DO ENSAIO	DESCRIÇÃO DO ENSAIO	INSTRUÇÃO E PROCEDIMENTOS	PERCENTUAL DE AMOSTRA	CONDIÇÕES			LOCAL / DATA	QUANTIDADE INSPECIONADA	QUANTIDADE APROVADA	OBSERVAÇÕES
					1	2	3				
1	Medição da resistência elétrica dos enrolamentos	Ver item 11.2 da ABNT NBR 5356-1	100%								
2	Medição da relação de transformação, polaridade e verificação do deslocamento angular e sequencia de fases	Ver item 11.3 da ABNT NBR 5356-1	100%								
3	Medição da impedância de curto-circuito e das perdas em carga	Ver item 11.4 da ABNT NBR 5356-1	100%								
4	Medição das perdas em vazio e corrente de excitação	Ver item 11.5 da ABNT NBR 5356-1	100%								
5	Ensaio dielétricos de rotina	Ver item 7.3 da ABNT NBR 5356-3	100%								
6	Ensaio de comutador de derivações em carga, quando aplicável	Ver item 11.8 da ABNT NBR 5356-1	100%								
7	Medição de resistência de isolamento	Ver item 11.9 da ABNT NBR 5356-1	100%								
8	Estanqueidade e resistência a pressão	Ver item 11.10 da ABNT NBR 5356-1	100%								
9	Verificação do funcionamento dos acessórios	Ver item 11.10.2 da ABNT NBR 5356-1	100%								
10	Ensaio de óleo isolante	Ver item 11.11 da ABNT NBR 5356-1	100%								
11	Análise cromatográfica dos gases dissolvidos no óleo isolante	Ver item 11.13 da ABNT NBR 5356-1	100%								
12	Medição do fator de dissipação da isolação	Ver item 11.20 da ABNT NBR 5356-1	100%								
13	Medição de harmônicas da corrente de excitação	Ver item 11.6 da ABNT NBR 5356-1	100%								
14	Medição da resposta em frequência e impedância terminal	Ver item 11.21 da ABNT NBR 5356-1	100%								
15	Medição das impedâncias de sequência zero em transformadores trifásicos	Ver item 11.7 da ABNT NBR 5356-1	100%								
16	Verificação da espessura e aderência da pintura	Ver item 11.12 da ABNT NBR 5356-1	100%								
17	Verificação da espessura e aderência da pintura da camada externa	Ver item 11.12 da ABNT NBR 5356-1	100%								
18	Verificação da espessura e aderência da camada de zinco das peças galvanizadas	ver ABNT NBR 7400	100%								
Condições da Inspeção		1		2				3			
		<u>Local de Inspeção</u> F = Fabrica L = Laboratório Terceirizado S = Subfornecedor A = Almoxarifado Equatorial (*) = Não Aplicável		<u>Inspeção</u> P = Na presença do Inspetor da Equatorial F = Sem a presença do Inspetor (*) = Não Aplicável				<u>Emissão de Certificado ou Relatório de Ensaio</u> C = Entrega para Registro ¹ E = Exame / Análise ² (*) = Não Aplicável			

¹ Os certificados/relatórios de ensaio devem ser entregues ao inspetor Equatorial devidamente preenchidos, identificados com o nome/tipo e número de série dos equipamentos ensaiados e assinados pelo(s) responsável(is) pela(s) área(s) de testes.
² Não é necessário fornecer uma cópia dos certificados/relatórios, somente apresentar o documento para análise do inspetor Equatorial.
 - Os equipamentos de medições utilizados na inspeção deverão estar aferidos e calibrados por órgãos reconhecidos e os certificados apresentados no início da inspeção.
 - Os procedimentos de cada ensaio e valores de referência deverão seguir a especificação técnica e normas aplicáveis

ASSINATURA CONCESSIONÁRIA		ASSINATURA FORNECEDOR	
---------------------------	--	-----------------------	--

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 81 de 73
		Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal	Código: ET.00320.EQTL
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

Anexo V – Plano de Inspeção e Teste – Ensaios de Tipo

 ANEXO V - PLANO DE INSPEÇÃO E TESTE - ENSAIOS DE TIPO ET.00320.EQTL - Transformador de Potência à Óleo Vegetal Revisão 01 - 2025										
Fabricante:					Nº Pedido:					
Modelo:					Código Equatorial:					
Nº Série:					Quantidade:					
ITEM	DESCRIÇÃO DO ENSAIO	INSTRUÇÃO E PROCEDIMENTOS	PERCENTUAL DE AMOSTRA	CONDIÇÕES			LOCAL / DATA	QUANTIDADE INSPECIONADA	QUANTIDADE APROVADA	OBSERVAÇÕES
				1	2	3				
1	Ensaio de elevação de temperatura	Ver item 5 da ABNT NBR 5356-2	Protótipo							
2	Ensaio dielétrico de tipo	Ver item 7.3 ABNT NBR 5356-3	Protótipo							
Condições da Inspeção		1		2			3			
		<u>Local de Inspeção</u> F = Fábrica L = Laboratório Terceirizado S = Subfornecedor A = Almoxarifado Equatorial (*) = Não Aplicável		<u>Inspeção</u> P = Na presença do Inspetor da Equatorial F = Sem a presença do Inspetor (*) = Não Aplicável			<u>Emissão de Certificado ou Relatório de Ensaio</u> C = Entrega para Registro ¹ E = Exame / Análise ² (*) = Não Aplicável			
¹ Os certificados/relatórios de ensaio devem ser entregues ao inspetor Equatorial devidamente preenchidos, identificados com o nome/tipo e número de série dos equipamentos ensaiados e assinados pelo(s) responsável(is) pela(s) área(s) de testes. ² Não é necessário fornecer uma cópia dos certificados/relatórios, somente apresentar o documento para análise do inspetor Equatorial. - Os equipamentos de medições utilizados na inspeção deverão estar aferidos e calibrados por órgãos reconhecidos e os certificados apresentados no início da inspeção. - Os procedimentos de cada ensaio e valores de referência deverão seguir a especificação técnica e normas aplicáveis										
ASSINATURA CONCESSIONÁRIA					ASSINATURA FORNECEDOR					

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em:	Página:
		30/01/2025	82 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

Anexo VI – Plano de Inspeção e Teste – Ensaios de Recebimento

 ANEXO VI - PLANO DE INSPEÇÃO E TESTE - ENSAIOS DE RECEBIMENTO ET.00320.EQTL - Transformador de Potência à Óleo Vegetal Revisão 01 - 2025										
Fabricante:					Nº Pedido:					
Modelo:					Código Equatorial:					
Nº Série:					Quantidade:					
ITEM	DESCRIÇÃO DO ENSAIO	INSTRUÇÃO E PROCEDIMENTOS	PERCENTUAL DE AMOSTRA	CONDIÇÕES			LOCAL / DATA	QUANTIDADE INSPECIONADA	QUANTIDADE APROVADA	OBSERVAÇÕES
				1	2	3				
1	Inspeção preliminar, antes do descarregamento, verificando as condições externas, acessórios e componentes quanto a deformação, vazamentos e estado da pintura	Ver item 4.2.2.1 da NBR 5356-9	100%							
2	Conferencia dos componentes e acessórios via romaneio	Ver item 4.2.2.2 da NBR 5356-9	100%							
3	Verificação de recebimento de toda documentação técnica, desenhos, instruções de montagem, certificados de ensaio e demais documentos técnicos conforme condições contratuais	Ver item 4.2.2.3 da NBR 5356-9	100%							
4	Análise e emissão de laudo do registrador de impacto	Ver item 4.2.4.1 da NBR 5356-9	100%							
5	Verificação da pressão manométrica do gás seco no tanque e nos cilindros de suprimento(Equipamentos transportado sem líquido isolante)	Ver item 4.2.4.2 da NBR 5356-9	100%							
6	Realização da análise do líquido isolante (Equipamentos transportado com líquidos isolantes)	Ver item 4.2.4.3 da NBR 5356-9	100%							
7	Medição da resistência do isolamento do núcleo do transformador, em corrente continua sem óleo	Ver item 4.2.4.4 da NBR 5356-9	100%							
8	Realização de inspeção interna caso necessário	Ver item 4.2.4.6 e 4.2.4.7 da NBR 5356-9	100%							
		1				2				3
Condições da Inspeção		<u>Local de Inspeção</u> F = Fabrica L = Laboratório Terceirizado S = Subfornecedor A = Almoxarifado Equatorial (*) = Não Aplicável		<u>Inspeção</u> P = Na presença do Inspetor da Equatorial F = Sem a presença do Inspetor (*) = Não Aplicável			<u>Emissão de Certificado ou Relatório de Ensaio</u> C = Entrega para Registro¹ E = Exame / Análise² (*) = Não Aplicável			

¹ Os certificados/relatórios de ensaio devem ser entregues ao Inspetor Equatorial devidamente preenchidos, identificados com o nome/tipo e número de série dos equipamentos ensaiados e assinados pelo(s) responsável(is) pela(s) área(s) de testes.

² Não é necessário fornecer uma cópia dos certificados/relatórios, somente apresentar o documento para análise do Inspetor Equatorial.

- Os equipamentos de medições utilizados na inspeção deverão estar aferidos e calibrados por órgãos reconhecidos e os certificados apresentados no início da inspeção.

- Os procedimentos de cada ensaio e valores de referência deverão seguir a especificação técnica e normas aplicáveis

ASSINATURA CONCESSIONÁRIA		ASSINATURA FORNECEDOR	
---------------------------	--	-----------------------	--

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 30/01/2025	Página: 83 de 73
Título: Transformador de Potência à Óleo Vegetal		Código: ET.00320.EQTL	Revisão: 01
Classificação da informação: ☒ Público ☐ Interno ☐ Restrito ☐ Confidencial			

10 CONTROLE DE APROVAÇÕES

REV	DATA	ITEM	DESCRIÇÃO DA MODIFICAÇÃO	RESPONSÁVEL
00	30/09/2024	Todos	Emissão inicial	Márcio de Oliveira Mendes
01	24/01/2025	-	Apenas a adaptação do documento ao Sistema SE Suíte, sem qualquer modificação no conteúdo da revisão anterior.	Maria Elizabeth Braz Santos

11 APROVAÇÃO

ELABORADOR (ES)

Márcio de Oliveira Mendes – Gerência Corporativa de Normas e Qualidade

COLABORADOR (ES)

Francerday Marlos Menezes Pinheiro – Gerência Corporativa de Manutenção e Automação

Marcos Antonio Lindolfo Vieira da Silva Junior - Gerência Corporativa de Manutenção e Automação

Jeferson Ricardo Martins Pinheiro – Gerência Corporativa de Manutenção e Automação

Lua Ferreira da Silva – Gerência Corporativa de Expansão AT

REVISOR (ES)

Carlos Henrique da Silva Vieira – Gerência Corporativa de Normas e Qualidade

APROVADOR (ES)

Jorge Alberto Oliveira Tavares – Gerência Corporativa de Normas e Qualidade

TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA À ÓLEO VEGETAL

GRUPO
equatorial
ENERGIA

