
 <i>Público</i>	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo Abaixador e Elevador de Tensão

Sumário

1.	OBJETIVO .....	2
2.	ÂMBITO DE APLICAÇÃO .....	2
3.	DEFINIÇÕES .....	2
4.	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	2
5.	RESPONSABILIDADES.....	3
6.	REGRAS BÁSICAS .....	3
6.1	Conceitos básicos .....	3
6.2	Memoriais de cálculo .....	19
6.3	Meio ambiente.....	19
6.4	Condições dos locais de instalação .....	20
6.5	Características elétricas dos sistemas.....	20
6.6	Características do equipamento .....	20
6.7	Componentes de reserva.....	30
6.8	Ferramentas especiais.....	31
6.9	Tambores para óleo isolante.....	31
6.10	Códigos dos equipamentos.....	31
7.	CONTROLE DE REGISTROS .....	32
8.	ANEXOS.....	33
9.	REGISTRO DE ALTERAÇÕES.....	37

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	13/06/2023	1 de 37

 <b>Público</b>	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento: RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo Abaixador e Elevador de Tensão

## 1. OBJETIVO

Definir os requisitos técnicos do equipamento transformador de distribuição trifásico e seus acessórios, inteiramente novos e sem uso, para uso externo, utilizado nas redes de distribuição das distribuidoras do Grupo CPFL Energia.

## 2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

### 2.1 Empresa

Distribuidoras do Grupo CPFL Energia.

### 2.2 Área

Engenharia, Gestão de Ativos, Operações de Campo, Obras e Manutenção e Suprimentos.

## 3. DEFINIÇÕES

### 3.1 Transformador de distribuição

Equipamento elétrico estático que, por indução eletromagnética, transforma tensão e corrente alternadas entre dois ou mais enrolamentos, sem mudança de frequência, cuja finalidade principal é transformar energia elétrica entre partes de um sistema de potência, utilizado em sistemas de distribuição de energia elétrica.

## 4. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

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

ABNT NBR 5356-1 – Transformadores de potência - Parte 1: Generalidades

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

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

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

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

ABNT NBR 7070 – Amostragem de gases e óleo mineral isolantes de equipamentos elétricos e análise dos gases livres e dissolvidos

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


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

ABNT NBR 11003 – Tintas - Determinação da aderência

ABNT NBR 12460 – Buchas de tensões nominais 15 kV, 24,2 kV e 36,2 kV para transformadores e reatores de potência - Padronização

ABNT NBR 16367-1 – Acessórios para transformadores e reatores de sistemas de potência imersos em líquido isolante - Parte 1: Secador de ar

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	013/06/2023	2 de 37

 <b>Público</b>	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento: RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo Abaixador e Elevador de Tensão

ABNT NBR 16367-2 – Acessórios para transformadores e reatores de sistemas de potência imersos em líquido isolante - Parte 2: Dispositivo de alívio

ABNT NBR 16367-5 – Acessórios para transformadores e reatores de sistemas de potência imersos em líquido isolante - Parte 5: Indicador de nível de óleo

ABNT NBR 16367-6 – Acessórios para transformadores e reatores de sistemas de potência imersos em líquido isolante - Parte 6: Válvulas para transformadores

ABNT NBR 16367-7 – Acessórios para transformadores e reatores de sistemas de potência imersos em líquido isolante - Parte 7: Relé detector de gás

ABNT NBR 16752 – Desenho técnico - Requisitos para apresentação em folhas de desenho

ASTM A239 – Standard Practice for Locating the Thinnest Spot in a Zinc (Galvanized) Coating on Iron or Steel Articles

ASTM A90 – Standard Test Method for Weight [Mass] of Coating on Iron and Steel Articles with Zinc or Zinc-Alloy Coatings

ASTM B499 – Standard Test Method for Measurement of Coating Thicknesses by the Magnetic Method: Nonmagnetic Coatings on Magnetic Basis Metals

IEC CISPR 18-2 – Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment - Part 2: Methods of measurement and procedure for determining limits

SIS 05-5900 – Surface preparation standards for painting steel surfaces

Norma regulamentadora do Ministério do Trabalho NR 35 Trabalho em altura

Resolução CONAMA Nº 237, de 19 de dezembro de 1997

Caso ocorram itens conflitantes nas normas mencionadas, prevalecerá aquele que assegurar qualidade superior, ou outro, mediante decisão da CPFL.

Para os itens não abrangidos por estas normas e por este documento técnico, ou apenas para efeito de seleção de materiais, o fornecedor poderá adotar outras normas, desde que devidamente justificadas e mostrando com clareza as diferenças existentes, anexando cópia em língua portuguesa, ou inglesa, das respectivas normas utilizadas, ficando a critério da CPFL sua aceitação.

## 5. RESPONSABILIDADES

A área de Engenharia de Normas e Padrões das distribuidoras do Grupo CPFL é a responsável pela publicação deste documento.


## 6. REGRAS BÁSICAS

### 6.1 Conceitos básicos

#### 6.1.1 Condições normativas

O equipamento, seus componentes, acessórios e materiais deverão ser projetados, fabricados e ensaiados conforme as principais normas técnicas brasileiras e/ou internacionais aplicáveis, em suas últimas revisões, dentre ABNT, IEC, ANSI, ISO, BS, DIN, VDE e outras, exceto quando estabelecido de outra forma neste documento. Caso ocorram itens conflitantes nas normas

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	13/06/2023	3 de 37

 <b>Público</b>	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento: RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo Abaixador e Elevador de Tensão

mencionadas, prevalecerá aquele que assegurar qualidade superior, ou outro, mediante decisão da CPFL.

Todos os documentos e desenhos referentes ao equipamento aqui especificado, utilizados na interação com a CPFL com vistas ao seu fornecimento, deverão fazer uso do Sistema Internacional de Unidades (Sistema Métrico Decimal). Se outro sistema de unidades for usado, a conversão para o Sistema Internacional deverá ser indicada ao lado.

### 6.1.2 Proposta técnica de fornecimento

A proposta técnica de fornecimento, bem como todos os documentos técnicos e anexos que dela fizerem parte, deverão ser redigidos em português ou inglês. Deverá estar claramente indicada a normalização técnica que se aplica ao equipamento ofertado. Todo e qualquer erro de redação cometido pelo proponente que possa afetar a interpretação da proposta técnica será de sua inteira responsabilidade, que se sujeitará às penalidades que do erro advenham.

A proposta técnica deverá obrigatoriamente conter as informações solicitadas nesta subseção, completamente preenchidas e assinadas pelo proponente responsável. Após a confirmação do contrato de fornecimento, não serão aceitas alterações de tipo e/ou fabricante declarados sem análise e aprovação prévia da CPFL. O proponente deverá anexar folhas separadas contendo quaisquer respostas que, pela extensão, não possam ser inseridas nos documentos solicitados nesta subseção (a elas referindo-se claramente), ou que incluam quaisquer outras informações de real interesse para a perfeita caracterização do equipamento ofertado.

Os acessórios e componentes do equipamento proposto deverão, quando for o caso, ser dos tipos e fabricantes indicados neste documento. A utilização destes componentes não isenta o proponente de todas as responsabilidades sobre eles. O proponente poderá, no entanto, utilizar componentes alternativos, desde que o motivo da inadequação dos especificados pela CPFL seja explicitado e que sejam mantidas a qualidade, as funções e as características técnicas aqui especificadas, bem como sua utilização tenha sido aprovada pela CPFL antes da aplicação no equipamento. Todos os acessórios e componentes necessários ao pleno funcionamento do equipamento deverão ser fornecidos mesmo quando não explicitamente especificados.

A proposta técnica deverá conter, também, as seguintes informações:


- Tabela de dados técnicos garantidos;
- Desenho do aspecto externo do equipamento, indicando as dimensões principais, pesos, componentes e acessórios etc.

A CPFL poderá solicitar quaisquer outras informações que julgar necessárias para o perfeito entendimento das características técnicas do tipo ou modelo de equipamento ofertado.

O proponente deve, também, cotar itens relativos a componentes de reserva ou sobressalentes recomendados, devendo ser idênticos, em todos os aspectos, aos correspondentes do equipamento original aqui especificado e cobrindo um período de operação de pelo menos 5 anos. Eles poderão ser submetidos a inspeção e ensaios, a critério da CPFL. A embalagem e o transporte destes componentes devem ser feitos levando-se em consideração o estabelecido em 6.1.6 deste documento.

Ainda, o proponente deve cotar itens relativos a quaisquer dispositivos e/ou ferramentas especiais necessárias à montagem e manutenção do equipamento e seus acessórios, não usualmente encontradas no mercado brasileiro. Elas poderão ser submetidas a inspeção e ensaios, a critério da CPFL. A embalagem e o transporte destas ferramentas especiais devem ser feitos levando-se em consideração o estabelecido em 6.1.6 deste documento.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	10/13/06/2023	4 de 37

 <b>Público</b>	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo
		Abaixador e Elevador de Tensão

Caso seja necessário dispositivo e/ou ferramenta que se comprove ser especial para montagem e/ou manutenção do equipamento e não tenha sido incluído na proposta, o fornecedor será obrigado a supri-lo sem ônus, na quantidade indicada pela CPFL.

### 6.1.3 Fabricação e garantia

Nenhuma alteração poderá ser realizada pelo fornecedor aos termos, valores e unidades adotados por este documento. No caso de detalhes não mencionados, o fornecedor deve satisfazer ao que de melhor existir em trabalho no gênero. Quando forem adquiridas mais de uma unidade do mesmo tipo ou modelo de equipamento sob o mesmo contrato de fornecimento, todas elas devem possuir o mesmo projeto e ser essencialmente iguais, com todas as peças e acessórios correspondentes intercambiáveis.

Qualquer modificação do projeto original, que por razões de ordem técnica se tornar necessária, deve ser antecipadamente comunicada e somente poderá ser realizada com a aprovação formal da CPFL.

O equipamento, bem como seus acessórios e componentes, deve ser coberto por uma garantia contra quaisquer defeitos decorrentes de projeto, fabricação e acabamento pelo prazo mínimo de 24 (vinte e quatro) meses após a entrega no ponto de destino citado no contrato de fornecimento e/ou 18 (dezoito) meses após a entrada em operação.

Durante o período de garantia, o fornecedor deve substituir ou reparar, atendendo no menor prazo possível a solicitação da CPFL, qualquer acessório ou peça que apresente defeito, falha ou falta oriundas da fabricação, emprego de materiais inadequados ou acabamento, conforme o caso. Se após ser notificado o fornecedor se recusar a efetuar os reparos ou substituições solicitadas, a CPFL reserva-se o direito de executá-los e cobrar seus custos do fornecedor, sem que isto afete a garantia do equipamento.

No caso de haver reparo ou substituição de peças, partes ou mesmo de todo o equipamento, a garantia deve, conforme o caso, ser renovada e entrar em vigor a partir da data de reentrada em operação. Após os devidos reparos na unidade pelo fornecedor, novos ensaios determinados pela CPFL devem ser a ela aplicados, se ela assim julgar necessário, sem quaisquer ônus adicionais.

Após o término do prazo de garantia o fornecedor deve responder pelo seu equipamento, sem quaisquer ônus à CPFL, em caso de falha ou defeito que se constate ser decorrente de projeto ou fabricação.


### 6.1.4 Documentos para aprovação

Os requisitos a serem atendidos quanto à documentação técnica a ser aprovada pela CPFL, após a assinatura do contrato de fornecimento, referem-se ao equipamento descrito por este documento. Caso os documentos solicitados envolvam dados considerados comprovadamente confidenciais pelo fornecedor, este não será obrigado a fornecê-los. Contudo, a CPFL poderá consultá-los, desde que julgue isso necessário e conveniente para acompanhar e controlar a qualidade da fabricação.

A aprovação dos documentos não eximirá o fornecedor de suas responsabilidades no projeto e fabricação do equipamento, que deve estar conforme este documento e cumprir perfeitamente sua finalidade. Ele poderá remeter todo e qualquer documento que julgar necessário, além daqueles mencionados neste documento. Também a CPFL, a qualquer tempo e se assim o entender, poderá solicitar a *posteriori* do fornecedor todo e qualquer documento ou descrição de qualquer acessório ou material.

Todos os documentos solicitados para aprovação nesta subseção devem estar redigidos em português, ser fornecidos em um único conjunto e ser elaborados com recursos

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUEN	10/13/06/2023	5 de 37

 <b>Público</b>	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento: RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo Abaixador e Elevador de Tensão

computacionais. Devem estar enquadrados nos formatos padrões de papéis para desenho conforme a normalização ABNT NBR 16752: A0, A1, A2, A3 e A4. Não deverão ser utilizados tamanhos obtidos pela conjugação de formatos iguais ou consecutivos dos supracitados.

Ao final do processo de aprovação, esta documentação deverá, obrigatoriamente, estar em meio digital para inclusão no acervo eletrônico da CPFL, para o que os *softwares* aplicativos indicados a seguir devem ser utilizados, todos executáveis no sistema operacional Windows. Qualquer outro aplicativo não citado deve ser objeto de acordo entre as partes.

- Textos, planilhas, apresentações e banco de dados: Microsoft Office;
- Imagens: padrão .TIF;
- Cronogramas: Microsoft Project;
- Desenhos: AutoDesk AutoCAD, devendo ser criadas camadas de modo a separar e identificar as principais partes, peças ou materiais indicados no desenho;
- Uma cópia em formato padrão PDF (*portable document file*) de todos os documentos produzidos pelos aplicativos acima indicados.

Assim, essa documentação deverá ser enviada à CPFL (e por ela devolvida) por meios eletrônicos. O fornecedor deverá providenciar a documentação para aprovação da CPFL no prazo de até 30 dias após a confirmação do contrato de fornecimento e antes do início da fabricação.

Após a verificação pela CPFL dos documentos enviados, o que se dará num prazo de até 30 dias contados do recebimento à expedição por esta, uma cópia de cada será devolvida ao fornecedor, estando enquadrados em uma das seguintes possibilidades:

- Documento aprovado, o qual recebeu a classificação da CPFL “APROVADO PARA CONSTRUÇÃO”;
- Documento aprovado com restrições, o qual recebeu a classificação da CPFL “APROVADO COM RESTRIÇÕES”, contendo anotações que deverão ser atendidas pelo fornecedor, ou;
- Documento reprovado, o qual recebeu a classificação da CPFL “REPROVADO”, sendo que as eventuais anotações deverão ser atendidas pelo fornecedor.


Depois de executar as instruções requeridas o fornecedor deverá reenviar o documento modificado à CPFL para nova aprovação, repetindo-se as possibilidades supracitadas até a aprovação em definitivo. Quaisquer modificações posteriores só poderão ser executadas mediante prévia aprovação por parte da CPFL.

Os documentos deverão ser no mínimo aqueles listados abaixo, com as informações mencionadas e demais detalhes considerados importantes:

- Tabela de dados técnicos garantidos;
- Desenho da placa de identificação do transformador, contendo todos os detalhes e informações constantes neste documento conforme item Placa de Identificação;
- Desenho dimensional do transformador, contendo o contorno do transformador com legenda na mesma folha da figura, constituído de planta, perfil, vistas laterais, dimensões externas, inclusive em relação à linha de centro, mostrando o centro de gravidade e a disposição dos acessórios do transformador. Este desenho também deverá incluir a indicação do conservador, radiadores, futuros ventiladores, válvulas de drenagem, filtragem e amostra de óleo do tanque e do conservador, dispositivos indicadores e sensores de temperaturas do óleo e enrolamento, indicador de nível de óleo, placas de identificação e diagramática, vigias de inspeção com respectivas dimensões e seus bujões de desaeração, tubulação para gás, válvula de alívio de pressão, comutador de derivações em carga, painel de religações, indicação da

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUEN	NO13/06/2023	6 de 37




 <b>Público</b>	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo
		Abaixador e Elevador de Tensão

existência da bolsa de borracha, buchas, relé *Buchholz* e caixa de ligações. Neste desenho ainda deverão ser indicados detalhes dos olhais de tração, orelhas de suspensão para o tanque, apoio para macaco, detalhes da base de arraste, conservador, tampa, radiadores, conectores e terminais de aterramento, acesso ao sensor de temperatura, entre buchas e partes aterradas, as alturas dos acessórios em relação ao solo (buchas, apoio para macacos, caixa de ligações, termômetros, etc.), a altura do transformador completo, as dimensões para içamento da parte ativa, o volume total de óleo, assim como os pesos aproximados do núcleo, bobinas, tanque, óleo e total. Sendo necessário apresentar o local do dispositivo de ancoragem que permita a instalação de linha da vida, conforme solicitado no item Linha da vida (NR 35).

- Desenho de dimensões para transporte, com legenda própria e na mesma folha da figura, indicando todos os equipamentos utilizados apenas para transporte (garrafa de nitrogênio, equipamento de regulação automática da pressão do nitrogênio, conexões entre estes equipamentos, posicionamento do registrador de impactos, proteção das válvulas, válvula de engate rápida e manômetro etc.), detalhes de amarração da peça mais pesada para transporte e as seguintes informações:
  - Massa da peça mais pesada para transporte com óleo e sem óleo, em quilogramas;
  - Óleo para transporte, em quilogramas e litros;
  - Dimensões para transporte;
  - Centro de gravidade;
  - Velocidade e aceleração máximas em retas e curvas para transporte terrestre;
  - Valores limites máximos de impactos nas três direções ortogonais.
- Desenho da placa diagramática do transformador, para acessórios e componentes de alarme, sinalização controle e proteção, ventilação forçada, contendo no mínimo todos os detalhes e informações constantes neste documento, e indicações dos fabricantes e capacidade dos relés, fusíveis, chaves, modelo/tipo, bornes, contadoras, termostatos, resistências, lâmpadas etc.;
- Desenho do comutador sem tensão AT (CST), contendo no mínimo a informação do nome do fabricante, tipo, número de posições e demais características elétricas e mecânicas;
- Desenho das buchas de alta tensão, contendo as indicações do fabricante, tipo, designação, características elétricas (tensão e corrente nominais, tensões suportáveis de impulso atmosférico e à frequência industrial à seco e sob chuva), tipo do condutor utilizado, características mecânicas (resistência à flexão, distância de escoamento, distância de arco, número de saias, peso), dimensões com indicação dos acessórios componentes, dimensões e fixação da blindagem da extremidade imersa no tanque do transformador;
- Desenho das buchas de baixa tensão, contendo as indicações do fabricante, tipo, designação, características elétricas (tensão e corrente nominais, tensões suportáveis de impulso atmosférico e à frequência industrial à seco e sob chuva), tipo do condutor utilizado, características mecânicas (resistência à flexão, distância de escoamento, distância de arco, número de saias, peso), dimensões com indicação dos acessórios componentes, dimensões e fixação da blindagem da extremidade imersa no tanque do transformador;
- Desenhos dos indicadores de nível de óleo: desenho do indicador magnético de nível de óleo, com indicação do fabricante, tipo, número e finalidade dos contatos, capacidade

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	13/06/2023	7 de 37

 <b>Público</b>	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento: RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo Abaixador e Elevador de Tensão

e tratamento da superfície dos contatos, escala, nível de isolamento dos contatos, grau de proteção a intempéries;


- Desenho do conservador de óleo: desenho do conservador, com indicações de todas as válvulas, tubulações, com cortes mostrando as bolsas de borracha;
- Desenho do sensor de temperatura e poço: desenho do sensor, com indicação do fabricante, tipo, número e finalidade dos contatos, capacidade e tratamento da superfície dos contatos, nível de isolamento dos contatos, grau de proteção a intempéries;
- Desenho dos radiadores, com indicação do material, número de aletas, reforços, flanges, olhais de içamento, bujões, esquema de acabamento e pintura, pressão de ensaio no teste de estanqueidade;
- Desenho do secador de ar: desenho do respirador a silicagel, tanto do transformador como do comutador de derivações em carga, com indicação de fabricante, tipo, vedações, sistema de respiro, tipo e quantidade de silicagel e tela protetora;
- Desenho do relé *Buchholz*, com indicação do fabricante, tipo, número e finalidade dos contatos, capacidade e nível de isolamento dos contatos, vedações, visor e válvulas;
- Desenho do aterramento do núcleo, detalhando a indicação dos materiais envolvidos, conforme exemplo contido na Figura A.2 (Anexo B);
- Desenho da válvula de alívio de pressão, com indicação do fabricante, tipo, número e finalidade dos contatos, capacidade e nível de isolamento dos contatos, indicador de operação à distância, pressão de atuação e grau de proteção;
- Desenho das demais válvulas utilizadas no transformador, com indicação do fabricante, tipo, dimensões, material e pressão suportável;
- Desenho da caixa de ligações, com detalhes dimensionais e de furação, bem como, material de que é composto cada uma das suas partes (tampa, fundo, laterais e porta), trancas utilizadas, luvas para eletrodutos e sistema de vedação detalhado, porta interna (se existir) e ângulo(s) de abertura da(s) porta(s). Vistas internas com *layout* dos equipamentos e ligações;
- Desenho dos blocos terminais, detalhando os blocos terminais com os cabos, com numeração e endereçamento;
- Desenho topográfico de fiação contendo o diagrama de conexão física dos componentes da caixa de ligações, com indicações do endereçamento e a numeração do anilhamento da fiação, e critérios usados para este endereçamento;
- Desenho do diagrama de ligações dos acessórios e esquemas funcionais de comando, controle, proteção e sinalização dos acessórios e componentes auxiliares;
- Esquema de pintura detalhando os processos de tratamento, acabamento e pintura das partes e superfícies metálicas;
- Catálogo do óleo mineral isolante;
- Componentes reservas contendo desenhos das peças sobressalentes conforme solicitado no item Componentes de reserva, quando aplicável (ver informação no edital);
- Manual de instruções;
- Plano de controle da qualidade, contendo o PIT (Plano de Inspeção e Testes).

O manual de instruções deverá ser elaborado de forma a satisfazer pelo menos os seguintes requisitos:

- Conter um capítulo com informações das particularidades do equipamento fornecido;

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	10/13/06/2023	8 de 37



 <b>Público</b>	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo
		Abaixador e Elevador de Tensão

- Possuir um índice com as seções, itens, tópicos e anexos, numerados de forma a facilitar seu referenciamento;
- Conter em detalhes todas as instruções relativas e necessárias ao manuseio, transporte, armazenagem, montagem, colocação em serviço, operação e manutenção do equipamento, bem como de seus acessórios e materiais;
- No caso de existirem ferramentas especiais para montagem e manutenção do equipamento, as mesmas deverão ser informadas no manual, conforme o uso;
- Deverá possuir uma capa com as seguintes informações:
  - Nome do fornecedor;
  - Nome do equipamento e seu tipo;
  - Título e número ou código para referência.

O plano de controle da qualidade deverá conter todos os ensaios e verificações no recebimento da matéria-prima, na fabricação e nos ensaios finais. Devem também ser relacionados, no mínimo, os correspondentes métodos de ensaio, normas técnicas utilizadas e locais de realização dos eventos.

O fornecedor deverá enviar à CPFL, a lista de materiais completa de todos os acessórios e componentes previstos para o fornecimento. Para quaisquer componentes e itens de reserva deverá ser elaborada uma lista de material separada

### 6.1.5 Inspeção e ensaios

O equipamento, seus acessórios e a matéria-prima para sua fabricação deverão ser submetidos a todos os ensaios indicados no plano de controle da qualidade aprovado para o fornecimento. A CPFL reserva-se o direito de acompanhar os ensaios e realizar inspeções em quaisquer das etapas do fornecimento, designando seus inspetores para acompanhamento. Incluem-se aí os componentes de reserva e as ferramentas especiais. Os testes e ensaios a serem executados durante a fabricação deverão ter a data de sua realização comunicada à CPFL com pelo menos 10 dias de antecedência.


Outrossim, a CPFL deverá ser comunicada pelo fornecedor, com pelo menos 10 dias de antecedência, da data em que o equipamento, ou lote, estiver pronto para a inspeção final, completo com todos os seus acessórios e fiação acabada. Para tanto, deverá ser enviada uma Programação de Inspeção e Testes (PIT) contendo as datas de início de realização de todos os ensaios, indicando os locais de realização e a duração prevista de cada um deles.

São de inteira responsabilidade do fornecedor as providências para realização das inspeções e ensaios, mesmo que não haja o acompanhamento direto da CPFL, mormente no tocante a: cumprimento das determinações legais aplicáveis; segurança; capacidade e adequação das instalações próprias ou de terceiros; qualificação dos profissionais envolvidos; utilização de métodos, atividades e práticas para execução dos trabalhos requeridos, pertinência ou veracidade das informações necessárias; documentação associada. Ainda, o fornecedor também é responsável pela recomposição ou reposição de unidades ensaiadas, quando isso for necessário, antes da entrega à CPFL.

No caso de falha do equipamento em quaisquer dos ensaios a que for submetido, a CPFL deverá ser imediatamente comunicada e deverá ser determinada a causa do evento. No prazo máximo de 10 dias o fornecedor deverá enviar um relatório da ocorrência à CPFL, que analisará a amplitude e implicações do defeito antes de determinar a sequência e os tipos de ensaios a serem requeridos em prosseguimento, sem quaisquer ônus para ela. Esse relatório deverá conter:

- Tipo do defeito ou falha;

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUEN	NO13/06/2023	9 de 37

 <b>Público</b>	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo
		Abaixador e Elevador de Tensão

- Causa do defeito ou falha;
- Correção a ser adotada;
- Referências do equipamento (número e data do contrato de fornecimento, número de série de fabricação da unidade ensaiada etc.);
- Outras informações julgadas necessárias.

O disposto em 6.1.8 deste documento poderá ser aplicado ao fornecimento, quando da ocorrência de falhas ou defeitos em equipamentos ensaiados.

Os ensaios a serem considerados, sejam de rotina, tipo ou especial, tanto para informação na proposta técnica de fornecimento quanto na inclusão ou não no contrato de fornecimento (o que será estritamente tratado na ocasião de firmá-lo), deverão ser pelo menos aqueles constantes nas normas técnicas aplicáveis. Outros ensaios não constantes nas normas técnicas, mas que forem usuais para o tipo de equipamento ofertado, também devem ser realizados. Outrossim, independentemente do acima disposto, para aceitação em fábrica dos equipamentos após sua produção os ensaios e verificações listados em 6.1.5.1 à frente deverão ser realizados conforme nele descritos.

A dispensa da realização de qualquer ensaio de tipo ou especial, é de exclusiva decisão da CPFL, após analisar as cópias dos certificados fornecidos e em função do desempenho operacional do tipo ou modelo de equipamento.

Os relatórios de inspeção e ensaios deverão conter as informações necessárias à sua perfeita identificação e rastreabilidade com o fornecimento do equipamento ensaiado, tais como:

- Identificação técnica do equipamento (nome, tipo, número de série, características etc.);
- Número e data do contrato de fornecimento correspondente;
- Descrição detalhada da inspeção ou ensaio;
- Esquemas, cálculos, croquis, resultados, curvas, tabelas, gráficos e oscilogramas;
- Valores garantidos para cada inspeção ou ensaio;
- Nome e assinatura do inspetor presente à inspeção ou ensaio;
- Nome e assinatura do supervisor do laboratório, bem como sua declaração atestando a exatidão dos dados e resultados da inspeção ou ensaio;
- Local e data da realização da inspeção ou ensaio.

#### 6.1.5.1 Ensaios de tipo

Ensaios realizados para validar o desempenho e desenvolvimento de um projeto em cumprimento e conformidade com os requisitos solicitados pelas normas de referência.


Para efeito de homologação, os ensaios de tipo devem ser realizados na presença do inspetor. Os ensaios de tipo são os solicitados na ABNT NBR 5356, partes 1 a 5 e relacionados abaixo. A aceitação de uma norma diferente na realização dos ensaios de tipo ficará a critério de avaliação e aceitação pela CPFL desde que devidamente justificado a diferença entre as normas e garantindo qualidade superior.

##### 6.1.5.1.1 Tensão suportável de impulso atmosférico

O ensaio deve ser realizado conforme indicado abaixo.

- Terminais de alta tensão (H1, H2, H3), conforme nível de isolamento do equipamento contido na Tabela 7.
- Terminais de baixa tensão (X1, X2, X3), conforme o nível de isolamento do equipamento contido na Tabela 7.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	10/13/06/2023	10 de 37

 <b>Público</b>	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo
		Abaixador e Elevador de Tensão

- Terminal de neutro (X0), no qual nenhuma tensão de impulso deverá ser aplicada ao transformador antes dos ensaios oficialmente presenciados pelo inspetor sem a prévia aprovação da CPFL.

Um oscilograma deverá ser tomado de cada tensão de impulso aplicada ao transformador, inclusive dos ensaios preliminares e de calibração. Oscilogramas deverão ser tomados das correntes, nos terminais aterrados dos enrolamentos submetidos ao ensaio.

As aplicações de tensões de impulso não deverão causar descargas, defeitos ou danos ao transformador ensaiado.

O fornecedor deverá manter um registro de todas as tensões de impulso aplicadas aos terminais do transformador, incluindo os ensaios preliminares e de calibração, bem como os ensaios finais.

Esse registro deverá incluir a natureza de cada ensaio, identificação dos oscilogramas, a calibração dos *gaps*, ligação de todos os terminais do transformador, condições atmosféricas, números de ondas e tensões aplicadas, o tempo das curvas.

Um registro deverá ser incluído de qualquer evidência de descarga de *gaps*, buchas, protetores do circuito de ensaios e qualquer perturbação ou falha no ensaio, interna ou externa ao transformador. Esse registro dos ensaios de impulso e desenhos dos circuitos de ensaio deverão ser de fácil acesso para a CPFL a qualquer tempo.

#### 6.1.5.1.2 Tensão induzida de longa duração (CALD)

Deverá ser determinado o nível de descargas parciais, do valor máximo de 300 pC à 150 % da tensão nominal do enrolamento ligado na posição de máxima tensão (posição 1).

Pelo lado da baixa tensão deverá ser induzido trifasicamente uma tensão no enrolamento de alta tensão (posição 1 do comutador), no valor e período estabelecido acima, sem, contudo, aterrar quaisquer das buchas de alta tensão.

As buchas devem suportar, sem perda de vida útil além da normal, as condições aqui impostas.

#### 6.1.5.1.3 Nível de ruído audível

O transformador, montado com todos os seus acessórios, inclusive ventiladores provisórios iguais aos projetados devidamente posicionados, deverá ser submetido a ensaio de ruído, conforme o prescrito na ABNT NBR 7277.

#### 6.1.5.1.4 Nível de tensão de rádio interferência


O transformador, montado com todos os seus acessórios, inclusive ventiladores provisórios iguais aos projetados devidamente posicionados, deverá ser submetido a ensaio de tensão de rádio interferência, conforme o prescrito na IEC CISPR 18-2.

#### 6.1.5.1.5 Elevação de temperatura

O transformador deverá ser submetido ao ensaio de elevação de temperatura, pelo método do curto-circuito e variação de resistência, fazendo-se circular inicialmente uma corrente elétrica referente a 100 % das perdas totais.

Esse ensaio deverá ser realizado estando o transformador em refrigeração natural e repetido para condição de funcionamento com o estágio de ventilação forçada fazendo-se uso de ventiladores provisórios iguais aos projetados e não incluídos do fornecimento, montados conforme projeto.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	10/13/06/2023	11 de 37

 <b>Público</b>	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento: RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo Abaixador e Elevador de Tensão

No caso de serem adquiridas mais de uma unidade e para as unidades não submetidas a este ensaio, os gradientes de temperatura obtidos neste ensaio serão corrigidos, aplicando-se as fórmulas de correção indicadas na ABNT NBR 5356-2.

O ensaio de elevação de temperatura deverá ser realizado na derivação a plena capacidade que corresponde às perdas totais máximas, considerando-se também a condição de sobreexcitação à plena carga especificada.

Deve-se medir e anotar as temperaturas de diversas partes metálicas do transformador, sendo o limite máximo aquele especificado no item Características do equipamento.

Deverá ser realizado ensaio com determinação das elevações de temperatura de cada enrolamento pelos métodos de temperaturas média e topo do óleo, sendo que os maiores valores encontrados serão aqueles considerados para comparação com valores garantidos. Portanto também deverão ser medidas as temperaturas nas tomadas superior e inferior de um dos radiadores.

#### **6.1.5.1.6 Tensão de curto-circuito**

Deverão ser realizadas medições das tensões de curto circuito para todas as posições do comutador de derivações em carga, para a baixa tensão e suas religações.

#### **6.1.5.1.7 Medição da impedância de sequência zero**

A impedância de sequência zero deve ter valor próximo ao da impedância de sequência positiva.

#### **6.1.5.1.8 Óleo isolante do tanque do transformador**

Uma amostra do óleo isolante do tanque do transformador ou sistema de enchimento utilizado pelo fornecedor para o enchimento do equipamento deverá ser submetido a todos os ensaios relacionados no item Óleo isolante.

A amostra deverá ser retirada do tanque ou sistema de enchimento na presença do inspetor. Os valores limites das características do óleo isolante deverão ser aqueles indicados no item Óleo isolante.

No caso de o fornecimento realizar em vários lotes, a amostragem em questão deverá ser repetida para cada lote de fornecimento.


Para fornecimento do óleo isolante correspondente ao enchimento do equipamento na subestação de aplicação em caminhões-tanque, uma amostra de óleo isolante de cada caminhão-tanque deverá ser retirada na presença do inspetor e submetida a todos os ensaios relacionados no item Óleo isolante, e os resultados dos respectivos ensaios deverão acompanhar a respectiva nota fiscal.

#### **6.1.5.2 Ensaios de rotina**

Ensaios que deverão ser realizados em todas as unidades para assegurar que o equipamento atende às especificações do projeto.

Os ensaios de rotina são os solicitados na ABNT NBR 5356, partes 1 a 5, e relacionados abaixo. A aceitação de uma norma diferente na realização dos ensaios de rotina ficará a critério de avaliação e aceitação pela CPFL desde que devidamente justificado a diferença entre as normas e garantindo qualidade superior.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	013/06/2023	12 de 37

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo Abaixador e Elevador de Tensão

#### 6.1.5.2.1 Resistência elétrica dos enrolamentos

Deverão ser efetuadas medições das resistências ôhmicas de todos os enrolamentos, em todas as derivações.

#### 6.1.5.2.2 Deslocamento angular e sequência de fases

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

#### 6.1.5.2.3 Relação de tensões

Deverá ser verificada a relação de tensões em todas as derivações dos enrolamentos.

#### 6.1.5.2.4 Perdas em vazio e corrente de excitação

Deverão ser realizados os ensaios de determinação das perdas em vazio e corrente de excitação para 90 %, 100 % e 120 % da tensão nominal.

#### 6.1.5.2.5 Perdas em carga e tensão de curto-circuito

Deverão ser realizados os ensaios de determinação das perdas em carga e das tensões de curto-circuito para as posições constantes da placa de identificação.

#### 6.1.5.2.6 Tensão suportável sob frequência nominal

O ensaio de tensão suportável sob frequência nominal deverá ser realizado após a realização dos ensaios de tensão suportável de impulso atmosférico.

#### 6.1.5.2.7 Ensaio de tensão induzida de curta duração (CACD)

O transformador deverá ser submetido ao ensaio de tensão induzida, no qual deverá ser realizado após os ensaios de tensão suportável de impulso atmosférico.

#### 6.1.5.2.8 Resistência de isolamento

Antes e após os ensaios dielétricos, deverão ser realizadas medições de resistência de isolamento do transformador, e no ponto de aterramento entre núcleo e tanque, indicando-se as respectivas temperaturas, considerando, porém que o Megger a ser utilizado seja no mínimo de 2000 V.

#### 6.1.5.2.9 Fator de potência do isolamento

O transformador deverá ser submetido ao ensaio de determinação do fator de potência do isolamento, sendo que os resultados não deverão ultrapassar 1 % referidos à temperatura de 20 °C.


#### 6.1.5.2.10 Ensaios nos circuitos auxiliares

Deverá ser comprovado o funcionamento correto dos circuitos auxiliares através de verificação da continuidade dos circuitos com simulações de funcionamento dos acessórios e componentes, tais como circuitos de aquecimento, iluminação, e acessórios descritos no item Ensaios nos acessórios.

Os circuitos auxiliares e acessórios deverão ser ensaiados com uma tensão suportável à frequência nominal de valor 1500 V durante 1 minuto.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	13/06/2023	13 de 37



 <b>Público</b>	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento: RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo Abaixador e Elevador de Tensão

#### 6.1.5.2.11 Ensaios nos acessórios

Os acessórios tais como indicador de nível de óleo, indicadores de temperatura de óleo e enrolamento, relé *Buchholz*, válvula de alívio de pressão e comutador de derivações em carga deverão ser submetidos a ensaios de rotina.

#### 6.1.5.2.12 Inspeção visual e dimensional

O transformador, seus acessórios e componentes deverão ser submetidos a inspeção visual externa para verificação de acabamento e instalação em conformidade com os requisitos deste documento.

O transformador e seus acessórios principais deverão ser também submetidos a um controle dimensional, incluindo as buchas de alta tensão, média tensão e neutro.

#### 6.1.5.2.13 Estanqueidade e resistência a pressão interna

Após a realização dos ensaios elétricos e a retirada da última amostra de óleo para gascromatográfica o transformador completo deverá ser submetido a ensaio de estanqueidade, devendo ele suportar durante 24 horas uma pressão manométrica de 0,05 Mpa, sem apresentar qualquer vazamento de óleo, considerando que esta pressão será aplicada no conservador de óleo.

#### 6.1.5.2.14 Ensaios para verificação do acabamento e pintura

Deverá ser verificado o acabamento e pintura do conservador, radiadores, tanque, tampa e outras partes metálicas, abrigadas ou não, em locais a serem escolhidos a exclusivo critério do inspetor.

- Superfícies não galvanizadas
  - Cor, através de comparação com o padrão Munsell N 6.5;
  - Espessura da camada conforme ABNT NBR 11003;
  - Aderência, conforme ABNT NBR 11003, em apenas uma unidade de cada lote de fornecimento.
- Superfícies galvanizadas
  - Preece, conforme ASTM A239;
  - Espessura da camada de zinco, conforme ASTM A90;
  - Aderência, conforme ASTM B499.

#### 6.1.5.2.15 Ensaios imediatamente antes do embarque

Imediatamente antes do embarque o fornecedor deverá verificar o ponto de aterramento entre o núcleo e o tanque, através de medição da resistência do isolamento ou de tensão aplicada com valor mínimo de 2000 V, informando à CPFL dos resultados obtidos. Isto não se aplica em caso de ocorrência do previsto no item Armazenagem na fábrica deste documento.

#### 6.1.5.2.16 Óleo isolante para realização dos ensaios

O óleo isolante utilizado em cada transformador, para realização dos ensaios nestes equipamentos, deverá ser submetido aos testes indicados na tabela abaixo.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	013/06/2023	14 de 37


 <b>Público</b>	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento: RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo Abaixador e Elevador de Tensão

Tabela 1. Relação de ensaios a serem realizados no óleo isolante

Ensaio	Após enchimento e antes dos dielétricos	Antes do ensaio de elevação de temperatura	Após o ensaio de elevação de temperatura	Após os ensaios dielétricos
Rigidez dielétrica	Executar	Não executar	Não executar	Executar
Fator de potência	Executar	Não executar	Não executar	Executar
Tensão interfacial	Executar	Não executar	Não executar	Executar
Teor de água	Executar	Não executar	Não executar	Executar
Densidade	Executar	Não executar	Não executar	Não executar
Análise gascromatográfica	Executar	Executar	Executar	executar

O confronto dos resultados obtidos na análise gascromatográfica de amostras do óleo deverá ser usado como um dado complementar para posição do desempenho do transformador nos ensaios. A amostragem e análise dos gases dissolvidos no óleo deverá ser realizada conforme a ABNT NBR 7070.

As amostras deverão ser retiradas do transformador na presença do inspetor.

Os valores limites das características do óleo isolante a ser fornecido e do óleo utilizado no transformador para ensaios, deverão ser aqueles indicados na ABNT NBR 5356-1.

#### 6.1.5.2.17 Óleo isolante de reserva

O óleo isolante de reserva deverá ser submetido aos seguintes ensaios, cujos resultados deverão satisfazer aos limites indicados nas tabelas contidas no Anexo B.

- Densidade a 20/4 °C;
- Fator de potência a 100 °C;
- Tensão interfacial a 25 °C;
- Teor de água;
- Rigidez dielétrica.

O número de amostras a serem retiradas na presença do inspetor e sob escolha deste, é o indicado na tabela abaixo.

Tabela 2. Amostragem para ensaio no óleo isolante


Número de tambores	Amostragem	Número de tambores a serem ensaiados	Número de falhas que permite aceitar o lote	Número de falhas que implica rejeição do lote
Até 90	1ª	3	0	2
Até 90	2ª	3	1	2
De 91 a 150	1ª	5	0	2
De 91 a 150	2ª	5	1	2
De 151 a 280	1ª	8	0	2
De 151 a 280	2ª	8	1	2

#### 6.1.5.3 Aceitação e rejeição

A aceitação dar-se-á com a realização de, pelo menos, os eventos a seguir:

- Emissão do correspondente boletim de inspeção pela CPFL, após a aprovação do equipamento em todos os ensaios a que for submetido;
- Relatórios da inspeção e ensaios completos e recebidos pela CPFL;

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	013/06/2023	15 de 37

 <b>Público</b>	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo
		Abaixador e Elevador de Tensão

- Atendimento integral, por parte do fornecedor, do item Documentos para aprovação deste documento;
- Recebimento físico no local de entrega e conferência de todas as partes, peças, acessórios, componentes, ferramentas especiais e componentes de reserva que pertençam ao fornecimento, comprovando a quantidade conforme o respectivo contrato e seu perfeito estado.

A inspeção ou sua omissão, bem como a aceitação do equipamento pela CPFL, não eximirão de modo algum o fornecedor de sua responsabilidade em suprir o equipamento em plena concordância com o contrato de fornecimento e este documento, nem tão pouco invalidarão ou comprometerão qualquer reclamação posterior que a CPFL venha a fazer baseada na existência de equipamento inadequado ou defeituoso.

A rejeição do equipamento em virtude de falhas constatadas através de inspeção e ensaios, ou de sua discordância com o contrato de fornecimento, ou com este documento, não eximirá o fornecedor de sua responsabilidade quanto ao fornecimento. Se na opinião da CPFL a natureza da rejeição tornar impraticável a entrega do equipamento pelo fornecedor na data contratada, ou se tudo indicar que o fornecedor seja incapaz de satisfazer aos requisitos exigidos, a CPFL reserva-se o direito de rescindir todas as suas obrigações e adquirir o material em outra fonte. Neste caso, o fornecedor será considerado infrator do contrato de fornecimento e estará sujeito às penalidades aplicáveis.

#### 6.1.5.4 Ocorrência de falhas

No caso de falha do equipamento em quaisquer dos ensaios a que for submetido, o fornecedor, na presença do inspetor, deverá verificar e determinar as causas da falha ou ocorrência.

No prazo máximo de 10 (dez) dias o fornecedor deverá enviar uma cópia de um relatório de ocorrência à CPFL. Esta analisará a amplitude do defeito, antes de determinar a sequência e os tipos de ensaios a serem requeridos em prosseguimento, sem quaisquer ônus para ela. Esse relatório deverá conter:


- Tipo do defeito ou falha
- Causas do mesmo
- Correção a ser adotada
- Referências do equipamento (número e data do pedido, número de série de fabricação etc.)
- Outras informações julgadas necessárias

#### 6.1.5.5 Relatórios de ensaios

Os relatórios de inspeção e ensaios deverão conter as informações necessárias a sua perfeita identificação e rastreabilidade com o fornecimento do equipamento ensaiado, tais como:

- Identificação técnica do equipamento (nome, tipo, número de série, características etc.);
- Número e data do pedido de compra correspondente;
- Descrição detalhada da inspeção ou ensaio;
- Esquemas, cálculos, croquis, resultados, curvas, tabelas, gráficos e oscilogramas;
- Valores garantidos para cada inspeção ou ensaio;
- Nome e assinatura do inspetor presente à inspeção ou ensaio;
- Nome e assinatura do supervisor do laboratório, bem como sua declaração atestando a exatidão dos dados e resultados da inspeção ou ensaio;
- Local e data da realização da inspeção ou ensaio.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	13/06/2023	16 de 37

 <b>Público</b>	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento: RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo Abaixador e Elevador de Tensão

### 6.1.6 Armazenagem na fábrica

Após a aceitação do equipamento na inspeção e ensaios a que for submetido, o fornecedor deverá tomar todas as precauções e providências necessárias para o adequado armazenamento dos materiais, acessórios e mesmo do equipamento completo que, por sua natureza, fiquem sujeitos à espera para fins de transporte ou montagem na fábrica antes da entrega.

### 6.1.7 Embalagem e transporte

Ao término da inspeção final e liberação do equipamento, o fornecedor poderá iniciar o processo de embalagem para posterior transporte e armazenagem.

A embalagem e a preparação para embarque do equipamento são de exclusiva responsabilidade do fornecedor, estando sujeita à aprovação do inspetor.

O processo de embalagem deverá possibilitar a entrega do(s) equipamento(s) com todas as peças, partes e acessórios pertinentes a sua montagem, energização e operação nos respectivos endereços de destino (subestações, obras ou almoxarifado central) indicados no pedido de compra.

Será também responsabilidade do fornecedor tomar todas as providências necessárias para o transporte até o local de entrega, inclusive a eventual verificação do trajeto no tocante às obras de arte, acessos, alteamento provisório de condutores, etc.


Qualquer dano ao equipamento decorrente de embalagem inadequada ou defeituosa será de responsabilidade do fornecedor, que se obrigará a substituir as peças ou equipamento danificados, sem quaisquer ônus para a CPFL.

No caso de serem adquiridos componentes de reserva, estes deverão ser embalados em caixas totalmente fechadas. Estas caixas deverão ser identificadas conforme descrito acima e marcadas com as palavras COMPONENTES DE RESERVA.

A embalagem deverá ser realizada obedecendo fundamentalmente os princípios indicados a seguir, considerando-se armazenamento ao tempo por um período de até um ano:

- O acondicionamento do equipamento e seus acessórios deverá ser efetuado de modo a garantir um transporte seguro em quaisquer condições, inclusive ambientais;
- A embalagem deve ter indicações de posicionamento dos pesos de modo a garantir a estabilidade do equipamento a ser transportado;
- A embalagem deve ser projetada de modo a suportar e facilitar as operações de embarque, desembarque manuseio e armazenagem, sem prejuízo à segurança dos operadores e integridade do equipamento;
- Todas as peças e partes desmontadas, acessórios auxiliares e instrumentos deverão ser numerados, contendo numeração correspondente no equipamento para facilitar a montagem na obra;
- Cada peça ou lote de peças idênticas deverá ser provido de cartão ou adesivo contendo nome e identificação conforme a lista de embalagem e manual de instruções;
- Cada volume deverá ser identificado indelevelmente e de forma legível, compatível com a lista de embalagem que também deverá ser fornecida, com no mínimo as seguintes informações:
  - CPFL
  - Nome do equipamento
  - Número do pedido de compra
  - Número da nota fiscal
  - Número de série do equipamento

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUEN	10/13/06/2023	17 de 37

 <b>Público</b>	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo
		Abaixador e Elevador de Tensão

- Número sequencial da caixa ou embalagem
- Quantidade de peças
- Peso bruto
- Peso líquido
- “Para cima” em um ou mais lados indicando, o topo do equipamento
- Nome do fornecedor
- Deverá ser previsto um par de fios conectados diretamente ao circuito dos resistores de aquecimento da caixa de ligações ou cabine de controle do equipamento, fios estes acessíveis pelo lado de fora da embalagem, mas adequadamente protegidos para transporte. Uma etiqueta a prova de tempo deverá ser atada aos fios, de forma visível, contendo a indicação da tensão de alimentação e consumo dos resistores.

Os fios devem ser colocados de maneira a facilitar sua remoção quando o equipamento for levado ao local de sua instalação definitiva.

As buchas secundárias e do neutro deverão permanecer instaladas no equipamento. Caso julgado necessário, em função da altura do equipamento, obstáculos de trajeto ou outras condições de transporte, deverão ser tomadas todas as providências preparatórias ao transporte no sentido de proteger as buchas secundárias contra impactos.

#### 6.1.7.1 Válvula de engate rápido e manômetro

O equipamento em si deverá ser embarcado com óleo, cujo nível deverá ser rebaixado, e com uma almofada de gás nitrogênio seco. Deverá ser instalado um manômetro, um registro e uma válvula de engate rápido, para se manter a pressão positiva do nitrogênio. As válvulas susceptíveis de danos durante o transporte deverão ser protegidas por anteparos aparafusados.

A localização destes dispositivos deve ser de modo a tornar possível a verificação da pressão do nitrogênio. Durante o transporte a pressão do gás nitrogênio deverá ser mantida automaticamente, sem necessidade de supervisão humana.

Só poderão ser utilizadas válvulas de engate rápido de tipos já homologados tecnicamente pela CPFL.

#### 6.1.7.2 Registrador de impacto

Quando do transporte do equipamento deverá ser instalado um registrador de impacto tridimensional de propriedade do fornecedor. Os valores limites máximos de impacto nas três dimensões deverão ser informados no desenho de dimensões para transporte.

Todos os recursos necessários para a obtenção dos dados nele registrados e sua interpretação (cabos, *softwares*, instruções específicas de instalação, configuração e interpretação etc.) deverão ser colocados à disposição da CPFL.

A responsabilidade do fornecedor sobre o transporte cessa provisoriamente quando da entrega do último volume descarregado no local do destino e fica vinculada à análise dos registros obtidos através do registrador de impacto.


O registrador de impacto será devolvido posteriormente ao fornecedor, após a devida análise em conjunto dos registros entre CPFL, fornecedor e empresa transportadora.

#### 6.1.8 Instruções técnicas de treinamento

Eventualmente a CPFL poderá solicitar a inclusão deste item no fornecimento e essa informação constará no edital.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	13/06/2023	18 de 37



 <b>Público</b>	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo
		Abaixador e Elevador de Tensão

Quando estiver incluída no fornecimento, o fornecedor deverá prever na proposta técnica a apresentação de instruções técnicas para o pessoal indicado pela CPFL a respeito da montagem, operação e manutenção do equipamento e seus acessórios e componentes. Esta apresentação deverá ser organizada pelo fornecedor e ser ministrada, em português, por um ou mais supervisores qualificados do mesmo, antes da instalação do equipamento, em local e data a serem definidos de comum acordo com a CPFL.

Tal treinamento deverá abordar, sempre quando aplicável:

- Instruções completas do manuseio, ajustes, testes mecânicos e elétricos, substituição de peças e utilização de gabaritos, através de manuais e desenhos;
- Instruções sobre a lógica de funcionamento dos circuitos auxiliares de comando, sinalização e proteção, quando for o caso, baseadas nos desenhos e manual de instruções aprovados;
- Identificação das peças, partes e componentes que deverão ser checados quanto aos limites e tolerâncias operacionais, por meio de *checklist*, relacionando tudo às periodicidades de manutenção previstas;
- Relação completa de todas as partes, peças e componentes, incluindo nomes, descrições, números de catálogos, quantidades utilizadas e identificações nos desenhos;
- Instruções completas para instalação e manuseio de todos os acessórios;
- Sempre que necessário e em conformidade com este documento e com as recomendações do fornecedor, serão realizados ensaios no equipamento no local de sua instalação pelo pessoal da CPFL.

### 6.1.9 Montagem, energização e acertos no local de instalação

A montagem e a energização do equipamento no local de instalação serão realizadas pela CPFL.

Eventualmente a CPFL poderá solicitar a inclusão deste item no fornecimento e essa informação constará no edital.

Se durante os trabalhos de montagem ou quando da energização ou operação ocorrerem falhas que impliquem em acertos, ajustes ou reparos, sendo tais falhas devidas ao não atendimento deste documento, todas as despesas aí decorrentes serão da inteira responsabilidade do fornecedor.

## 6.2 Memoriais de cálculo


Durante a fase de projeto, o fornecedor deverá enviar os memoriais de cálculo do equipamento, demonstrando as suas características principais.

Caso existam informações consideradas confidenciais pelo fornecedor, ele não será obrigado a enviá-las. Entretanto, a CPFL se reserva o direito de consultá-las durante o projeto, a fabricação e os ensaios, caso julgue isso necessário para dirimir eventuais dúvidas e atestar a qualidade do equipamento.

## 6.3 Meio ambiente

O processo de produção do equipamento deverá evitar ou minimizar a geração de impactos ambientais negativos. Caso a atividade produtiva se enquadre na Resolução CONAMA Nº 237, de 19 de dezembro de 1997, o fornecedor deverá apresentar uma cópia da Licença Ambiental de Operação (LO) para a homologação e qualificação técnica deste equipamento na CPFL.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	13/06/2023	19 de 37

 <b>Público</b>	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento: RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo Abaixador e Elevador de Tensão

Ainda com relação a este aspecto, o fornecedor deverá apresentar descrição de alternativas para descarte do equipamento e materiais que o constituem, após o final de sua vida útil.

#### 6.4 Condições dos locais de instalação

O equipamento deverá ser adequado para utilização nas seguintes condições ambientais:

- Altitude em relação ao nível do mar: até 1000 m;
- Temperatura máxima: +40 °C;
- Temperatura mínima: -10 °C;
- Temperatura média máxima em qualquer período de 24 horas: +30 °C;
- Radiação solar: até 1000 W/m<sup>2</sup>;
- Pressão do vento: não maior que 1080 Pa, correspondendo a 42 m/s.

#### 6.5 Características elétricas dos sistemas

O sistema elétrico no qual o equipamento estará instalado possui as características indicadas na Tabela 3.

Tabela 3. Características do sistema elétrico

Descrição	Classe de tensão 15 kV	Classe de tensão 25 kV
Tensão nominal (kV <sub>eficaz</sub> )	13,8	23,1
Tensão máxima (kV <sub>eficaz</sub> )	15,0	24,2

#### NOTAS:

- Frequência de 60 Hz;
- Neutro: eficazmente aterrado;
- Sistema: trifásico, a quatro fios.

#### 6.6 Características do equipamento

##### 6.6.1 Características gerais

- Os transformadores devem ser projetados para sistemas trifásicos, 60 Hz, possuindo diagrama fasorial YNyn0d1;
- Com resfriamento ONAN os equipamentos devem apresentar a potência contínua (kVA) de projeto nos enrolamentos de alta tensão e de baixa tensão;
- O nível de ruído do equipamento deve ser igual ou inferior a 65 dB;
- A elevação de temperatura deve estar conforme a Tabela 4;
- Os TAPs devem possuir as tensões contidas na Tabela 5;
- As impedâncias na tensão nominal de 23.100 V devem cumprir com o solicitado na Tabela 6;
- O equipamento deve resistir as tensões suportáveis contidas na Tabela 7.

Tabela 4. Elevação de temperatura em regime contínuo (°C)

Local	Temperatura máxima (°C)
Média dos enrolamentos	55
Topo do óleo	55
Do ponto mais quente	65

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	13/06/2023	20 de 37


 <b>Público</b>	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento: RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo Abaixador e Elevador de Tensão

Tabela 5. Tensões dos TAPs dos equipamentos

TAP	Alta tensão (V)	Baixa tensão (V)
1	23.100	13.800
2	22.000	13.800
3	20.900	13.800

Tabela 6. Impedância de curto-circuito a 75 °C na tensão de 23.100 V

Base (potência kVA)	%
500	5
750	5
1500	5
2000	6
2500	7
3750	7
5000	8

Tabela 7. Tensões suportáveis do equipamento

Tensões suportáveis	Alta tensão Estrela	Neutro	Baixa tensão Estrela	Neutro
Tensão nominal (kV <sub>eficaz</sub> )	23,1	-	13,8	-
Nível de isolamento (kV <sub>eficaz</sub> )	24,2	24,2	15,0	15,0
Impulso atmosférico (kV <sub>crista</sub> )	150	150	110	110
A frequência industrial, 1 minuto (kV <sub>eficaz</sub> )	-	50	34	34

### 6.6.2 Características térmicas

Acima da temperatura ambiente de até 40 °C, a temperatura média ou do ponto mais quente de cada enrolamento do transformador de potência não deverá exceder, 55 °C ou 65 °C respectivamente, nas condições de funcionamento contínuo a plena carga, em quaisquer das derivações dos enrolamentos, na refrigeração natural (ONAM).

Durante o ensaio de elevação de temperatura deverão ser medidas as temperaturas em várias partes do tanque e da tampa. A elevação de temperatura nessas partes metálicas externas não deverá ultrapassar o limite de 65 °C sobre a temperatura ambiente.

O equipamento deverá ser fabricado com a utilização de materiais de classe E (120 °C), mormente no que tange ao isolamento dos condutores dos enrolamentos, que deverá ser realizado com papel termoestabilizado.

### 6.6.3 Corrente de excitação


A corrente de excitação deverá ser a mais baixa possível condizente com um projeto econômico.

O transformador deverá suportar, em quaisquer combinações das derivações de alta e baixa tensão, uma sobreexcitação de até 15 % (quinze por cento) a plena carga.

Ainda, para correntes secundárias inferiores à nominal, o transformador deverá ser capaz de funcionar adequadamente com tensões primárias que atendam à fórmula abaixo.

$$U\% = \frac{1,15}{1,05} (110 - 5k^2)$$

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	13/06/2023	21 de 37

 <b>Público</b>	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento: RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo Abaixador e Elevador de Tensão

Sendo:

- $k$  = relação entre corrente secundária e a corrente secundária nominal, sendo  $k$  maior ou igual a zero e menor ou igual a um.
- $U\%$  = tensão aplicada a qualquer derivação do enrolamento de alta tensão, em porcentagem da tensão nominal dessa derivação.

Para ambas as condições acima, respeitar-se-á a tensão máxima aplicada ao enrolamento primário indicada no item Características elétricas dos sistemas.

#### 6.6.4 Características de curto-circuito dos enrolamentos

O transformador deverá ser projetado de maneira a suportar uma corrente de curto-circuito simétrica (eficaz) conforme a ABNT NBR 5356-5.

#### 6.6.5 Perdas

Para efeito de julgamento de propostas e eventual penalização por excesso, serão utilizados os valores garantidos de perdas no transformador em vazio e a plena carga (Watts), apresentados claramente na Tabela de dados técnicos garantidos. Esta medida visa determinar os custos que estas perdas representam para CPFL.

A capitalização das perdas totais do transformador deverá ser calculada conforme a fórmula abaixo.

$$P = F \times \{(12,36d + 9022,8c) \times P_{Fe} + (12,36d + 3609,12c) \times P_{Cu}\}$$

Onde:

$P$  = custo das perdas em reais (R\$)

$d$  = tarifa de demanda R\$/kW

$c$  = tarifa de consumo R\$/kWh

$P_{Fe}$  = perdas em vazio kW

$P_{Cu}$  = perdas em carga kW

$F$  = fator de recuperação de capital

Os custos dessas perdas serão considerados conforme as tarifas aprovadas pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica do Ministério de Minas e Energia), na data da abertura das propostas.


As informações sobre as tarifas de demanda ( $d$ ) e consumo ( $c$ ), bem como sobre o fator de recuperação de capital ( $F$ ), estão à disposição dos interessados diretamente com o comprador da CPFL.

O valor em reais (R\$) encontrado para as perdas e calculado conforme estipulado acima será acrescentado ao preço de oferta do transformador, obtendo-se assim o preço final para a comparação das propostas.

Caso a CPFL opte, a seu exclusivo critério, por aceitar o transformador que eventualmente apresente excesso de perdas comparativamente àquelas garantidas na ocasião da proposta, apurado quando da realização dos ensaios considerando a aplicação das tolerâncias da ABNT NBR 5356-1, tal excesso será penalizado pela CPFL com a aplicação da fórmula de capitalização acima.

Isso será feita através do cálculo da diferença entre os custos das perdas medidas nos ensaios e das perdas garantidas na proposta técnica para quaisquer bases de potência e de tensões, sendo consideradas as tarifas de consumo e demanda vigentes no dia da realização dos

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	13/06/2023	22 de 37

 <b>Público</b>	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento: RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo Abaixador e Elevador de Tensão

ensaios, e os valores de perdas garantidos sem aplicação das tolerâncias normalizadas. O valor do fator de recuperação de capital (F) será, neste caso, o mesmo utilizado à época da abertura das propostas de fornecimento.

#### 6.6.6 Óleo isolante

O óleo isolante a ser fornecido deverá ser novo e na quantidade necessária para o primeiro enchimento do transformador completamente montado, bem como será também utilizado na realização dos ensaios em fábrica. Ainda, deverá ser fornecida uma reserva de dois tambores de 200 litros para cada equipamento.

O óleo deverá ser de base Naftênica, cujas características deverão satisfazer as condições prescritas na Tabela B.1, ou de base parafínica, cujas características deverão satisfazer as condições prescritas na Tabela B.2, tabelas estas constantes do Anexo B deste documento.

O óleo isolante necessário para complementar o equipamento quando da sua instalação e o de reserva deverá ser acondicionado para transporte em conformidade com o item Embalagem e transporte deste documento.

Quando da entrega, após o transformador ter sido ensaiado e aceito pela CPFL, o fornecedor deverá tomar as medidas necessárias para atender no item Válvula de engate rápido e manômetro deste documento.

#### 6.6.7 Linha da vida (NR 35)

O transformador deverá ser provido de dispositivo de ancoragem que permita instalação de linha da vida para trabalho em altura conforme norma regulamentadora do Ministério do Trabalho NR 35 Trabalho em Altura.

#### 6.6.8 Tanque

O tanque deverá ser projetado e dimensionado de forma a possibilitar o levantamento do transformador completamente montado e cheio de óleo.

De forma a não dar lugar a depósitos de água e óleo externamente, nem a formação de bolsas de gás ou ar internamente, a base de suporte que receberá o transformador na subestação será provida pela CPFL da inclinação descrita no item Base de arraste, situação essa que deverá ser levada em conta no projeto do transformador.

Desta forma, no tocante ao exterior do equipamento, o tanque e a tampa do equipamento deverão ser projetados e construídos de maneira a evitar a retenção de água provendo-se caminhos de escoamento.


Internamente ao tanque, notadamente na região próxima à saída da tubulação que o interliga ao conservador de óleo isolante, deverão ser providos direcionadores que encaminhem os gases para esta tubulação, considerando-se a inclinação acima mencionada. O mesmo cuidado deverá ser tomado no projeto das tubulações para escoamento de gases relacionados com os canecos das buchas e a tubulação relativa ao relé *Buchholz*.

O tanque deverá ser provido de tampa aparafusada que permita o levantamento da parte ativa sem necessidade de retirada total do óleo isolante.

A tampa do transformador deverá ser provida de guarnições resistentes e indeformáveis, de modo a garantir perfeita vedação, possuindo uma abertura de inspeção de tamanho adequado para permitir o livre acesso à parte inferior das buchas e parte superior dos enrolamentos (dimensões mínimas 150 x 250 mm, ou pelo menos 200 mm de diâmetro). A abertura deverá permitir o rápido acesso ao painel de ligações e ainda ter ressalto pelo lado externo para evitar o acúmulo de água junto às guarnições.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	13/06/2023	23 de 37



 <b>Público</b>	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento: RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo Abaixador e Elevador de Tensão

A fim de permitir o acesso ao interior do equipamento, deverá ser também prevista uma abertura de visita na lateral do transformador com diâmetro de pelo menos 400 mm, ou de dimensões mínimas 350 x 500 mm.

Nas paredes do tanque deverá ser gravada a localização do centro de gravidade do transformador de maneira legível e indelével.

O tanque, a tampa e a parte ativa deverão ser providos de meios que possibilitem o seu levantamento. Além disso, o tanque deverá ser provido de meios que possibilitem a locomoção horizontal, bem como de quatro sapatas para macacos, uma para cada vértice inferior do transformador, capazes de suportá-lo completamente montado e cheio de óleo, localizadas a uma altura mínima de 300 mm do plano de apoio do equipamento.

No sentido de inibir a circulação de eventuais correntes parasitas nas partes metálicas e seus efeitos no transformador, este deverá ser provido, onde necessário, de material não magnético, de forma a garantir que as temperaturas nessas partes não ultrapassem o valor especificado.

O tanque deverá ser provido de meios que permitam que o aterramento do terminal de neutro, realizado com cabo de cobre nu, possa ser encaminhado à malha de terra sem que se estabeleça contato deste com o tanque do equipamento.

Para efeito de aterramento do núcleo, deverá ser feita uma única ligação elétrica em um único ponto, entre o núcleo e o tanque, acessível da tampa do transformador através da janela de inspeção e de fácil desconexão para fins de ensaio. O acesso à conexão deverá ser feito sem necessidade de expor o óleo do tanque à contaminação pelo ambiente externo.

O desenho do detalhe do aterramento do núcleo encontra-se na Figura A.2 do Anexo A. O material usado nas conexões externas deverá ser de aço inoxidável ou material não-ferroso.

#### 6.6.9 Base de arraste

A fim de permitir o arrastamento contínuo do transformador sobre a base de apoio na subestação, desde o início até o final da operação de colocação ou retirada, o transformador deverá ser provido de base de arrastamento constituída de longarinas de no mínimo 200 mm de largura, distanciadas entre si de 1505 mm, centro a centro, em ambas as direções ortogonais, posicionadas, relativamente à maior dimensão do tanque, simetricamente em relação ao centro de gravidade do equipamento montado.

A base de arrastamento do transformador deverá ser constituída de forma a permitir inclinações de até 15 graus angulares no transformador, parcial ou completamente montado.

Essa base do transformador deverá ser apropriada para instalação do transformador sobre trilhos de bitola de 1435 mm conforme desenho contido na Figura A.1 do Anexo A.


A base de apoio do transformador na subestação será constituída de forma a elevar o lado do transformador correspondente ao conservador de óleo isolante, proporcionando uma inclinação de 1,67 % (25 mm a cada 1500 mm).

#### 6.6.10 Acabamento e pintura

As superfícies metálicas ou metalizadas a serem pintadas deverão possuir a cor cinza similar a notação Munsell N 6.5. Caso tais superfícies sejam de aço-carbono, deverão ser submetidas a desengraxamento, decapagem e fosfatização ou, alternativamente, a jateamento ao metal quase branco (grau Sa 2½ conforme norma sueca SIS 05-5900).

Após um destes dois processos de preparação ter sido executado, as superfícies externas deverão receber duas ou mais demãos de *primer* a base de epóxi-poliâmida, com espessura mínima de 30 µm por demão. O acabamento final compreenderá por, pelo menos, duas demãos de tinta esmalte sintético alquídico ou poliuretano alifático, cor cinza similar a notação Munsell N 6.5 com espessura mínima de 30 µm por demão. Será aceita também pintura a pó a base de

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	13/06/2023	24 de 37

 <b>Público</b>	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento: RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo Abaixador e Elevador de Tensão

poliéster (para uso externo) ou epóxi (para uso interno), sendo que a espessura mínima deverá ser 80 µm. Para este caso a cor também deverá ser cinza, similar a notação Munsell N 6.5. A superfície interna do tanque e demais partes em contato com o óleo isolante deverá receber pelo menos uma demão de tinta cor branca, similar a notação Munsell N 9.5 a base de epóxi-poliamina, com espessura mínima de 30 µm por demão.

Caso as superfícies sejam revestidas com zinco, a primeira demão deverá ser de tinta epóxi-isocianato (*shop-primer*) com espessura de 10 µm a 20 µm, após o que receberão pintura conforme descrito anteriormente.

Para aumentar a segurança do mantenedor, a superfície externa da tampa deverá receber uma camada de tinta antiderrapante, a qual também deverá ser similar a cor cinza Munsell N 6.5.

O grau mínimo de aderência final da pintura não deverá ser pior que 1, conforme ABNT NBR 11003. A CPFL poderá aceitar, a seu exclusivo critério, outros esquemas de tratamento, acabamento e pintura que garantam a mesma qualidade e desempenho do acima especificado.

#### 6.6.11 Resistores não lineares

A eventual utilização de resistores não lineares para limitar sobretensões transientes internas no transformador deverá estar claramente indicada na proposta técnica com as devidas justificativas e estará sujeita análise e aprovação da CPFL. No caso da aprovação, a CPFL indicará as ações complementares a serem tomadas (tampas de acesso, plano de controle de qualidade, manual de instruções, desenhos etc.).

#### 6.6.12 Comutador de derivações sem tensão da AT (CST)

O enrolamento de alta tensão deve ser provido de comutador de derivações em vazio instalado no mesmo tanque do transformador.

As derivações do enrolamento de alta tensão deverão ser trazidas ao comutador de derivações, operado manualmente e sem carga, por dispositivo localizado fora do tanque em uma altura entre 700 e 1700 mm do plano de apoio do transformador.

Tal dispositivo deve ser protegido contra operação não autorizada, ter previsão para aplicação de cadeado, vir equipado com indicador de posição situado em lugar visível e de modo a não ser necessário abrir o cadeado para leitura da indicação.

O comutador deve ser mecânica e eletricamente de construção sólida e projetado com arranjo de conexões e cabos terminais de modo a evitar dificuldades sob condições de tensões transientes.

#### 6.6.13 Secador de ar

Dois secadores de ar conforme ABNT NBR 16367-1, sendo uma para o transformador e outro para o comutador (quando aplicável).

#### 6.6.14 Válvula de alívio de pressão do transformador


O transformador deverá possuir válvula de alívio de pressão interna, montada na tampa, com contato prateado para desligamento do seu disjuntor, com capacidade mínima de interrupção de 0,5 A resistivo em 125 VCC, para proteção contra eventuais sobrepressões internas repentinas.

A válvula de alívio de pressão deverá estar conforme a ABNT NBR 16367-2.

O óleo expelido deverá ser conduzido ao solo através de tubulação apropriada, evitando que o óleo venha a cair ou se espalhe sobre qualquer parte do transformador.

Deverão ser de fabricação:

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	013/06/2023	25 de 37

 <b>Público</b>	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento: RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo Abaixador e Elevador de Tensão

- IMG;
- Qualitrol.

Em caso de indisponibilidade no atendimento deste item, o fornecedor deverá comunicar a CPFL.

#### 6.6.15 Indicador de nível de óleo

Dois indicadores de nível de óleo do tipo mostrador magnético conforme ABNT NBR 16367-5, sendo um para o transformador e outro para o comutador. Estes indicadores deverão ser:

- KS Eletrônica;
- Indubrás.

Em caso de indisponibilidade no atendimento dos modelos acima, o fornecedor deverá comunicar a CPFL.

#### 6.6.16 Demais válvulas

As válvulas utilizadas no transformador devem atender a ABNT NBR 16367-6.

##### 6.6.16.1 Tanque

Uma válvula tipo gaveta ou globo de filtragem e enchimento localizada na parte superior do tanque e do lado diagonalmente oposto ao da válvula de drenagem, com diâmetro de 40 mm e provida de bujão de 40 RWG.

Uma válvula tipo gaveta ou globo localizada na parte inferior para drenagem do óleo do transformador, de 50 mm de diâmetro, provida de redução e bujões de 40 e 15 RWG, com proteção metálica contra choques. Esta válvula deverá ser utilizada para drenagem do óleo do tanque do transformador. Bem como será utilizada também para filtragem e amostragem do óleo.

##### 6.6.16.2 Conservador de óleo

Duas válvulas tipo gaveta ou globo de 25 mm com bujões de 25 RWG localizadas na parte superior, para enchimento dos compartimentos relativos ao transformador e comutador de derivações em carga.

Duas válvulas tipo gaveta ou globo localizadas na parte inferior para drenagem e retirada de amostra de óleo, coleta de água e sedimento, sendo uma para o compartimento do transformador, de 40 mm e bujão de 40 RWG, e outra para o compartimento do comutador, de 25 mm e bujão de 25 RWG, localizadas em lados opostos aos bujões de enchimento citados acima.

##### 6.6.16.3 Radiadores

Válvulas tipo borboleta (tipo aço-aço) nas quantidades suficientes conforme projeto.


#### 6.6.17 Relé *Buschholz*

O transformador deverá possuir relé *Buschholz* conforme ABNT NBR 16367-7.

O relé *Buschholz* utilizado deverá ser:

- Fabricado pela Indubrás.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	10/13/06/2023	26 de 37

 <b>Público</b>	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento: RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo Abaixador e Elevador de Tensão

Em caso de indisponibilidade no atendimento deste item, o fornecedor deverá comunicar a CPFL.

#### 6.6.18 Sistema de preservação do óleo isolante

O sistema de preservação do óleo deverá ser constituído de um conservador para compensar as variações do volume de óleo devido às mudanças de temperatura entre 0 °C e a máxima permitida em operação normal, sem desenvolver pressões negativas ou positivas excessivas, e evitando qualquer contato do óleo isolante com a atmosfera externa.

Ainda, o conservador deverá ser dividido em dois compartimentos, sendo um destinado ao óleo isolante do tanque do transformador e o outro destinado ao óleo isolante do tanque do comutador de derivações em carga (quando aplicável). Tais compartimentos não deverão possuir, em operação normal, comunicação entre si, de forma a evitar a mistura de óleo isolante.

O conservador deverá ser provido dos seguintes componentes:

- Válvulas com características citadas no item Demais válvulas deste documento;
- Duas aberturas para limpeza com diâmetro mínimo de 380 mm ou 250 x 400 mm, referentes ao óleo do transformador e do comutador;
- Meios para levantamento;
- Deverá ser fornecida, caso seja necessária, uma válvula de equalização da pressão interna/externa da bolsa de borracha para testes de estanqueidade, vácuo e/ou outras condições de manutenção;
- Deverá ser fornecida caso seja necessária uma válvula de equalização da pressão entre compartimentos do conservador de óleo para testes de estanqueidade, vácuo e/ou outras condições de manutenção.

#### 6.6.19 Sistema de resfriamento

A refrigeração do óleo deverá ser realizada por meio de radiadores de aletas do tipo removível, intercambiáveis, fixados lateralmente ao tanque do transformador por meio de flanges adequadas, resistentes a vácuo e a pressão de óleo.

Entre as tomadas de óleo do tanque e os radiadores deverão ser interpostas válvulas borboleta (tipo aço-aço) de vedação do óleo, de duas posições (ABERTA e FECHADA) com marcação perfeitamente visível. Estas válvulas devem permitir a remoção dos radiadores sem que para isso seja necessário drenar o óleo, além de suportar a pressão do óleo sem apresentar vazamento, quando o transformador estiver cheio.

Deverão ser previstos bujões na parte superior e na parte inferior de cada radiador para enchimento e drenagem de óleo, bem como meios para locomoção e levantamento dos radiadores.

Caso os radiadores forem de fabricação de terceiros, deverão ser fabricados por:

- Marangoni Maretti – Mogi Mirim – SP.


Em caso de indisponibilidade no atendimento deste item, o fornecedor deverá comunicar a CPFL.

#### 6.6.20 Buchas

As buchas devem estar conforme ABNT NBR 5034, ABNT NBR 12460 e ABNT NBR 10202.

Buchas do Enrolamento de Alta Tensão:

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUEN	10/13/06/2023	27 de 37

 <b>Público</b>	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento: RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo Abaixador e Elevador de Tensão

- Tensão nominal: 25 kV (eficaz);
- Tensão operação: 23 kV (eficaz);
- Suportabilidade a frequência industrial sob chuva: 60 kV (eficaz);
- Suportabilidade a impulso pleno, onda de 1,2 x 50 µs: 150 kV (crista).

Deverão ser providas de uma placa de identificação localizada na altura do flange em posição de fácil visualização, contendo no mínimo os seguintes dados:

- Nome do fabricante;
- Tipo do fabricante e número de série;
- Número do desenho;
- Ano de fabricação;
- Tensão nominal;
- Corrente nominal;
- Peso (kgf);
- Comprimento abaixo do flange e espaço para transformador de corrente tipo bucha.

Buchas do enrolamento de baixa tensão e do neutro:

- Tensão nominal: 15 kV (eficaz);
- Tensão operação: 13,8 kV (eficaz);
- Suportabilidade a frequência industrial sob chuva: 50 kV (eficaz);
- Suportabilidade a impulso pleno, onda de 1,2 x 50 µs: 110 kV (crista).

Deverão ser providas de uma placa de identificação localizada na altura do flange em posição de fácil visualização, contendo no mínimo os seguintes dados:

- Nome do fabricante;
- Tipo do fabricante e número de série;
- Número do desenho;
- Tensão nominal;
- Corrente nominal;
- Peso (kgf);
- Comprimento abaixo do flange e espaço para transformador de corrente tipo bucha.

#### 6.6.21 Conectores terminais

O transformador deverá ser fornecido com os conectores para:

- Buchas de alta tensão;
- Buchas de baixa tensão;
- Bucha de neutro;
- Conector de aterramento.

Os conectores deverão ser fabricados pela Framatome ou DELTA-STAR.


Em caso de indisponibilidade no atendimento deste item, o fornecedor deverá comunicar a CPFL.

#### 6.6.22 Caixa de ligações

Toda a fiação dos indicadores, relés e sensores, ou seja, todos os terminais relativos aos circuitos de controle, alarme e proteção do transformador, deverão ser levados a blocos

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	13/06/2023	28 de 37



 <b>Público</b>	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo
		Abaixador e Elevador de Tensão

terminais localizados em uma única caixa de ligações. Essa mesma caixa de ligações deverá ser utilizada para as ligações de fiação fornecidas pela CPFL no local de instalação.

Deverá ser fabricado em chapa de aço de espessura mínima 2,65 mm, com tratamento antiferrugem, com respiros na face traseira, na parte inferior e superior, classe de proteção IP-54.

Deverá possuir uma porta giratória em torno de pinos de dobradiça, de fácil abertura, equipada com fechadura do tipo YALE, com maçaneta, fabricada em aço inox ou material não ferroso.

Todas as aberturas deverão ser vedadas em Neoprene, e possuir um flange removível na parte inferior da cabine com dimensões mínimas do flange 300 x 200 mm, providos de dois furos com diâmetro 63,5 mm (2,5 RWG), para conexão dos dutos de saída dos cabos de controle.

Deverá ter cor externa e interna idêntica ao transformador.

Deverá ter sua fixação em uma das laterais do tanque através de amortecedores ou calços de borracha antivibração.

Deverá ser distanciado dos pontos quentes do tanque, admitindo-se máxima temperatura interna de 45 °C.

Deverá possuir os seguintes dispositivos e equipamentos:

- Lâmpada para iluminação interna com chave limite localizada na porta do armário;
- Aquecimento interno controlado por termostato protegidos por fusíveis;
- Disjuntor geral de proteção da iluminação e aquecimento;
- Régua de bornes, 10 % de reserva, tipo olhal;
- Disjuntores de proteção individual para todos os circuitos de força;
- Todas as saídas dos sinais de proteção e alarme deverão possuir uma duplicidade de bornes, juntados através de chapa metálica;
- Tomada bifásica 220 Vca para uso geral.

### 6.6.23 Placas

As placas deverão ser confeccionadas em aço inoxidável e as informações deverão ser gravadas de maneira indelével.


#### 6.6.23.1 Placa de identificação

O transformador deverá ser provido de uma placa de identificação, que deverá ser instalada em local e posição visíveis e de fácil acesso.

A placa de identificação deve estar conforme a ABNT NBR 5356-1 e conter, no mínimo, as seguintes informações na língua portuguesa:

- As palavras TRANSFORMADOR;
- Nome do fornecedor e local de fabricação;
- Número de série e ano de fabricação;
- Tipo ou modelo;
- Número de fases;
- Designação e ano da norma brasileira (especificação);
- Número e ano do pedido de compra ou contrato;
- Potências nominais em kVA e sistema de resfriamento;
- Correntes e tensões nominais de todas as derivações de todos os enrolamentos para todas as potências nominais, com indicação das correspondentes ligações e posições do comutador;
- Frequência nominal;
- Diagrama fasorial, grupo de ligação e deslocamento angular;

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	13/06/2023	29 de 37

 <b>Público</b>	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo
		Abaixador e Elevador de Tensão

- Limites de elevação de temperatura dos enrolamentos;
- Níveis de isolamento dos enrolamentos;
- Impedância de curto-circuito percentuais;
- Corrente de excitação;
- Correntes suportáveis de curto-circuito simétrica e dinâmica (kA) e respectivas durações máximas admissíveis (segundos);
- Impedância de curto-circuito percentuais de sequência zero;
- Nível de sobreexcitação em vazio e em carga;
- Tipo de óleo isolante, quantidade necessária em litros e massa;
- Massa máxima a ser levantada para desmontagem;
- Massa máxima para transporte;
- Massas da parte ativa, do tanque e acessórios e total da unidade completa;
- Altura para levantamento da parte ativa;
- Dimensões para transporte;
- Número de referência no manual de instruções;
- Pressões de ensaio mencionando que o tanque, radiadores e conservador suportam pleno vácuo;
- A expressão ISOLAÇÃO CLASSE E – PAPEL TERMOESTABILIZADO.

#### 6.6.23.2 Placa diagramática

O transformador deverá ser fornecido com uma placa diagramática dos equipamentos de controle, alarme e proteção, situada na parte interna da Caixa de Ligações.

Esta placa deverá conter as seguintes informações, em português:

- Esquema de ligações de todos os indicadores, nível de óleo, relé *Buchholz*, válvula de alívio de pressão etc.;
- Indicação dos blocos terminais, com todos os bornes devidamente designados por números, letras ou ainda pela combinação de ambos;
- Tabela contendo a denominação de todos os componentes e acessórios, assim como sua utilização e designação dos bornes aos quais serão ligados;
- Outras que o fornecedor julgar necessárias.

#### 6.7 Componentes de reserva


O proponente deverá atender as instruções do edital para componentes de reserva do equipamento aqui especificado, devendo estes serem idênticos, em todos os aspectos, às correspondentes do equipamento original.

Tais componentes de reserva poderão ser submetidos a inspeção e ensaios, a critério da CPFL. A embalagem e o transporte destes componentes deverão ser feitos levando-se em consideração o estabelecido no item Embalagem e transporte deste documento.

O fornecedor deverá indicar, quando possível, se o componente de reserva adquirido é tecnicamente idêntico a outros componentes anteriormente fornecidos, apontando, se disponível, o documento de compra correspondente àquela aquisição, e informar todos os detalhes técnicos de cada componente sobressalente ora adquirido (fabricante, modelo, tipo e demais informações pertinentes, bem como desenhos dimensionais).

Essa informação deverá ser enviada à CPFL com antecedência de 10 dias do embarque destes componentes, e uma cópia deste documento deverá também constar do processo de embalagem destes itens.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	13/06/2023	30 de 37

 <b>Público</b>	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo
		Abaixador e Elevador de Tensão

## 6.8 Ferramentas especiais

O proponente deverá atender as instruções da cotação para quaisquer ferramentas especiais necessárias à montagem e manutenção do equipamento e seus acessórios, não usualmente encontradas no mercado brasileiro.

Caso seja necessário ferramenta que se comprove ser especial para montagem e/ou manutenção do equipamento e a ela não tenha sido incluída na proposta, o fornecedor será obrigado a supri-la sem ônus, na quantidade indicada pela CPFL.

As ferramentas especiais adquiridas serão inspecionadas juntamente com a primeira unidade do fornecimento, devendo, também, serem submetidas a ensaios funcionais.

## 6.9 Tambores para óleo isolante

O volume de óleo isolante correspondente aos radiadores e ao conservador de óleo, retirado do transformador para o transporte, bem como o volume fornecido como reserva, deverá ser acondicionado em tambores novos, sem amassamentos com vincos e devidamente limpos, de forma a evitar contaminantes no óleo.

Tais tambores de óleo deverão ser de aço carbono e revestidos internamente com tinta a base de epóxi fenólico, com espessura total mínima de 12 µm, de cor clara. Externamente deverão ser revestidos com tinta a base de resino alquídica, com espessura total de 25 µm, similar a cor verde Munsell 2.5 G 4/8.

Nos dois tampos, devem ser inscritos:

- Nome do fabricante do equipamento;
- Número sequencial de tambores;
- Número de série do equipamento;
- Número do pedido de compra;
- Tipo de óleo isolante (naftênico ou parafínico).

Os tambores deverão ser providos de dois bujões do tipo rosqueado, com vedador de borracha do tipo *tri-sure* que permita estanqueidade.

A capacidade de armazenamento dos tambores deverá ser de 200 litros, ou excepcionalmente, de 100 litros.

Alternativamente e caso indicado nos documentos de cotação e/ou contrato, o volume de óleo isolante correspondente aos radiadores e ao conservador de óleo retirado do transformador para o transporte, ou mesmo todo o volume de óleo do equipamento, poderá ser transportado para a subestação de aplicação em caminhões-tanque devidamente preparados para transporte de óleo isolante. Entretanto, os caminhões-tanque poderão ser retirados e utilizados no processo de enchimento do equipamento.

## 6.10 Códigos dos equipamentos

Tabela 8. Códigos CPFL dos equipamentos

Potência (KVA)	Código	Descrição	UnC
500	50-000-030-590	TD-R/E-23,1-FF-3-13,8-1-500KVA-3F-C-M-B	80-585
750	50-000-030-592	TD-R/E-23,1-FF-3-13,8-1-750KVA-3F-C-M-B	80-572
1500	50-000-030-560	TD-R/E-23,1-FF-3-13,8-1-1500KVA-3F-C-M-B	80-568
2000	50-000-030-603	TD-R/E-23,1-FF-3-13,8-1-2000KVA-3F-C-M-B	80-549
2500	50-000-030-605	TD-R/E-23,1-FF-3-13,8-1-2500KVA-3F-C-M-B	80-569
3750	50-000-030-607	TD-R/E-23,1-FF-3-13,8-1-3750KVA-3F-C-M-B	80-573
5000	50-000-030-610	TD-R/E-23,1-FF-3-13,8-1-5000KVA-3F-C-M-B	80-575

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	013/06/2023	31 de 37



 <i>Público</i>	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo Abaixador e Elevador de Tensão

Tabela 9. Códigos de UAR dos equipamentos

Potência (KVA)	Código	UAR
500	50-000-030-590	565.02.25.13.61.03.01.001
750	50-000-030-592	565.02.24.13.63.03.01.001
1500	50-000-030-560	565.02.24.13.68.03.01.001
2000	50-000-030-603	565.02.24.13.70.03.01.001
2500	50-000-030-605	565.02.24.13.72.03.01.001
3750	50-000-030-607	565.02.24.13.74.03.01.001
5000	50-000-030-610	565.02.23.13.77.03.01.001

7. CONTROLE DE REGISTROS

Não se aplica.

 <i>Público</i>	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento: RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo Abaixador e Elevador de Tensão

8. ANEXOS

Anexo A – Exemplo dimensional do equipamento

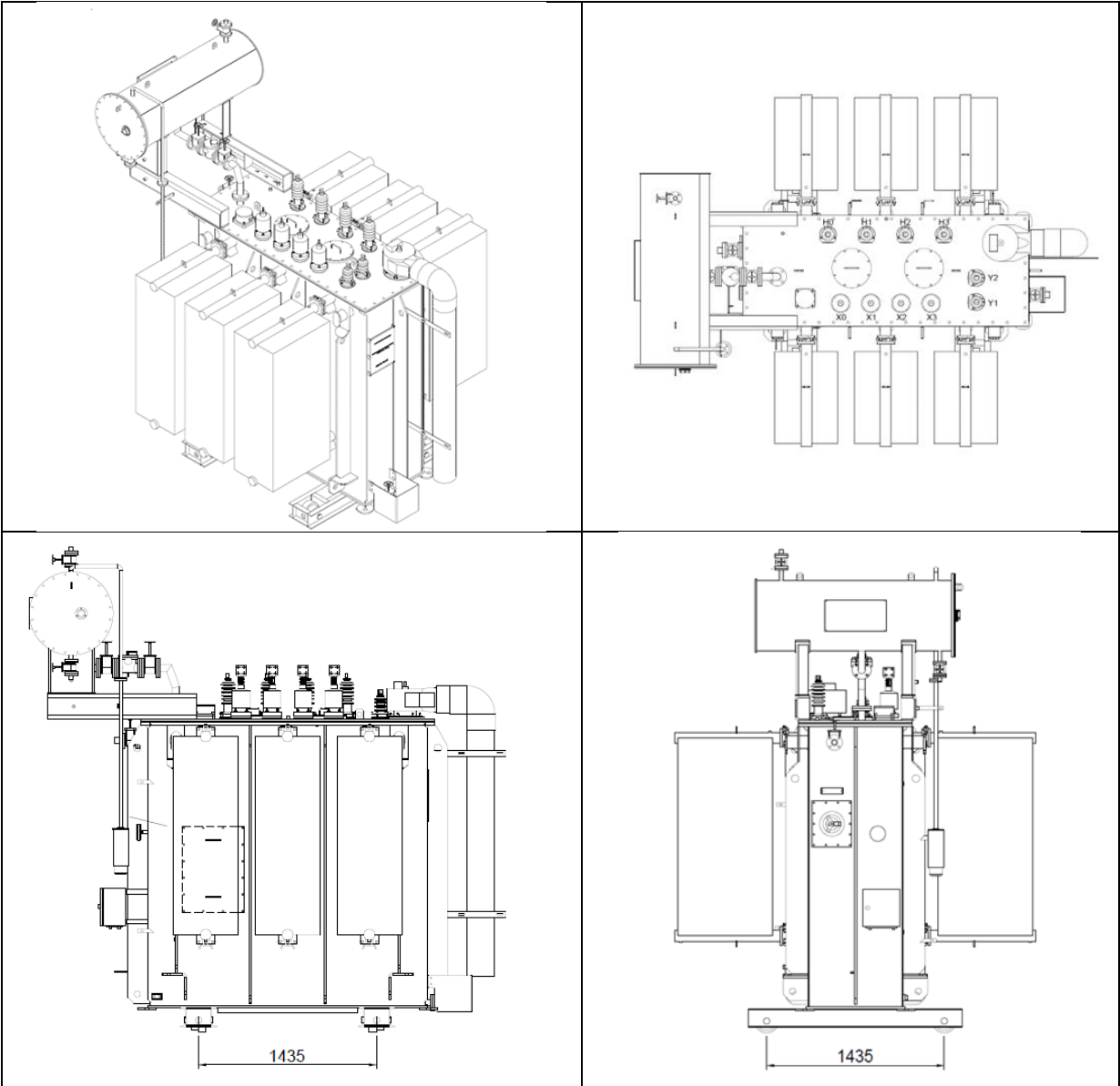



Figura A.1. Desenho BX-A4-13074-CA

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	13/06/2023	33 de 37



 <i>Público</i>	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo
		Abaixador e Elevador de Tensão

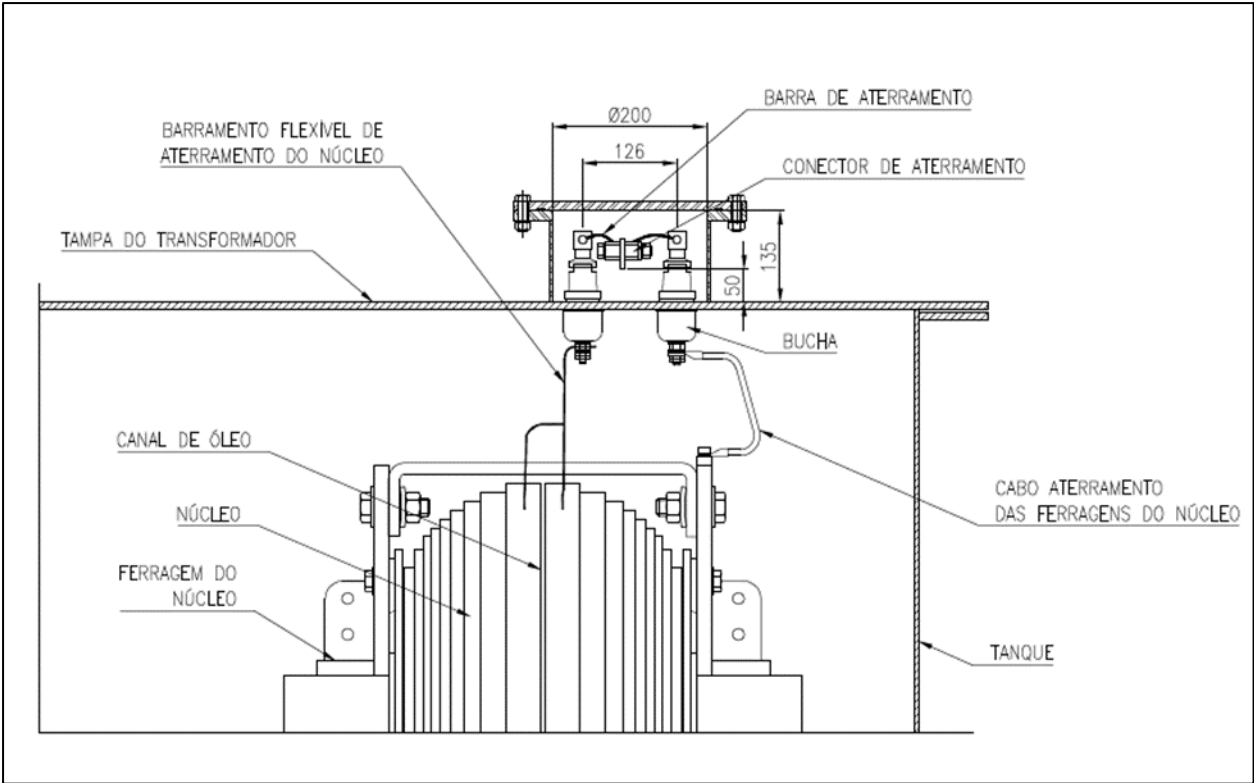



Figura A.2. Desenho BX-A4-13076-CA

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	13/06/2023	34 de 37

 <b>Público</b>	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo Abaixador e Elevador de Tensão

## Anexo B – Tabelas

Tabela B.1 – Óleo base Naftênica tipo “A”

Características	Unidade	Especificação		Método
		Mínimo	Máximo	
Aparência	-	O óleo deve ser claro, límpido, isento de material em suspensão ou sedimentado.		Visual
Densidade a 20/4 °C	-	0,861	0,900	ABNT NBR 7148
Viscosidade: a 20 °C a 40 °C a 100 °C	cSt	- - -	25,0 11,0 3,0	ABNT MB-293
Ponto de fulgor	°C	140	-	ABNT MB-50
Ponto de Fluidez*	°C	-	-39	ABNT MB-820
Índice de Neutralização (IAT)	mgKOH/g	-	0,03	ABNT MB-101
Tensão interfacial a 25 °C	mN/m	40	-	ABNT NBR 10710
Cor	-	-	1,0	ABNT MB-351
Teor de água	ppm	-	35	ABNT NBR 10710
Cloretos	-	Ausentes		ABNT NBR 5779
Sulfatos	-	Ausentes		ABNT NBR 5779
Enxofre corrosivo	-	Não corrosivo		ABNT NB-899
Ponto de anilina	°C	63	84	ABNT MB-299
Índice de refração a 20 °C*	-	1,485	1,500	ABNT NBR 5778
Rigidez dielétrica	kV	30	-	ABNT NBR 10859
Fator de perdas dielétricas (tgδ) a 90 °C	%	-	0,40	ABNT NBR 12133
Teor de inibidor de oxidação (DBPC, DBP)**	% massa	-	0,08	ABNT NBR 12134
Estabilidade à oxidação: Índice de neutralização (IAT) Borra Fator de perdas dielétricas (tgδ) a 90 °C	mgKOH/g % massa %	- - -	0,40 0,10 20	ABNT NBR 10504

\* Quando da determinação das características do óleo isolante na inspeção final o valor encontrado para o índice de refração for inferior ao correspondente especificado, ou o valor encontrado para o ponto de fluidez for superior ao correspondente especificado, o óleo isolante será aceito desde que isto não represente anomalia do óleo e que, comprovadamente, seja uma característica de sua origem. Em qualquer dos casos acima, o Fornecedor deverá garantir, por escrito, que a sua utilização não compromete a operação normal do equipamento e/ou sua vida útil.

\*\* DBPC: 2,6-Ditércio-Butil Para-Cresol

\*\* DBP: 2,6-Ditércio-Butil Fenol

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	10/13/06/2023	35 de 37


 <b>Público</b>	<b>Tipo de Documento:</b> Especificação Técnica
	<b>Área de Aplicação:</b> Engenharia de Normas e Padrões
	<b>Título do Documento:</b> RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo Abaixador e Elevador de Tensão

Tabela B.2 – Óleo base parafínica tipo “B”


Características	Unidade	Especificação		Método
		Mínimo	Máximo	
Aparência	-	O óleo deve ser claro, límpido, isento de material em suspensão ou sedimentado.		Visual
Densidade a 20/4 °C	-	-	0,860	ABNT NBR 7148
Viscosidade cinemática:	cSt	-	25,0	ABNT MB-293
a 20 °C		-	11,0	
a 40 °C		-	3,0	
a 100 °C		-		
Ponto de fulgor	°C	140	-	ABNT MB-50
Ponto de Fluidez*	°C	-	-12	ABNT MB-820
Índice de Neutralização (IAT)	mgKOH/g	-	0,03	ABNT MB-101
Tensão interfacial a 25 °C	mN/m	40	-	ABNT NBR 6234
Cor	-	-	1,0	ABNT MB-351
Teor de água	ppm	-	35	ABNT NBR 10710
Enxofre corrosivo	-	Não corrosivo		ABNT NB-899
Enxofre total	% massa	-	0,30	ASTM D 1552
Ponto de anilina	°C	85	91	ABNT MB-299
Índice de refração a 20 °C*	-	1,469	1,478	ABNT NBR 5778
Carbono aromático	%	7,0	-	ASTM D 2140
Rigidez dielétrica	kV	30	-	ABNT NBR 10859
Fator de perdas dielétricas (tgδ) a 90 °C	%	-	0,40	ABNT NBR 12133
Teor de inibidor de oxidação (DBPC, DBP)**	% massa	Não detectável		ABNT NBR 12134
Estabilidade à oxidação:	mgKOH/g % massa %	-	0,40	ABNT NBR 10504
Índice de neutralização (IAT)		-	0,10	
Borra		-	20	
Fator de perdas dielétricas (tgδ) a 90 °C		-		

\* Quando da determinação das características do óleo isolante na inspeção final o valor encontrado para o índice de refração for inferior ao correspondente especificado, ou o valor encontrado para o ponto de fluidez for superior ao correspondente especificado, o óleo isolante será aceito desde que isto não represente anomalia do óleo e que, comprovadamente, seja uma característica de sua origem. Em qualquer dos casos acima, o Fornecedor deverá garantir, por escrito, que a sua utilização não compromete a operação normal do equipamento e/ou sua vida útil.

\*\* DBPC: 2,6-Ditércio-Butil Para-Cresol

\*\* DBP: 2,6-Ditércio-Butil Fenol

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	10/13/06/2023	36 de 37

 <b>Público</b>	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento: RGE - Transformador Especial de Distribuição Tipo Abaixador e Elevador de Tensão

## 9. REGISTRO DE ALTERAÇÕES

### 9.1 Colaboradores

Empresa	Área	Nome
CPFL Paulista	REDN	Huederson Botura

### 9.2 Alterações

Versão Anterior	Data da Versão Anterior	Alterações em relação à Versão Anterior
1.1	28/03/2008	Unificação da especificação entre as distribuidoras do grupo CPFL. Inclusão das fichas técnicas para cada código CPFL. A formatação foi atualizada conforme norma interna vigente.
1.2	17/10/2019	Adequações no texto; Ajustada formatação do documento conforme norma interna vigente; Atualização das normas técnicas; Exclusão do item Data Book do transformador; Exclusão do item Fabricação; Exclusão do item Listas de materiais e catálogos; Exclusão do item Plano de Inspeção e Testes (PIT); Exclusão do item Relação de documentos.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
11616	Instrução	1.3	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	13/06/2023	37 de 37