 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

## Sumário

1. OBJETIVO.....	1
2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO .....	1
3. DEFINIÇÕES .....	2
4. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	2
5. RESPONSABILIDADES .....	3
6. REGRAS BÁSICAS.....	5
7. CONTROLE DE REGISTROS.....	54
8. ANEXOS .....	54
9. REGISTRO DE ALTERAÇÕES.....	76

## 1. OBJETIVO

A presente Especificação estabelece os requisitos que deverão ser atendidos para o fornecimento de Transformador de Potência trifásico, tensões de entrada de 138, 88, 69 e 34,5 kV e saída de 11,95 , 13,8 e 23,9 kV, 60 Hz, montado em semirreboque, incluindo cabos de potência de média tensão, completos para ser utilizado em condições de emergência no sistema de transmissão e distribuição de energia elétrica da CPFL Energia.

O objetivo da CPFL é adquirir Transformador(es) Móvel(eis) que possibilite(m) o atendimento de carga, em regime de emergência, mantendo-se a agilidade de tráfego por ruas, avenidas, estradas estaduais e federais sem que haja necessidade de qualquer tipo de autorização especial, atendendo ao Código de Trânsito Brasileiro, com facilidade de manobras e tempo reduzido de montagem e comissionamento, de forma a possibilitar o restabelecimento do serviço de fornecimento de energia elétrica no menor tempo possível.

## 2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO


### 2.1 Empresa

Distribuidoras do Grupo CPFL Energia.

### 2.2 Área

Engenharia, Operações de Subtransmissão, Qualificação de Materiais e Fornecedores, Suprimentos e Gestão de Ativos.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 1 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	--------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

### 3. DEFINIÇÕES

#### Definição de Termos

Os termos a seguir listados, cujos significados não forem explicitamente declarados em outra parte desta Especificação, deverão ser assim entendidos:

##### a) Proponente

Designa a Empresa, Sociedade ou Companhia, que ao ser consultada, apresenta proposta para fornecimento, em atendimento ao edital.

##### b) Fornecedor

Designa a Empresa, Sociedade ou Companhia, que executará todos os serviços de fornecimento de projetos, materiais, fabricação, ensaios, montagem e transporte indicados nesta Especificação.

##### c) CPFL

Designa a Companhia adquirente do equipamento.

##### d) Acessório

Designa o dispositivo que desempenha um papel menor ou secundário, como um adjunto ou refinamento do papel principal executado pelo equipamento.

##### e) Documentos Técnicos

Designa desenhos, catálogos, cronogramas, relatórios, planos de controle da qualidade, manuais de instruções e lista de materiais.

##### f) Engenheiro

Designa o empregado do Departamento de Engenharia da CPFL, ou qualquer organização por esta autorizada por escrito, para agir como seu representante com relação à engenharia do fornecimento.

##### g) Equipamento

Designa o conjunto unitário e completo com todos os seus acessórios e componentes, que desempenha o papel principal, quando em funcionamento, conforme explicitado nesta Especificação Técnica.


##### h) Folha de Dados

Designa o questionário anexo desta especificação técnica.

##### i) Fornecimento

Significa o equipamento, acessórios, aparelhos, ferramentas especiais, materiais, artigos e componentes de toda espécie, inclusive de reserva, a serem fornecidos, inclusive todo o trabalho a ser feito e os serviços a serem executados.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 2 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	--------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

#### j) Inspetor

Designa o empregado do Departamento de Engenharia da CPFL, ou qualquer organização autorizada por escrito pela CPFL, para agir como seu representante com respeito a inspeção e ensaios do fornecimento.

#### k) Ensaio de Rotina

Ensaio que deverá ser realizado na presença do Inspetor quando da inspeção final, conforme o item **Inspeção e Ensaios** desta Especificação, em todas as unidades do equipamento a ser fornecido.

#### l) Ensaio de Tipo

Ensaio que deverá ser realizado na presença do Inspetor quando da inspeção final, conforme o item **Inspeção e Ensaios** desta Especificação e quando adquirido pela CPFL, na unidade ou unidades do equipamento a ser fornecido, escolhida a exclusivo critério do Inspetor.

#### m) Pedido de Compra

Designa o contrato de fornecimento.

## 4. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

### Condições Normativas

O equipamento, seus acessórios e materiais deverão ser projetados, fabricados e ensaiados de acordo com as Normas Técnicas listadas a seguir, exceto quando estabelecido de outra forma nesta Especificação.

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

### ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas)

NBR 5356/2007 - Partes 1 a 7 Transformador /Especificação

NBR 9368/1987 - Transformadores de potência de tensões nominais até 145kV - Padronização

NBR 6856/2015 - Transformador de corrente/Especificação


NBR 6821/1992 - Transformador de corrente/Método de ensaio

NBR 5034/2014 - Buchas para tensões alternadas superiores 1 kV/Especificação

NBR 6146/2005 Invólucros de equipamentos elétricos - Proteção Especificação

NBR 7876/1983 - Linhas e equipamentos de Alta Tensão-medição de rádio interferência na faixa de 0,15 A 30 MHz/ Método de Ensaio

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 3 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	--------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

NBR 7277/1988 - Medição de nível de ruído de transformadores e reatores/ Método de ensaio

NBR 7875/2010 - Instrumentos de medição de radiointerferência na faixa de 0,15 A 30 MHz (padrão CISPR)

NBR 6147/2000 - Plugues e tomadas de uso doméstico - Especificação

NBR 10202/2010 - Buchas de Tensões Nominais 72,5 - 145 e 242 kV para Transformadores e Reatores de Potência - Características Elétricas, Construtivas, Dimensionais e Gerais - Padronização

NBR 12456/2012 - Indicador magnético de nível de óleo, relé detetor de gás tipo Buchholz e respirador do conservador de óleo para transformadores de potência nominal acima de 500 kVA/ Padronização

NBR 12457/2012 - Dispositivo de alívio de pressão para transformadores de potência acima de 500 kVA/ Padronização

NBR 12460/1990 - Buchas de tensões nominais 15kV, 24,2 kV e 36,2 kV para transformadores e reatores de potência/ Padronização

### **ANSI (American National Standards Institute)**

C-57.13/1978 - Requirements for Instrument Transformers.

C57.12.00/1993 - General Requirements for Distribution, Power and Regulating Transformers and Shunt Reactors

C57.12.90/1993 - Test Code for Distribution, Power and Regulating Transformers and Shunt Reactors


C-57.15/1986 - Requirements, Terminology and Test Code for Step Voltage and Induction Voltage Regulators

C37.90/1974 - Guide for Surge Withstand Capability (SWC) Tests

ANSI/IEEE nº 119/74 - Recommended Practice for General Principles of Temperature Measurements as Applied to Electrical Apparatus.

IEEE Standard 1276/1997

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 4 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	--------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

## IEC (International Electrotechnical Commission):

Publ. 270/1981 - Partial Discharge Measurement.

Publ. 76-3/1980 - Power Transformers Insulation Levels and Dielectric Tests

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 esta Especificação, 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 Sistema de Unidades

Todos os documentos e desenhos 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.

### 6.2 Garantia


O equipamento, bem como seus acessórios e componentes, deverá ser coberto por uma garantia contra quaisquer defeitos decorrentes de projeto, fabricação e acabamento pelo prazo mínimo de 36 (trinta e seis) meses após a entrega.

Durante o período de garantia, o Fornecedor deverá substituir ou reparar, a qualquer momento, atendendo no menor prazo possível a solicitação da CPFL, qualquer componente, acessório ou peça que apresente defeito, falha ou falta oriundas da fabricação, emprego de materiais inadequados ou acabamento, conforme o caso.

Se durante o período de garantia ocorrer algum defeito ou falha no equipamento, novos ensaios determinados pela CPFL deverão ser aplicados na unidade após os devidos reparos pelo Fornecedor, se ela assim julgar necessário, sem quaisquer ônus adicionais.

Após a substituição ou reparos de qualquer componente, acessório ou equipamento completo, deve entrar em vigor, a partir da reentrada em operação do equipamento, um novo período de garantia, nos seguintes casos:

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 5 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	--------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

- Reparo ou substituição do equipamento completo: Novo período de garantia, conforme estipulado no primeiro parágrafo deste item.
- Reparo ou substituição de componentes e / ou acessórios: Novo período de garantia, conforme estipulado no primeiro parágrafo deste item, para os componentes e/ou acessórios reparados e/ou substituídos; e continuidade na aplicação do mesmo prazo de garantia estipulado para o restante do equipamento.

Se após ser notificado o Fornecedor se recusar a efetuar os reparos ou substituições solicitados, a CPFL reserva-se o direito de executá-los e cobrar seus custos do Fornecedor, sem que isto afete a garantia do equipamento.

Todos os custos referentes a substituição ou reparos de qualquer componente, peças ou mesmo de equipamento em sua totalidade, devem ser suportados pelos Fornecedor.

A aceitação do equipamento pela CPFL, seja pela aprovação das provas exigidas, seja por eventual dispensa da inspeção, não eximirá, de modo algum, o Fornecedor de sua responsabilidade em fornecer o equipamento em plena concordância com esta Especificação, nem invalidará ou comprometerá qualquer reclamação que a CPFL venha a fazer, baseada na existência de material inadequado ou defeituoso.

Após o término do prazo de garantia o Fornecedor deverá responder pelo seu equipamento, sem quaisquer ônus à CPFL, em caso de falha ou defeito que se constate ser decorrente de projeto ou fabricação; bem como garantir, durante a vida útil do equipamento, o fornecimento de peças e acessórios para reposição.

### 6.3 Proposta Técnica

#### 6.3.1 Apresentação

Os Proponentes deverão apresentar Propostas, em separado, para o fornecimento de Transformador móvel, com as características estabelecidas nesta Especificação Técnica, sempre atendendo todos os limites estabelecidos nesta Especificação.


As Propostas Técnicas, bem como todos os documentos técnicos e anexos que dela fizerem parte, deverão ser redigidos em português.

Levando-se em conta os requisitos desta Especificação, as Propostas Técnicas deverão obrigatoriamente conter a Folha de Dados anexa, para cada alternativa acima descrita, completamente preenchida e assinada pelo proponente responsável. Após a confirmação do Pedido, não serão aceitas alterações de tipo e/ou fabricante declarados na Folha de Dados, sem análise e aprovação prévia da CPFL.

Somente serão consideradas válidas as informações e documentos solicitados neste Item.

Todos os acessórios e componentes necessários ao pleno funcionamento do equipamento deverão ser fornecidos mesmo quando não especificados.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 6 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	--------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

O Proponente deverá anexar folhas separadas contendo quaisquer respostas que, pela sua extensão, não possam ser inseridas na Folha de Dados anexa desta Especificação, ou que por quaisquer motivos não se adaptem ao formulário desta ou, ainda, outras informações de real interesse para a perfeita caracterização do equipamento ofertado.

Caso possível, solicita-se o envio das seguintes informações junto com a Proposta Técnica:

- Uma cópia dos relatórios de ensaios de tipo e especiais já realizados, em laboratórios independentes, no tipo ou modelo do equipamento ora ofertado;
- Lista contendo as quantidades adquiridas por outros clientes, seus nomes e datas de compra de equipamento do tipo ou modelo ora ofertado;

Os acessórios e componentes do equipamento proposto deverão ser dos tipos e fabricantes indicados nesta Especificação. 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 características técnicas aqui especificadas, bem como sua utilização tenha sido aprovada pela CPFL antes da aplicação no equipamento.

No que respeita o parágrafo anterior, catálogos e/ou desenhos dos componentes e acessórios alternativos deverão ser anexados à Proposta Técnica.

### 6.3.2 Interpretação de Documentos

Todo e qualquer erro de redação cometido pelo Proponente que possa afetar a interpretação da Proposta Técnica será de inteira responsabilidade do mesmo, que se sujeitará às penalidades que do erro advenham.

### 6.3.3 Componentes de Reserva

O Proponente deverá atender as instruções da Cotação para componentes de reserva do equipamento aqui especificado, devendo estes ser 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.

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).

Esta 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: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 7 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	--------------------



 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

#### 6.3.4 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.

Caso seja necessária ferramenta que se comprove ser especial para montagem e/ou manutenção do equipamento e a mesma 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.

#### 6.3.5 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.

#### 6.3.6 Fabricação

Nenhuma alteração poderá ser feita pelo Fornecedor aos termos, valores e unidades adotados por esta Especificação. No caso de detalhes não mencionados nesta Especificação, o Fornecedor deverá satisfazer ao que de melhor existir em trabalho no gênero.

Quando forem adquiridas mais de uma unidade do mesmo equipamento sob o mesmo Pedido, todos eles deverão possuir o mesmo projeto e serem essencialmente iguais, com todas as peças e acessórios correspondentes intercambiáveis.

Assim sendo, qualquer modificação do projeto original, que por razões de ordem técnica se tornar necessária, deverá ser antecipadamente comunicada e somente poderá ser realizada com a aprovação por escrito da CPFL.


#### 6.3.7 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;
- Atendimento integral, por parte do Fornecedor, do Item Documentos para Aprovação desta Especificação Técnica;

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 8 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	--------------------



 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

- d) Registros do registrador de impactos devidamente analisados e aprovados pela CPFL;
- e) 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 Pedido de Compra e o perfeito estado dos mesmos.

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 Pedido de Compra e esta Especificação, 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 Pedido, ou com esta Especificação, não eximirá o Fornecedor de sua responsabilidade quanto a data de entrega contratada do equipamento.

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 Pedido de Compra e estará sujeito às penalidades aplicáveis.

### 6.3.8 Instruções Técnicas


O Fornecedor deverá prever na Proposta Técnica a apresentação de instruções técnicas para o pessoal indicado pela CPFL a respeito da 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 entrega do equipamento, em local e data a serem definidos de comum acordo com a CPFL.

Tal treinamento deverá abordar, sempre quando aplicável:

- a) Instruções completas do manuseio, ajustes, testes mecânicos e elétricos, substituição de peças e utilização de gabaritos, através de manuais e desenhos;
- b) 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;
- c) Identificação das peças, partes e componentes que deverão ser checados quanto aos limites e tolerâncias operacionais, por meio de “check-list”, relacionando tudo às periodicidades de manutenção previstas;
- d) Relação completa de todas as partes, peças e componentes, incluindo nomes, descrições, números de catálogos, quantidades utilizadas e identificações nos desenhos;
- e) Instruções completas para instalação e manuseio de todos os acessórios.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 9 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	--------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

Sempre que necessário e em conformidade com esta Especificação e com as recomendações do Fornecedor, serão realizados ensaios no equipamento no local de sua instalação pelo pessoal da CPFL.

### 6.3.9 Meio Ambiente

#### Condições do Local 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;
- Umidade relativa do ar: 80 a 100 %;
- Velocidade do vento: 130 km/h;
- Pressão do vento: não maior que 700 Pa (71,4 kgf/m<sup>2</sup>);
- Grau de poluição: não inferior ao nível II (nível médio) – Norma IEC 815/1986.

#### Características Elétricas do Sistema

O sistema no qual o equipamento estará instalado possui as seguintes características:

##### Sistema de 138 kV

- Frequência nominal: 60 Hz
- Tensão nominal: 138 kV (eficaz)
- Tensão máxima: 145 kV (eficaz)
- Neutro: eficazmente aterrado

##### Sistema de 88 kV

- Frequência nominal: 60 Hz
- Tensão nominal: 88 kV (eficaz)
- Tensão máxima: 92,4 kV (eficaz)
- Neutro: eficazmente aterrado


##### Sistema de 69 kV

- Frequência nominal: 60 Hz
- Tensão nominal: 69 kV (eficaz)
- Tensão máxima: 72,5 kV (eficaz)
- Neutro: eficazmente aterrado

##### Sistema de 34,5 kV

- Frequência nominal: 60 Hz
- Tensão nominal: 34,5 kV (eficaz)
- Tensão máxima: 36,2 kV (eficaz)
- Neutro: eficazmente aterrado

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 10 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

### Sistema de 23 kV

- Frequência: 60 Hz
- Tensão nominal: 23,1kV (eficaz)
- Tensão máxima: 24,2 kV (eficaz)
- Neutro: eficazmente aterrado
- Sistema: trifásico, a quatro fios

### Sistema de 15 kV

- Frequência: 60 Hz
- Tensões nominais: 13800 V e 11950 V (eficaz)
- Tensão máxima: 15 kV (eficaz)
- Neutro: eficazmente aterrado
- Sistema: trifásico, a quatro fios

### Serviços Auxiliares

Todos os acessórios e/ou componentes auxiliares deverão ser projetados considerando-se que no local de instalação estará disponível tensão de alimentação com as seguintes características:

#### a) Corrente Alternada:

- Sistema: trifásico a 4 fios
- Frequência: 60 Hz
- Tensão entre fases:  $220 \pm 10\%$  volts
- Tensão fase-neutro:  $127 \pm 10\%$  volts

**Observação:** o equipamento deverá ser totalmente independente quanto ao fornecimento de tensão auxiliar em corrente alternada, inclusive para o sistema de resfriamento como a seguir especificado.

#### b) Corrente Contínua:

- Tensão máxima: 48 ou 125 Vcc (+ 10%)
- Tensão mínima: 48 ou 125 Vcc (- 15%)

## 6.4 Características do Transformador

### 6.4.1 Geral


O transformador deverá ser trifásico, imerso em óleo mineral isolante, tipo núcleo envolvido, com três enrolamentos, com comutadores de derivações sem tensão no lado da alta tensão e próprio para funcionamento ao tempo.

### 6.4.2 Características Principais de Isolamento

#### A) Enrolamento de Alta Tensão

- a- tensão nominal: 138kV (eficaz)
- b- níveis de isolamento para tensão eficaz máxima de operação de 145kV:
  - a impulso pleno, onda de  $1,2 \times 50 \mu s$ : 550kV (crista)
  - a impulso cortado, onda de  $1,2 \times 50 \mu s$ : 605kV (crista)

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 11 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

- a frequência nominal: 230kV (eficaz)

## B) Enrolamento de baixa tensão

- 1) tensões nominais: 23,9/11,95 (11,95) kV (eficaz)
- 2) níveis de isolamento para tensão máxima de operação de 25,8 kV:
  - a impulso pleno (1,2x50  $\mu$ s): 145 kV (crista)
  - a impulso cortado (1,2x50  $\mu$ s): 160 kV (crista)
  - a frequência nominal: 50 kV (eficaz)

## C) Neutro do enrolamento de baixa tensão

- 1) níveis de isolamento para tensão máxima de operação de 25,8 kV:
  - a impulso pleno (1,2x50  $\mu$ s): 145 kV (crista)
  - a frequência nominal: 50 kV (eficaz)

**Observação:** 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 à 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.).

## D) Frequência Nominal

A frequência nominal é 60 (sessenta) Hz.

## E) Ligações e Diagrama Fasorial


- a) Enrolamento de Alta Tensão:
  - ✓ Delta: Para 138, 88, 69 e 34,5 kV
- b) Enrolamento de baixa tensão:
  - ✓ Estrela, com neutro acessível
- c) Designação de Deslocamento Angular :
  - ✓ D<sub>yn1</sub>: para 138, 88, 69 e 34,5 kV

Conforme a Norma ABNT NBR 5356.

## F) Derivações, Potências e Sobre excitação

As derivações a seguir especificadas referem-se a uma configuração do equipamento que busca, através de combinações de valores numéricos de tensão primária e secundária, a flexibilidade de aplicação nas situações previsíveis dentre os pares de tensões nominais primárias e secundárias das Subestações dos Sistemas Elétricos das Empresas do Grupo CPFL Energia. Em alguns casos, os valores operacionais secundários são obtidos através da sub-excitação do núcleo, e em outros casos, através da sua sobre-excitação, sem prejuízo operacional para o equipamento.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 12 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

Fornecemos ao final deste item, através de tabela de aplicação, maiores detalhes sobre a utilização prática dos valores especificados e as consequências desta definição nos demais parâmetros do transformador.

#### ✓ Enrolamento de Alta Tensão

Os enrolamentos de alta tensão do transformador deverão ser providos de derivações de plena capacidade, de modo a permitir as seguintes relações de tensões (em kV eficazes), obtidas através de comutação série-paralelo:


Posição CST 1	Posição CST 2	kV	Posição CST 1	Posição CST 2	kV
Série	1	176,0	Paralelo	1	88,0
	2	170,4		2	85,2
	3	164,8		3	82,4
	4	159,2		4	79,6
	5	153,6		5	76,8
	6	148,0		6	74,0
	7	142,4		7	71,2
	8	136,8		8	68,4
	9	131,2		9	65,6
	10	125,6		10	62,8
	11	120,0		11	60,0

#### ✓ Enrolamento de Baixa Tensão

O enrolamento de baixa tensão do transformador deverá ser provido de derivações para as tensões 23,9 e 11,95kV, obtidas também através de comutação série-paralelo:

Posição CST 3	kV
Série	23,90
Paralelo	11,95

As comutações de ligações e derivações do enrolamento de alta tensão, bem como das derivações do enrolamento de baixa tensão serão feitas por dispositivos descritos a seguir nesta Especificação Técnica.

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

O equipamento será aplicado como indicado na tabela a seguir:

Ligação Primária		Tensão operativa aplicada no primário [KV]	Sobre-excitação [p.u.]	ligação BT CST 3	Tensão induzida no secundário [KV]	Potência [p.u.]
Posição CST 1	Posição CST 2					
série	8	138	1,008772	Paralelo	12,05482	1,008772
	8	138	1,008772	Série	24,10965	1,008772
	11	138	1,15	Paralelo	13,7425	1,15
paralelo	1	88	1	Série	23,9	1
	5	88	1,145833	Paralelo	13,69271	1,145833
	8	34,5	0,504386	Série	12,05482	0,504386
	8	66	0,964912	Paralelo	11,5307	0,964912
	8	69	1,008772	Paralelo	12,05482	1,008772
	11	34,5	0,575	Série	13,7425	0,575
	11	69	1,15	Paralelo	13,7425	1,15

Como decorrência da maneira prevista de operar, o dimensionamento do núcleo deve suportar sobreexcitação nominal de 15%, em torno da qual poderá haver a variação típica da tensão primária indicada no item **CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS DO SISTEMA**, resultando em sobreexcitação em carga de até 20%. Assim sendo, o núcleo deverá ser fabricado com aço silício de elevada qualidade, com baixas perdas e próprio para operação com elevada densidade de fluxo magnético.


#### 6.4.3 Potência Nominal

A potência em p.u. (valor por unidade) definida na posição destacada em azul na tabela acima é especificada em 36 MVA e doravante denominada potência nominal. Os demais valores de potência desta tabela são decorrentes desta definição, aplicando-se de maneira operacional o conceito de potência constante em todas as derivações, ou seja, o produto da tensão nominal da derivação pela corrente nominal da derivação de qualquer derivação é constante e correspondente à potência nominal.

Disto decorre que, em termos térmicos, o impacto é mínimo, uma vez que em todas as condições acima tabeladas preveem-se perdas em carga decorrentes da circulação da corrente nominal das respectivas derivações (correspondente à potência nominal de 1 p.u.) e perdas em vazio superiores apenas nos casos de sobreexcitação decorrente de aplicação de tensão operativa superior à tensão nominal da derivação.

O transformador deverá fornecer em regime permanente e em quaisquer de suas derivações a potência nominal com sistema de resfriamento ODAF, através de Trocador de calor.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 14 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

### ✓ Características Térmicas e Sistema de Resfriamento

Acima da temperatura ambiente de até 40°C, as temperaturas médias e do ponto mais quente de cada enrolamento do transformador de potência não deverão exceder, respectivamente, 100 ou 120°C, nas condições de funcionamento contínuo a plena carga em quaisquer das derivações dos enrolamentos, sendo a refrigeração com circulação forçada e dirigida do líquido isolante e ventilação forçada (ODAF). Esta condição deverá ser também atendida para as posições 5 e 11 do CST2 na condição de sobre-excitação de 15%.

Além dos enrolamentos, outros componentes do transformador onde o sistema de isolamento polimérico meta aramida for aplicado não deverão apresentar elevação de temperatura superior a 120°C, sob as mesmas condições de refrigeração e carregamento. Ainda, sob as mesmas condições de carregamento e refrigeração, a elevação de temperatura do topo do óleo não deverá exceder a 65°C e a elevação de temperatura de qualquer componente de celulose não deverá exceder a 80°C.

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 80°C sobre a temperatura ambiente.

Similarmente ao que estabelece a Norma ABNT NBR 5356- Seção 7, o Proponente deverá garantir na **Folha de Dados** as possibilidades de carregamento do transformador proposto, com perda de vida normal, considerando-se os limites de elevação de temperatura acima indicados (valores absolutos de 105°C para a temperatura do topo do óleo e de 170°C para o ponto mais quente), levando-se em consideração que a parte do sistema de isolamento de celulose terá seu envelhecimento segundo os parâmetros da lei de Arrhenius para transformadores de 65°C e a isolamento polimérico terá seu envelhecimento avaliado segundo a mesma lei e calculado pelos parâmetros indicados no documento IEEE Std 1276-1997, item 6, para este material (*aramid paper*).

Nenhum componente ou acessório do transformador de potência poderá limitar qualquer carregamento, com perda de vida normal ou acelerada, dentro dos limites considerados seguros para o equipamento e seus operadores.

### ✓ Tensão de Curto-Circuito (Impedância)


O valor garantido da tensão de curto-circuito, referida à base 60Hz, 115°C deve ser conforme abaixo, para as respectivas potências e tensões:

- ✓ 36 MVA e 136,8-11,95kV: 23,4%  
(CST 1 posição série, CST 2 posição 8 e CST 3 paralelo)

Para outros níveis de Potência deve-se considerar a proporcionalidade dos dados acima.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 15 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------



 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

Por motivo de limitações no nível de curto-circuito do sistema de baixa tensão da CPFL, o Fornecedor deve levar em consideração que, ainda na base de 36MVA, o valor da tensão de curto-circuito, para quaisquer das derivações do enrolamento de alta tensão do transformador, não deve ser menor do que 22,6%, estando conectada a derivação secundária correspondente à tensão de 11,95kV.

As tolerâncias em todas as derivações, entre as tensões de curto-circuito garantidas e medidas, inclusive para os valores mínimos acima indicados, deverão atender a Norma *ABNT NBR 5356*.

#### ✓ Características de Curto-Circuito dos Enrolamentos

O transformador deverá ser projetado de maneira a suportar uma corrente de curto-circuito simétrica (eficaz) de acordo com a Norma *ABNT NBR 5356*.

O valor da relação entre a reatância e a resistência do sistema nos locais de instalação do equipamento a ser considerado no cálculo da amplitude da primeira crista de corrente de curto-circuito é doze ( $X_s/R_s = 12$ ), em conformidade com a norma *ABNT NBR 5356*.

O valor da potência aparente de curto-circuito do sistema nos locais de instalação do equipamento a ser considerado é de 10 GVA, base 138 kV.

#### ✓ Nível de Ruído Audível

O projeto e construção do transformador e respectivos ventiladores deverão ser tais que o nível de ruído não exceda 77dB, para sistema de resfriamento ODAF.

#### ✓ Rendimento


O Fornecedor deverá garantir os valores de rendimento apresentados na **Folha de Dados**, anexa a esta Especificação, sendo que a tolerância máxima em relação aos valores medidos será considerada como consequência da aplicação das tolerâncias da norma *ABNT NBR 5356* relativas aos valores de perdas garantidas.

#### ✓ Perdas

Aos valores garantidos de perdas no transformador em vazio e em carga (watts), em todas as derivações, apresentados claramente na **Folha de Dados** desta Especificação Técnica, serão aplicadas as tolerâncias da Norma *ABNT NBR 5356*.

Para os ensaios de perdas em vazio e em carga caso a CPFL, por sua única e exclusiva vontade, optar por um critério de penalização do eventual excesso de perdas em relação aos valores garantidos (com as tolerâncias acima), serão considerados esses valores como referência, sem aplicação das tolerâncias normalizadas, e será utilizada a fórmula abaixo para efeito de capitalização das perdas em excesso, usando-se as tarifas de demanda e consumo aprovadas pelo ANEEL e vigentes no dia da realização do ensaio.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 16 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

A capitalização das perdas totais do transformador deverá ser calculada de acordo com a fórmula:

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

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

A base utilizada para tanto será a potência especificada e 136,8-11,95kV, 115°C.

#### ✓ 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.

O óleo deverá ser de base naftênica, cujas características deverão satisfazer as condições prescritas na Tabela I, ou de base parafínica, cujas características deverão satisfazer as condições prescritas na Tabela II, Tabelas estas constantes do Anexo desta Especificação Técnica.

O Fornecedor deverá garantir que a complementação ou substituição total ou parcial do óleo do transformador, ao longo de sua vida útil, por outro óleo que possua pelo menos as mesmas características declaradas nas Tabelas I e II apresentadas no Anexo desta Especificação Técnica, não interferirá ou alterará quaisquer das características garantidas do equipamento e a garantia propriamente dita.

No caso da utilização de óleo isolante especial sintético, estas informações deverão estar claramente identificadas em sua proposta, bem como as recomendações pertinentes e aplicáveis na utilização, manuseio e misturas com óleo mineral isolante convencional.


#### ✓ Sistema de Preservação do Óleo Isolante

O transformador de potência deverá ser do tipo com conservador de óleo ou do tipo selado.

Caso seja utilizado conservador de óleo este deverá ser provido de uma membrana ou bolsa de borracha completa com todos os acessórios. A bolsa deverá possuir compatibilidade com óleo e deverá compensar as variações do volume de óleo devido às mudanças de temperatura entre 0 graus Celsius e a máxima permitida em operação, considerando-se os níveis de carregamento previstos, sem desenvolver pressões negativas ou positivas excessivas.

A bolsa de borracha ou membrana também deverá ser suficientemente robusta para suportar a movimentação do óleo internamente ao conservador quando de movimentação da transformador

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 17 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

móvel. O material empregado na fabricação desta bolsa deverá ser compatível com o óleo isolante utilizado, inclusive óleo isolante sintético.

Este sistema deverá evitar qualquer contato do óleo isolante com a atmosfera externa.

O conservador deverá ser provido dos seguintes componentes:

- a) 01 (um) bujão para enchimento de 25 RWG, localizado na parte superior.
- b) poço coletor, provido com válvula do tipo gaveta de 40 mm com bujão de 40 RWG para drenagem, coleta de água e sedimento e amostra de óleo, localizado sob o conservador, na sua extremidade.
- c) 01 (um) respirador a prova de tempo, protegido por tela de metal não corrosível (contra choque mecânico). O respirador deverá ser enchido com silicagel impregnada com cloreto de cobalto.
- d) 01 (um) indicador de nível de óleo do tipo mostrador magnético, com diâmetro mínimo de 120 mm em posição bastante visível do solo com marcação de nível de óleo à 25 graus Celsius assinalado com destaque. Este indicador deverá possuir dois jogos de contatos normalmente abertos (NA) com capacidade de interrupção mínima de 0,5 A resistivo em 125 e 48 Vcc, utilizados para sinalizar nível "baixo" do óleo e para alarme e desligamento do disjuntor.
- e) 01 (uma) abertura para limpeza com diâmetro mínimo de 380 mm ou 250 x 400 mm.
- f) meios para levantamento.

Caso seja utilizado o sistema de tanque selado este deverá ser projetado e construído de modo a não desenvolver pressões negativas ou positivas excessivas no tanque, tampa ou trocadores de calor, levando-se em conta os níveis de carregamento previstos.

Este sistema também deverá evitar qualquer contato do óleo isolante com a atmosfera externa deverá possuir um indicador de nível de óleo do mesmo tipo descrito acima, e um indicador de pressão e vácuo com escala adequada para a supervisão da pressão do óleo na altura da tampa do transformador através de uma válvula coerentemente instalada.

O tanque deverá se provido de indicador de pressão/vácuo com contato de capacidade mínima de 0,5 A resistivo para 125 e 48 Vcc, para desligamento do disjuntor quando o transformador operar fora da faixa de pressão admissível (sobrepessão ou subpressão).


Internamente ao tanque deverão ser instalados barreiras para o amortecimento da movimentação do óleo interna ao tanque quando da movimentação do Transformador móvel.

O sistema de reposição de nitrogênio, se aplicável, deve ser acessível ao operador no solo.

#### ✓ Sistema de Resfriamento

O sistema de resfriamento completo do transformador, ODAF, será dotado de trocadores de calor, ventiladores e bombas. Todas as tubulações do sistema de resfriamento deverão ser adequadamente dimensionadas e serem providas de juntas de expansão em lugares estratégicos, quando necessário, empregando ao conjunto a robustez para suportar os esforços a ele aplicados quando da movimentação do Transformador móvel.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 18 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

#### ✓ Trocadores de calor

A refrigeração do óleo deverá ser feita por meio de trocadores de calor do tipo removível. Caso seja construído de mais de um módulo, estes deverão ser intercambiáveis.

Entre as tomadas de óleo do tanque e os trocadores de calor deverão ser interpostas válvulas para conexão das bombas centrífugas descritas a seguir que propiciem perfeita vedação do óleo. Estas válvulas devem permitir a remoção das bombas e trocadores de calor sem que para isso seja necessário retirar o óleo do tanque do transformador ou reduzir o seu nível, 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 trocador de calor para enchimento e drenagem de óleo, bem como meios para levantamento do trocador de calor completo.

A construção e montagem dos trocadores de calor devem ser tais que permitam sua fácil manutenção e pintura sem necessidade de removê-los.

Cada trocador de calor deverá ser protegido com tela inoxidável, evitando assim sua eventual obstrução por insetos, bem como protegê-lo de objetos que possam danificá-lo durante o transporte do equipamento.

#### ✓ Ventiladores

Os trocadores de calor deverão ser ainda equipados com um número adequado de ventiladores, que deverá constituir-se de um grupo completo suficiente para atingir a potência nominal declarada. Esses ventiladores deverão ser suficientemente silenciosos, para permitir um resultado satisfatório no ensaio de nível de ruído do transformador.

Os ventiladores deverão ser acionados por motores trifásicos, assíncronos e para tensão de 220 volts, 60 Hz, montados em suportes desmontáveis. Estes motores deverão possuir grau de proteção IP-55 conforme NBR 8441/1984.

Todos os circuitos de comando, proteção e sinalização dos ventiladores serão instalados na Caixa de Ligações descrita nesta Especificação Técnica.

#### ✓ Bombas de óleo


As bombas centrífugas e seus respectivos motores deverão formar um conjunto compacto hermeticamente vedado, e deverão ser projetados para fornecer a quantidade de óleo isolante requerida pelo sistema de resfriamento.

Os motores deverão ser trifásicos, para tensão 220 Volts, 60 Hz e serem projetados de maneira adequada a fim de acionar as bombas continuamente sem ultrapassar os seus limites de elevação de temperatura ou potência nominal.

Deverá ser prevista uma bomba de reserva instalada no circuito de resfriamento com todas as válvulas e tubulações necessárias para entrada em funcionamento quando de um eventual defeito em uma das bombas, com transferência automática e sinalização desta condição.

Ainda, deverá ser possibilitada a fácil remoção da cada bomba para reparos ou substituição, sem a necessidade de desligar o transformador.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 19 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

Assim, o sistema de circulação de óleo deverá possuir válvulas manuais na entrada destas, providas de flanges para permitir sua retirada sem perda de óleo isolante, bem como de bujões para sangria de ar. Na saída das bombas deverão ser instaladas válvulas de abertura e fechamento automáticos em função do funcionamento ou não da bomba correspondente (válvula de retenção).

A bomba de reserva deverá possuir as mesmas características descritas acima.

Todos os circuitos de comando, proteção e sinalização das bombas serão instalados na Caixa de Ligações descrita nesta Especificação Técnica.

#### ✓ Tanque

O tanque deverá ser projetado com aplicação de materiais adequados que reúnam as propriedades de resistência mecânica e leveza.

O projeto do tanque deve ser feito de forma a não dar lugar a depósitos de água e óleo externamente, nem a formação de bolsas de gás ou ar internamente, e deve ser dimensionado de forma a possibilitar o levantamento do transformador completamente montado e cheio de óleo.

O tanque deverá ser provido de tampa aparafusada permitindo o levantamento da parte ativa sem a 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 permitindo o livre acesso à parte inferior das buchas e parte superior dos enrolamentos (150 x 250 ou 200 mm de diâmetro). A abertura deverá ainda ter ressalto pelo lado externo para evitar o acúmulo de água junto às guarnições.


Afim de permitir o acesso ao interior do equipamento deverá ser também previsto uma abertura de visita na lateral do transformador com diâmetro 400 mm ou de 350 x 500 mm.

Deverão ser soldadas na base do transformador, diagonalmente dispostas, duas placas terminais de faces lisas, confeccionadas em aço inoxidável, para instalação dos conectores de aterramento correspondente ao sistema de aterramento do transformador móvel.

O tanque, a tampa, o conservador (quando aplicável e sem a bolsa de borracha) e os trocadores de calor devem resistir as solicitações geradas por um vácuo de 1 mm de Hg e também por sobrepressões de 0,07 MPa (tanque selado) ou 0,05 MPa (tanque com conservador) sem que em qualquer ponto se manifeste deformação permanente bem como serem absolutamente estanques ao óleo isolante durante toda a vida útil do transformador.

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 de conexão deverá ser feita sem necessidade de expor o óleo do tanque à contaminação pelo ambiente externo.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 20 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

O desenho do detalhe do aterramento do núcleo encontra-se anexo (BX-A4-13076-CA).

O tanque do transformador deve possuir as seguintes válvulas do tipo gaveta:

- a) 01 (uma) válvula inferior para drenagem e extração de amostra de óleo do óleo do transformador de diâmetro 50 mm provida de reduções e bujões de 40 e 15 RWG, com proteção metálica contra choques. Essa válvula deverá ser localizada de forma tal a permitir completa drenagem do óleo do tanque do transformador. Esta válvula também será utilizada para filtragem do óleo;
- b) 01 (uma) válvula de filtragem e enchimento localizado na parte superior do tanque e do lado diagonalmente oposto ao da válvula de drenagem, com diâmetro 40 mm provida de bujão de 40 RWG. Deverá também ser provido um defletor, internamente ao tanque, que evite o fluxo direto do óleo sobre os enrolamentos;
- c) válvulas de entrada e saída para cada trocador de calor que possibilitem remover o mesmo sem baixar o nível de óleo isolante no tanque do transformador.

Na lateral do tanque correspondente aos terminais de baixa tensão do Transformador Móvel deverá ser fixada uma estrutura suporte dos cabos isolados a seguir especificados, cujo projeto deverá fazer uso de materiais leves e prover as funções de, além de sustentar o peso próprio dos cabos na instalação em campo, aliviar o esforço deste peso próprio nos terminais das buchas de baixa tensão, conduzir a conexão das terminais e muflas destes cabos aos terminais das buchas sem que hajam proximidades das muflas a partes aterradas que possam provocar estresses de campo elétrico não previstos no projeto destas muflas.

Caso necessário e apenas em função das limitações de dimensões e pesos de transporte, parte desta estrutura suporte poderá ser montada em campo e a parte desmontada poderá ser transportada no semirreboque de carretéis a seguir especificado. Neste caso, o projeto desta estrutura deverá considerar que o tempo de sua montagem no campo deverá ser minimizado uma vez que é crucial no atendimento de emergências.

#### ✓ Comutadores de Ligações e Derivações em Vazio


Para facilitar e diminuir ao máximo o tempo de troca de ligações do transformador, tanto no tocante à escolha da tensão de operação do enrolamento de alta tensão (série-paralelo), bem como das derivações a serem usadas nos enrolamentos de alta e baixa tensão, todas as conexões dos enrolamentos deverão, a princípio, ser levadas a comutadores de derivações, operados manualmente e sem tensão, por dispositivos localizados fora do tanque em uma altura adequada do plano de apoio do Transformador móvel.

Tais dispositivos deverão ser protegidos contra operação não autorizada, ter previsão para aplicação de cadeado, vir equipados com indicador de posição situados em lugar visível e de modo a não ser necessário abrir o cadeado para leitura da indicação.

Os comutadores deverão ser de construção mecânica e elétrica sólidas, e projetados com arranjo de conexões e cabos terminais de modo a evitar dificuldades sob condições de tensões transientes.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 21 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------



 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

Todas as soldas deverão ser tais que assegurem a completa fusão com o metal base.

Deverá haver um mínimo de peças destacáveis que possam soltar-se e alojar-se nos enrolamentos.

O fornecedor poderá propor, a seu critério, outras soluções para a realização destas religações e comutações, desde que mantidos, mesmo em condições climáticas desfavoráveis, os princípios de praticidade, rapidez, facilidade de acesso, funcionalidade, segurança operacional, e sem a necessidade de utilização de ferramental especial.

#### ✓ Caixa de Ligações

Todas as conexões secundárias dos transformadores de corrente, indicadores de temperatura, indicador de nível de óleo, etc. (enfim todos os blocos terminais do circuito de controle, alarme e proteção do transformador), deverão ser levados a uma única caixa de ligações e dali até a Cabine de Comando, Proteção, Sinalização e Medição da SE, ou local onde o equipamento será instalado, através de chicote a seguir especificado. Esta caixa de ligações será utilizada como caixa de passagem e deverá ser à prova de tempo e poeira com grau de proteção IP 54 conforme NBR 6146/1980 montada no próprio tanque do transformador, acessível do solo, localizada em suporte com amortecedores de vibrações.

A caixa deverá ter uma porta com tranca e fechadura igual ao tipo "YALE". O ângulo de abertura desta porta deverá ser de, no mínimo, 150 graus. Caso seja usada uma porta interna, esta, por sua vez, deverá permitir um ângulo de abertura de, no mínimo, 120 graus, de maneira a facilitar o acesso para a manutenção e ensaios. Ainda, dispositivos de travamento deverão ser previstos para manter as portas abertas sob ventos fortes.

A base da caixa deverá estar a uma altura adequada do plano de apoio do transformador. Todos os componentes que requerem a atenção e manuseio do operador devem estar localizados na porção inferior dessa caixa para facilitar a seu uso quando montada no semi-reboque.


Todos os condutores de controle, alarme e proteção deverão ser levados à caixa de ligações através de eletrodutos de aço galvanizado, dotados de caixas de passagem onde necessário (protegidos por guarnições adequadamente instalados a fim de evitar penetração de umidade) para facilitar a passagem dos cabos. Se utilizados eletrodutos flexíveis os mesmos deverão ser de aço galvanizado e recoberto externamente por uma camada de neoprene de comprovada resistência ao intemperismo. Poderá ser aceito a aplicação de material de qualidade superior, desde que submetido a prévia aprovação da CPFL.

Quando for julgado mais conveniente em substituição ao eletroduto poderão ser utilizados condutores externos envolvidos em capas isolantes de proteção, constituindo cabos múltiplos, cujas características técnicas deverão ser aprovadas previamente pela CPFL e sua instalação deverá ser elegantemente arranjada.

Na parte interna da caixa de ligações deverá ser instalada lâmpada incandescente de 100 W, 220 Volts, 60 Hz, acionada pela abertura da porta.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 22 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------



 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

A caixa de ligações deverá possuir um circuito de aquecimento controlado automaticamente por meio de um termostato ajustável e adequadamente instalado, o qual será utilizado tanto quando o equipamento estiver em operação, quanto desenergizado aguardando utilização, para evitar a condensação de umidade internamente ao compartimento.

Os circuitos de comando, iluminação e aquecimento deverão ser apropriadamente protegidos.

O Fornecedor deverá fornecer, instalada e devidamente protegida, toda a fiação necessária para interligar o Transformador com a Cabine de Comando, Proteção, Sinalização e Medição da Subestação onde o equipamento for energizado.

Os blocos terminais para ligação de cabos externos deverão ser montados em posição que facilite a entrada, instalação e arranjo dos cabos, estando razoavelmente próximos à base da caixa de ligações.

Este chicote de cabos deverá conter toda a fiação correspondente, no mínimo, a:

- ✓ Atuação do relé Buchholz, quando aplicável;
- ✓ Indicadores de temperatura do enrolamento e do óleo;
- ✓ Atuação do relé de falta de fluxo de óleo;
- ✓ Atuação do relé de falta de fluxo de ar;
- ✓ Indicador de nível de óleo;
- ✓ Atuação do relé de falta de fase para alimentação das bombas e dos ventiladores.
- ✓ Alimentação CC
- ✓ Atuação da proteção do Transformador Móvel referentes aos relés RP1 e RP2.

O comprimento desse chicote será de 60 metros.


O lado do chicote de cabos a ser conectado à caixa de ligações deverá ser provido de tomada industrial de múltiplos pinos de forma a facilitar e acelerar o processo de conexão do equipamento à subestação.

Tanto a caixa quanto as portas externa e interna (se houver) deverão ser providas de aterramento adequado.

#### ✓ Remota celular

Para propiciar a integração do transformador móvel a sistemas de supervisão ou de monitoração do Centro de Operações será fornecido pela CPFL um modem celular, ao qual será conectado ao indicador de temperatura TM1 especificado a seguir. Para sua instalação será necessário prover o espaço na **Caixa de Ligações**, de 20x20cm, e trilho de fixação no comprimento de 20cm padrão DIN "C". Para alimentar este modem celular a partir da fonte CC da subestação deverá ser provido um conversor CC-CC, com entrada de 48 e 125 Vcc para 24 Vcc. Ainda, de forma a possibilitar a instalação da antena deste modem a Caixa de Ligações deverá possuir um furo de 10mm de diâmetro para a passagem do conector desta antena.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 23 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

#### ✓ Outros Acessórios

Todos os instrumentos indicadores devem ser montados externamente no tanque em posição tal que permita fácil leitura por um operador de pé postado junto ao Transformador móvel. Além dos acessórios já descritos, a unidade deverá conter ainda:

#### ✓ Indicador(es) de fluxo de óleo

Dispositivo(s) instalado(s) nas tubulações de conexão entre os trocadores de calor e o tanque para indicação do fluxo de óleo isolante, provido de dois contatos ajustáveis com capacidade mínima de 0,5 A resistivo para 125 e 48 Vcc para alarme e desligamento do disjuntor, por falta de fluxo do óleo do transformador;

#### ✓ Indicador(es) de fluxo de ar

Dispositivo(s) instalado(s) nas proximidades do sistema de resfriamento próprio para verificação do fluxo de ar advindo dos ventiladores, indicando, através de um contato com capacidade mínima de 0,5 A resistivo para 125 e 48 Vcc, a falta de fluxo de ar. Este dispositivo deve ter proteção mecânica adequada.

#### ✓ Relé Buchholz

Caso seja utilizado conservador, deverá ser instalado entre o conservador e o tanque, um dispositivo dotado de dois contatos independentes para alarme e desligamento do disjuntor, com capacidade mínima de interrupção de 0,5 A resistivo em 125 e 48 Vcc,

Este dispositivo deverá possuir no mínimo as seguintes características:

- 01 (um) visor graduado em cm<sup>3</sup>, para indicar o volume de gás acumulado;
- 01 (uma) válvula para retirada de amostra de gás, na parte superior, e para aplicação de analisador;
- 01 (uma) válvula na parte inferior para drenagem e para injeção de ar comprimido (ensaio funcional do relé);
- 02 (duas) válvulas tipo gaveta, para permitir a retirada do relé sem remover o óleo do conservador e sem expor o óleo do tanque à atmosfera.


#### ✓ Válvula de Alívio de Pressão

Dispositivo de alívio de pressão interna, com contato para desligamento do disjuntor, com capacidade mínima de interrupção de 0,5 A resistivo em 125 e 48 Vcc, montado na tampa, dotado de meios adequados para evitar que o óleo expelido venha cair sobre qualquer parte da Subestação Móvel, para proteção contra eventuais sobrepressões internas repentinas.

#### ✓ Indicador de temperatura do óleo e Enrolamentos

Deverá ser fornecido instrumento que integre as funções de Termômetro Indicador de Temperatura dos Enrolamentos e Indicador de temperatura do óleo, do tipo TM1 da Tretech, com protocolo DNP3.0 para integração a sistemas de supervisão ou de monitoração pelas portas RS485 e RS232.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 24 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

O desenho dimensional da provisão para instalação dos termômetros encontra-se anexo (BX-A4-13078-CA).

#### ✓ Relés de Proteção do Transformador

Deverão ser fornecidos 2 relés digitais de proteção do transformador com as funções descritas a seguir, instalados na **Caixa de Ligações** e conectados aos transformadores de corrente:

- ✓ Relé RP1 – Relé Diferencial, modelo SEL 387 ou Siemens 7UT63 ou ABB RET670 ou AREVA 643 ou 645
- ✓ Relé RP2 – Relé de sobrecorrente, modelo SEL 351 ou Siemens 7SJ63 ou ABB REC670 ou AREVA P136 ou P145.

Os contatos instantâneos e temporizados, conectados em paralelo, destes relés devem ser levados a bornes na **Caixa de Ligações**, aos quais serão ligados à fiação de acionamento do disjuntor.

Os contatos “watch-dog” destes relés devem ser levados a bornes para alarme bem como sinalização local na própria **Caixa de Ligações**.

#### ✓ Guarnições

As guarnições a serem utilizadas no transformador e seus acessórios, deverão ser resistentes e indeformáveis, de material comprovadamente resistente ao óleo a temperaturas elevadas e as juntas com guarnições no tanque, na abertura de inspeção, nas buchas e em outras ligações aparafusadas deverão ser projetadas de modo a preservá-las e protegê-las contra a ação de água e dos raios do sol. As juntas deverão garantir estanqueidade ao óleo e à água e, ainda, serem providas de sulcos e ressalto convenientes para evitar o escorregamento das guarnições pelo esmagamento.

**Observação:** Não deverão ser utilizados flanges de madeira ou juntas de cortiça nas tubulações de ligação do tanque do transformador ao relé Buchholz, secador de ar, trocadores de calor e outros acessórios que eventualmente sejam desmontados para transporte.

#### ✓ Transformadores de Corrente Tipo Bucha


O Transformador de Potência deverá ser fornecido com transformadores de corrente instalados nas buchas, conforme normas ABNT NBR 6856/1992 e NBR 6821/1992.

**Observação:** Todos os transformadores de corrente deverão ter fator térmico compatível de forma a não limitar a aplicação de cargas programadas de até 1,5 vezes as correntes máximas dos enrolamentos.

##### 6.3.1.1 Buchas de alta tensão

Cada bucha de alta tensão deve ser equipada com um transformador de corrente, com classe de precisão e relações adequadas e para operação conjunta com o relé RP1, de características técnicas otimizadas focando na redução de peso.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 25 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

#### 6.3.1.2 Buchas de baixa tensão

Cada bucha de alta tensão deve ser equipada com um transformador de corrente, com classe de precisão e relações adequadas e para operação conjunta com os relé RP1 e RP2 (ligação em série), de características técnicas otimizadas focando na redução de peso.

Devem ser fornecidos também todos os transformadores de corrente destinados a indicação de temperatura dos enrolamentos, cujas características devem atender ao projeto do Fornecedor e otimizadas focando na redução de peso.

#### 6.3.1.3 Bucha do neutro da MT

A bucha de neutro deve vir equipada com um transformador de corrente, com classe de precisão e relações adequadas e para operação conjunta com o relé RP2, de características técnicas otimizadas focando na redução de peso.

#### 6.3.1.4 Buchas MT do Transformador Móvel

Os terminais de todos os enrolamentos, inclusive o terminal de neutro, deverão ser trazidos para fora do tanque por meio de buchas, absolutamente estanques ao óleo, impermeáveis à umidade, inalteráveis pela temperatura e mecanicamente robustas para instalação em Transformador móvel.

As buchas devem estar de acordo com as Normas *ABNT* NBR 5034/1989, PB 1521/1990 e NBR 10202/1988 e possuir as características indicadas a seguir.

#### 6.3.1.5 Buchas de Alta Tensão


As buchas deverão ser do tipo com repartição capacitiva, sendo a isolação principal constituída de papel impregnado e isolador polimérico, provida de derivação de ensaios acessível do lado externo da bucha e adequada para medições do fator de perdas dielétricas ( $\tan\delta$ ) e capacitância, com auto-aterramento

As buchas deverão conter 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;
- ✓ ano de fabricação;
- ✓ tensão nominal ( $U_n$ );
- ✓ corrente nominal;
- ✓ massa (em kg);
- ✓ ângulo máximo de inclinação com a vertical;
- ✓ capacitância e fator de perdas dielétricas  $\tan\delta$ ;
- ✓ número do desenho;

As buchas de alta tensão deverão ser do tipo **GSA-OA-145**, de fabricação ABB com terminais externos do tipo pino liso com 30mm diâmetro em cobre estanhado.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 26 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

#### 6.3.1.6 Buchas do enrolamento de baixa tensão e neutro

As buchas para o enrolamento de baixa tensão, tanto de linha quanto de neutro, deverão ser do tipo **CRS 36 kV - 3150A** de fabricação COMEM.

Ainda, objetivando diminuir a possibilidade de ocorrências de curto-circuito entre os terminais da baixa tensão causado por pequenos animais, a distância entre buchas, tanto fase-fase quanto fase-neutro, deverá ser de 550 mm no mínimo.

As buchas deverão ser providas de uma placa de identificação, em posição de fácil visualização contendo, no mínimo, os seguintes dados:

- ✓ nome do fabricante
- ✓ tipo do fabricante e número de série
- ✓ ano de fabricação
- ✓ tensão nominal
- ✓ corrente nominal
- ✓ peso (kgf)
- ✓ comprimento abaixo do flange e espaço para transformadores de corrente

#### 6.3.1.7 Conectores Terminais

O Transformador Móvel deverá ser fornecido com os conectores à seguir discriminados:

##### 6.3.1.8 Alta Tensão

Um conector de bronze estanhado, para cabos de alumínio de 477 MCM-CA a 795 MCM-CAA, saída vertical, em cada bucha

##### 6.3.1.9 Baixa Tensão

Adequado para a forma e quantidade de conexão dos cabos isolados, definidos em decorrência da quantidade de cabos por fase a serem fornecidos.

##### 6.3.1.10 Neutro

Um conector de bronze estanhado para cabo de cobre 50 a 120 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG), saída horizontal, na bucha de neutro.

##### 6.3.1.11 Aterramento


Um conector de aterramento de cobre estanhado, próprio para cabos de cobre de 35 a 120 mm<sup>2</sup> (2 AWG a 250 MCM).

Os conectores deverão ser fabricados pela BURNDY, ou DELTA-STAR.

##### 6.3.1.12 Canecos

Os canecos das buchas deverão ser providos de bujões, localizados na parte mais alta, para a sangria do ar retido no seu interior e no interior do tanque quando do enchimento do transformador.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 27 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

Todas as canalizações, quando aplicável, dos canecos das buchas, até a tubulação do relé Buchholz, deverão estar localizadas na parte mais alta dos canecos.

Os canecos das buchas deverão possuir aberturas em lugares estratégicos de modo a tornar fácil e rápida a eventual ligação interna entre os enrolamentos e as buchas.

Todas as válvulas de drenagem dos canecos das buchas de alta tensão e tubulações e válvulas utilizadas para ligação do tanque aos mesmos canecos, quando aplicáveis, deverão ser fornecidas com dimensões adequadas.

Os canecos das buchas deverão permitir a substituição de transformadores de corrente tipo bucha sem a remoção da tampa do transformador, e sem que seja necessária a retirada de todo ou parte significativa do óleo do tanque do equipamento.

#### **6.3.1.13 Proteção Contra Curtos-Circuitos Causados por Pequenos Animais**

Os terminais de baixa tensão deverão ser providos de protetor isolante moldado com material tipo BPTM 12050 com a finalidade de evitar curtos-circuitos fase-fase e fase-terra provocados por animais. Os barramentos de conexão do lado de baixa tensão com o restante do Transformador Móvel, também deverão ser recobertos com este tipo de material, até uma distância considerada segura, a depender do arranjo final adotado.

#### **6.3.1.14 Registrador de Impacto**

O equipamento deverá ser provido de um registrador de impacto tri-direcional, como parte integrante do mesmo. Os valores limites máximos de impacto nas três dimensões deverão ser informados no desenho de dimensões e manual de instruções.

#### **6.3.1.15 Localização dos Acessórios e Limitações de Projeto**

As buchas de alta tensão deverão estar voltadas para a traseira do semirreboque e as buchas de média tensão serão montadas na tampa do equipamento, longitudinalmente dispostas.

### **6.3.2 Transformador para Serviços Auxiliares**


A fonte de energia para serviços auxiliares deve ser totalmente independente do sistema de serviços auxiliares da Subestação. Assim sendo, deve ser considerado incluso no fornecimento um transformador para serviços auxiliares, a ser transportado no mesmo semirreboque do Transformador de Potência, adequadamente dimensionado tanto no aspecto mecânico decorrente da necessidade de transportes freqüentes quanto no tocante ao consumo do sistema de resfriamento e demais cargas auxiliares. Este equipamento deverá ser posicionado e fixado de maneira protegida de danos de transporte.

O primário deste transformador de serviços auxiliares deve ser conectado ao secundário do Transformador de Potência através de cabos isolados, terminações e muflas.

Dada a confiabilidade exigida para o transformador de serviços auxiliares desta aplicação, o Fornecedor deverá escolher criteriosamente o fabricante deste equipamento e submeter esta escolha à aprovação da CPFL.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 28 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------



 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

### 6.3.2.1 Características Elétricas Principais

O transformador deverá ser do tipo pedestal para distribuição, trifásico, com dois enrolamentos e próprio para montagem e funcionamento ao tempo e independente do transformador de potência.

### 6.3.2.2 Potência Nominal

O transformador para serviços auxiliares deverá fornecer em regime permanente e em quaisquer de suas derivações uma potência adequada referente ao consumo do sistema de resfriamento do Transformador Móvel, em regime de resfriamento natural do ar. Esta potência deverá ser escolhida, preferencialmente, entre aquelas indicadas na Norma ABNT NBR 5440/1987, caso seja similar a equipamentos de distribuição.

### 6.3.2.3 Características Principais de Isolamento

#### A) Enrolamento de alta tensão

a- tensões nominais: adequadas às aplicações previstas do Transformador Móvel

b- níveis de isolamento para tensão máxima de operação de 25,8 kV:

- a impulso pleno (1,2x50  $\mu$ s): 125 kV (crista)
- a impulso cortado (1,2x50  $\mu$ s): 138 kV (crista)
- a frequência nominal: 50 kV (eficaz)

#### B) Enrolamento de baixa tensão e neutro

- tensão nominal 220/127
- nível de isolamento para tensão referência de 1,2 kV:
- a frequência nominal: 10 kV (eficaz)

### 6.3.2.4 Frequência Nominal

A frequência nominal é de 60 (sessenta) Hertz.

### 6.3.2.5 Ligações e Diagrama Fasorial


- Enrolamento de alta tensão: delta
- Enrolamento de baixa tensão: estrela com neutro acessível
- Designação de deslocamento angular: D,yn1 conforme a Norma ABNT NBR 5356.

### 6.3.2.6 Derivações

O enrolamento de alta tensão do transformador de serviços auxiliares deverá ser provido de derivações, de modo a permitir relações de tensões tais que sempre haja como obter a tensão secundária adequada aos circuitos auxiliares quando seu primário for alimentado em qualquer das tensões secundárias do Transformador Móvel.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 29 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------



 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

### 6.3.2.7 Tensão de Curto-Circuito (Impedância)

A tensão de curto-circuito deverá ser, preferencialmente, conforme Norma ABNT NBR 5440/1987.

### 6.3.2.8 Comutador(es) de Derivações em Vazio

As derivações do enrolamento de alta tensão deverão ser trazidas ao comutador de derivações em vazio instalado no enrolamento de alta tensão, operado manualmente e sem carga, por dispositivo localizado fora do tanque em local de fácil acesso.

Tal dispositivo deverá 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 fornecedor poderá propor, a seu critério, outras soluções para a realização desta comutação, desde que mantidos, mesmo em condições climáticas desfavoráveis, os princípios de praticidade, rapidez, facilidade de acesso, funcionalidade, segurança operacional, e sem a necessidade de utilização de ferramental especial.

### 6.3.2.9 Proteções

#### A) Baixa Tensão

Toda a fiação e proteção da baixa tensão do transformador deverão ser levadas à **Caixa de Ligações** descrita nesta Especificação Técnica, sendo que esta fiação deve ser adequadamente protegida por disjuntor termomagnético adequadamente dimensionado.

#### B) Alta Tensão

A tensão primária para alimentação do transformador de serviços auxiliares deverá ser obtida do secundário do Transformador Móvel, cujo circuito elétrico deve ser protegido por fusíveis "baioneta" do transformador pedestal.


### 6.3.2.10 Unidade Tratora e Semirreboque

#### ✓ Unidades Tratoras

A CPFL dispõe de Unidades Tratoras para tracionar o Transformador Móvel. Portanto, as Unidades Tratoras não farão parte deste fornecimento. Assim, o Transformador Móvel deverá ser compatível com estas Unidades Tratoras, cujas características estão descritas a seguir:

- Fabricante: Mercedes Benz
- Modelo: Axor 2644
- Rodas e Pneus: Alumínio , aro 8,25x22,5, pneus 295/80R22,5
- Tipo de Freios: Pneumáticos – conexão com o semirreboque do tipo engate rápido
- Peso: 8.858 kgf
- Dimensões: vide anexo I
- Capacidade máxima na 5ª roda: 13.662 kgf (legal)
- Conexões elétricas: 24 Volts

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 30 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

### 6.3.2.11 Semirreboque

O Transformador deve ser permanentemente montado de maneira rígida e segura em Semirreboque de resistência mecânica adequada.

Seu trânsito por ruas, avenidas, estradas federais e estaduais não pode prever qualquer tipo de autorização especial, tendo com isso, que o conjunto unidade tratora e semirreboque deverá obedecer os limites máximos de dimensões e peso:

- ✓ Altura: Máximo 4.400 mm
- ✓ Comprimento: Máximo 18.150 mm  
(medido do pára-choque dianteiro da unidade tratora, ao para-choque traseiro do Semirreboque)
- ✓ Largura: Máximo 2.600 mm
- ✓ Peso: máximo 48,5 t (Semirreboque + unidade tratora)

O equipamento deverá ser entregue com documentação completo, devidamente licenciado, com IPVA quitado em cota única, para pronta utilização após sua entrega.

O Semirreboque deve ser projetado de modo que possa ser energizado e operado com inclinação longitudinal ou transversal de até 5°. Durante o transporte deverá suportar inclinação de até 20° sem perigo de tombamento. Deve ser confeccionado com linhas de eixos com pneus novos, com rodas em alumínio, na medida de acordo com o fabricante, que ofereçam as melhores condições de segurança.

Além das rodas completas do Semirreboque, deverá ser fornecida uma roda adicional, completa, com o respectivo pneu (estepe), bem como compartimento para alojamento da mesma.

O Chassi deve ser em aço estrutural de alta resistência com perfis dimensionados, para atender quaisquer solicitações estáticas ou dinâmicas, segundo Normas ASTM, ABNT e SAE; com pescoço especialmente projetado para o equipamento a que se destina, sendo que para a região frontal do pescoço ou para a região superior do mesmo deve ser dimensionada caixa de ferramentas embutida ou sem embutir.


O Semirreboque deve se equipado com um Pino-rei universal, de bitola 3½" com parafuso, para engate na unidade tratora (cavalo).

O Semirreboque deve possuir revestimento ou para-lamas cobrindo totalmente as rodas, bem como abas protetoras contra lama, com para-barro de lona preta.

Deverá ser fornecido com o semirreboque, um Macaco Hidráulico para levantamento do mesmo, que deverá ser colocado em compartimento do próprio semirreboque, com cadeado.

O sistema de frenagem deverá ser a ar em duplo circuito, sendo um de serviço e outro de emergência, atuando em todas as rodas, dimensionados para atender quaisquer exigências. Lonas e tambores calculados para obtenção do máximo rendimento de frenagem. Este sistema deverá ser conectado na Unidade Tratora através de engate rápido com mangueiras de ½" e ¾".

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 31 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

Deverão também ser fornecidos calços em forma de cunha, para colocação sob todos os pneus, durante paradas eventuais em rampas.

O Semirreboque deverá ser dotado de para-choque traseiro em chapas de aço e de dois olhais na parte dianteira e dois olhais na parte traseira.

O Semirreboque deverá possuir instalação elétrica de serviço para sinalização do tipo embutida, com tensão de 24 V em corrente contínua com terminações arranjadas e tomada padrão.

O Semirreboque deverá ser equipado com as seguintes luzes:

- ✓ vermelhas, tipo padrão para parada, instaladas em cada lado da parte traseira, as quais deverão ser energizadas quando forem acionados os freios.
- ✓ vermelhas, tipo lanternas de luz na parte traseira
- ✓ iluminação da placa traseira acionadas junto com as vermelhas do tipo lanterna
- ✓ luzes amarelas delimitadoras.
- ✓ luzes amarelas em cada canto do semirreboque, indicadoras de mudança de direção, visíveis pelos lados, bem como pela frente ou por trás.

Adicionalmente às luzes amarelas delimitadoras devem ser instalados retro-refletores passivos (tipo olho de gato) de modo a indicar os contornos do semirreboque, quando iluminados por luzes externas.

O Semirreboque deverá ser dotado de suspensão de tipo adequado ao tipo e sensibilidade dos equipamentos neles instalados. O Fabricante deverá garantir que as acelerações, vibrações e impactos transmitidos pela suspensão aos equipamentos montados sobre estes semirreboques, quando do trânsito destes em estradas pavimentadas e não pavimentadas, submetidos, portanto, às condições severas em estradas com perfil de pistas irregulares, estarão sempre dentro de limites seguros para estes equipamentos e ao próprio Semirreboque, e não lhes causarão fadigas mecânicas, vazamentos e outros danos durante toda a sua vida útil.

O Semirreboque deverá obedecer aos regulamentos do Código Nacional de Trânsito, aprovados por Decreto-Lei, em sua última alteração e deverá ser projetados de acordo com as características descritas nos itens a seguir.


O Transformador de Potência deverá ser instalado entre as vigas principais do Semirreboque, de modo que o conjunto tenha maior estabilidade, porém, a distância da base do Transformador até o solo não poderá ser inferior a 420 mm ou deverá estar na mesma altura da base inferior do semirreboque, a qual também deverá obedecer a este limite.

O semirreboque deverá ser equipado com calibrador automático de pneus tipo “Rodoar”.

O ângulo de giro entre a Unidade Tratora e o semirreboque deverá ser de até 90 graus.

Para possibilitar o apoio ao solo, estando o Semirreboque acoplado ou não à unidade tratora, para o seu nivelamento e para possibilitar seu engate e desengate da unidade tratora, o Semirreboque deverá ser dotado de no mínimo, quatro suportes de apoio, sendo dois deles montados na parte dianteira e os outros dois na parte traseira.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 32 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

Estes suportes devem ser hidráulicos, com acionamento individual, providos de trava mecânica e equipados com sapatas para areia.

De forma a facilitar a operação de nivelamento do equipamento na subestação o semirreboque deverá possuir pares de indicadores de nível nos sentidos transversal e longitudinal, localizados próximos aos acionamentos hidráulicos

A velocidade máxima deste semirreboque, tanto em rodovias pavimentadas quanto não pavimentadas, deverá ser declarada pelo Proponente na **Folha de Dados Técnicos**.

O semirreboque deve ser provido de barramento de aterramento, ao qual serão conectados o transformador, transformadores de corrente e demais componentes da caixa de ligações, bem como o semirreboque, e sistema de condutores para aterramento a ser conectado à malha de terra da Subestação.

#### 6.3.2.12 Caixas para Transporte de Acessórios

Devem ser previstas, em locais adequados e de fácil acesso e manuseio, caixas apropriadas ao transporte e armazenamento de ferramentas e acessórios necessários à operação e manutenção do Transformador Móvel.

#### 6.3.2.13 Cabos de média tensão

Devem ser fornecidos 3 (três) conjuntos de cabos monofásicos e mais 1 (um), para, substituição, isolados para 23 kV, blindados e flexíveis, em lances de 35 (trinta e cinco) metros cada um, dimensionados para conduzirem em conjunto a corrente nominal especificada e de sobrecarga normal e de curta duração do Transformador Móvel.

A utilização de mais de um cabo por fase é necessária considerando-se as dificuldades de manuseio dos mesmos.


Uma das extremidades de cada cabo deve ter, permanentemente, uma terminação e um conector, para permitir a conexão com o seccionador de BT. A outra extremidade deve possuir, permanentemente, uma terminação e um terminal, tipo barra chato, conforme padrão da norma NEMA com dimensões apropriadas.

A isolamento dos cabos deve ser em borracha etileno – propileno (EPR) com cobertura de proteção. As terminações devem ser para uso externo e termo-contráteis.

Tanto os cabos de potência quanto os de controle (sinais e energia de/para elementos da subestação) devem ser acondicionados em carretéis montados em módulos de transporte. Os meios de fixação dos cabos devem ter resistência adequada e não devem danificá-los. As facilidades para lançamento e recolhimento destes cabos devem ser previstas no projeto dos carretéis.

Cada módulo de transporte de cabos deve possuir olhais de içamento para uso com guindauto. Tanto o diâmetro do carretel quanto a altura do módulo de transporte de cabos devem ser tais que o transporte do conjunto destes módulos sobre um caminhão típico para carga seca não se configure em transporte especial segundo a legislação pertinente, ou seja, também deverá manter a agilidade de tráfego por ruas, avenidas, estradas estaduais e federais sem que haja

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 33 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

necessidade de qualquer tipo de autorização especial, atendendo ao Código de Trânsito Brasileiro.

## 6.4 Acabamento e Pintura

### 6.4.1 Transformador de Potência:

As superfícies metálicas ou metalizadas a serem pintadas terão necessariamente a cor cinza Munsell N 6.5, salvo quando indicado de maneira diversa neste Item.

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 µ por demão. O acabamento final compreenderá pelo menos duas demãos de tinta esmalte sintético alquídico ou poliuretano alifático, cor cinza Munsell N 6.5 com espessura mínima de 30 µ por demão.

Será aceita também pintura a pó a base de poliéster (para uso externo) ou epóxi (para uso interno), sendo que a espessura mínima deverá ser 80 µ. Para este caso a cor também deverá ser cinza *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 *Munsell* N 9.5 a base de epóxi-poliamina, com espessura mínima de 30 µ por demão.

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

O grau mínimo de aderência final da pintura não deverá ser pior que 1, conforme a Norma *ABNT* MB-985/1976.


Para as superfícies e partes galvanizadas, deverão ser fornecidos corpos-de-prova do mesmo material nelas empregado, corpos estes submetidos, de maneira simultânea, ao processo de galvanização das ditas superfícies e partes. Estes corpos-de-prova deverão ser utilizados para a realização dos ensaios de Preece e aderência da camada de zinco, conforme o Item **Inspeção e Ensaios** desta Especificação Técnica.

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.

### 6.4.2 Semirreboque

O mesmo esquema de pintura do semirreboque será detalhado a posteriori, inclusive no tocante a cor de acabamento final e logotipia.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 34 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

## 6.5 Placas de Identificação e Diagramática

### 6.5.1 Geral

As placas de identificação e diagramática solicitadas nesta Especificação deverão ser confeccionadas em aço inoxidável e as informações deverão ser gravadas de maneira indelével.

### 6.5.2 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 de acordo com a Norma ABNT NBR 5356 e conter, no mínimo, as seguintes informações na língua portuguesa:

- a) as palavras *TRANSFORMADOR MÓVEL*
- b) nome do Fornecedor e local de fabricação
- c) número de série e ano de fabricação
- d) tipo ou modelo
- e) número de fases
- f) designação e ano da norma brasileira (Especificação)
- g) número e ano do Pedido de Compra
- h) potências nominais em kVA e sistema de resfriamento
- i) 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
- j) frequência nominal
- k) diagrama fasorial, grupo de ligação e deslocamento angular
- l) limites de elevação de temperatura dos enrolamentos
- m) níveis de isolamento dos enrolamentos
- n) tensões de curto-circuito percentuais a 115 °C, para todos os valores ensaiados, referida a potência especificada e 60 Hz
- o) corrente de excitação
- p) correntes suportáveis de curto-circuito simétrica e dinâmica (kA) e respectivas durações máximas admissíveis (segundos)
- q) tensão de curto-circuito percentual de sequência zero em % para todos os valores ensaiados
- r) nível de sobreexcitação em vazio e em carga
- s) reprodução do diagrama de ligações, incluindo todos os transformadores de corrente tipo bucha e indicando claramente as polaridades relativas aos enrolamentos individuais de cada fase, bem como as dos transformadores de corrente
- t) indicação da classe de precisão de todas as relações de transformação e respectivas ligações, para todos os transformadores de corrente incluindo aqueles destinados ao sistema de imagem térmica
- u) tipo de óleo isolante, quantidade necessária em litros e massa
- v) massa máxima a ser levantada para desmontagem
- w) massa máxima para transporte
- x) massas da parte ativa, do tanque e acessórios e total da unidade completa
- y) altura para levantamento da parte ativa
- z) número de referência do Manual de Instruções
- aa) pressões de ensaio mencionando que o tanque, trocadores de calor e conservador suportam pleno vácuo.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 35 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------



 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

**bb) classe de temperatura da isolação**

As informações acima referentes a “correntes e tensões nominais de todas as derivações para todas as potências” e “indicação da classe de precisão de todas as relações de transformação e respectivas ligações para todos os transformadores de corrente” deverão constar na placa em forma de tabelas.

### 6.5.3 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 transformadores de corrente tipo bucha, indicadores de temperatura, nível de óleo, sistema de imagem térmica, relé *Buchholz* (se aplicável), termoelementos, etc.;
- ✓ Indicação esquemática do circuito de comando e proteção da ventilação forçada;
- ✓ 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;
- ✓ Circuitos e instruções para ajustes do sistema de imagem térmica
- ✓ Circuitos de proteção do equipamento (RP1 e RP2);
- ✓ Outras que o Fornecedor julgar necessárias;

Encontram-se anexos os desenhos dos diagramas de fiação dos equipamentos auxiliares (BX-A4-13080-CA), que deve ser utilizados de acordo com as características do transformador em questão, no que couber.

### 6.6 Documentos para Aprovação


Este item dispõe sobre os requisitos a serem atendidos quanto à documentação técnica que deverá ser aprovada pela CPFL, referente ao fornecimento do equipamento descrito por esta Especificação Técnica.

Caso os documentos solicitados pela CPFL envolvam dados considerados comprovadamente confidenciais pelo Fornecedor, este não será obrigado a fornecê-los. Contudo, a CPFL através de seu Inspetor ou Engenheiro 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 deverá estar de acordo com esta Especificação e cumprir perfeitamente sua finalidade.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 36 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------



 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

O Fornecedor poderá remeter todo e qualquer documento que julgar necessário, além daqueles mencionados nesta Especificação.

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 para aprovação deverão ser fornecidos em um único conjunto, bem como deverão estar enquadrados nos formatos padrões de papéis para desenho de acordo com a normalização ABNT: A1, A2, A3 e A4. Não deverão ser utilizados tamanhos obtidos pela conjugação de formatos iguais ou consecutivos dos supracitados.

Para toda e qualquer documentação a ser encaminhada dever-se-á considerar que, ao final do processo de aprovação, esta documentação deverá, obrigatoriamente, estar em meio digital e que os seguintes softwares deverão ser utilizados para sua elaboração:

- Textos, planilhas, apresentações e bancos de dados: Microsoft Office 2010;
- Desenhos: ver o Sub-Item **Desenhos** abaixo;
- Imagens: padrão .TIF;
- Cronogramas: Microsoft Project .

Qualquer outro aplicativo não citado acima deverá ser objeto de acordo entre as partes.

#### ✓ **Cronograma de Fabricação**

O Fornecedor deverá enviar à CPFL para aprovação, no prazo de até 5 (cinco) dias úteis após a confirmação do Pedido, 3 (três) vias do Cronograma de Fabricação claro e preciso, detalhando todas as fases do fornecimento.

O Cronograma de Fabricação será devolvido ao Fornecedor com eventuais modificações ou sugestões que se fizerem necessárias, até 5 (cinco) dias úteis após ter sido recebido pela CPFL, em reunião específica para este evento quando serão identificados os gerentes deste projeto na CPFL e no Fornecedor.


Os requisitos para confecção deste Cronograma são os seguintes:

- Técnica de elaboração:** utilizando o software MS Project em versão mais recente.
- Evento início:** confirmação do Pedido ou outra indicação documentada por parte da CPFL.
- Evento fim:** entrega na obra ou almoxarifado após recebimento pela CPFL.

Retratar todos os principais eventos que envolvam cada etapa do projeto, provisionamento de matéria-prima de fabricação entregue na fábrica e montagem de cada componente do equipamento, contendo no mínimo os seguintes tópicos:

- ✓ Processamento de pedido
- ✓ Projeto

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 37 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

- ✓ Análise dos desenhos
- ✓ Compra de materiais
- ✓ Compra de material importado
- ✓ Montagem e ligações elétricas
- ✓ Inspeção e ensaios finais
- ✓ Pintura
- ✓ Embalagem
- ✓ Transporte

Qualquer alteração neste Cronograma após o mesmo ter sido aprovado deverá ser antecipadamente comunicada à CPFL para sua análise e aprovação, acompanhada das razões e motivos que a justificarem.

#### ✓ **Desenhos**

O Fornecedor deverá enviar à CPFL para aprovação, no prazo determinado no cronograma aprovado, 4 (quatro) vias do conjunto de todos os desenhos do equipamento relativos e necessários à sua fabricação.

Os desenhos deverão ser elaborados por meio do software AUTOCAD. Todos os dizeres deverão ser redigidos na língua portuguesa.

Todos os desenhos deverão possuir uma legenda contendo as seguintes informações:

- ✓ Nome CPFL
- ✓ Nome do equipamento
- ✓ Número e data do Pedido
- ✓ Título, número seqüencial e escala
- ✓ Número ou números de série de fabricação do equipamento referente ao Pedido.


Após a verificação pela CPFL dos desenhos enviados, o que se dará num prazo aprovado no cronograma, uma cópia de cada será devolvida ao Fornecedor, estando cada desenho enquadrado em uma das seguintes possibilidades:

**a) desenho aprovado, o qual recebeu um carimbo da CPFL com a inscrição **APROVADO PARA CONSTRUÇÃO**;**

**b) desenho aprovado com restrições, o qual recebeu um carimbo da CPFL com a inscrição **APROVADO COM RESTRIÇÕES** e contendo anotações que deverão ser atendidas pelo Fornecedor;**

Desenho reprovado, o qual recebeu a informação da CPFL com a inscrição REPROVADO. As eventuais anotações deverão ser atendidas pelo Fornecedor.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 38 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

Depois de executar as instruções requeridas o Fornecedor deverá reenviar o desenho modificado à CPFL para nova aprovação, em número de vias como acima indicado, repetindo-se as possibilidades supracitadas até a aprovação em definitivo do desenho.

Quaisquer modificações posteriores só poderão ser executadas mediante prévia aprovação por parte da CPFL.

Qualquer consequência em termos de atraso na entrega do equipamento, oriundo da não aprovação dos desenhos, devido ao não atendimento desta Especificação, será da inteira responsabilidade do Fornecedor.

Se o Fornecedor iniciar a fabricação do equipamento antes da aprovação final dos desenhos pela CPFL, o estará fazendo por sua própria conta e risco.

Tais desenhos deverão ser no mínimo aqueles listados abaixo com, pelo menos, as informações mencionadas e demais detalhes considerados importantes:


- ✓ Desenho de contorno do transformador móvel, incluindo semirreboque, 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 o conservador (se aplicável), trocadores de calor, ventiladores, válvulas de drenagem, filtragem e amostra de óleo do tanque e do conservador, dispositivos indicadores 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, comutadores de ligações e derivações sem tensão, indicação da existência da bolsa de borracha, buchas, relé *Buchholz* (se aplicável) e caixa de ligações.

Neste desenho ainda deverão ser indicados detalhes dos olhais de tração, orelhas de suspensão para o tanque, apoio para macaco, conservador (se aplicável), tampa, trocador de calor, conetores e terminais de aterramento, cor da pintura de acabamento do transformador e semirreboque, espaçamento entre buchas e 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.

- ✓ Desenho e catálogo com todos os detalhes de fabricante, tipo ou modelo, dimensões e peso, características, princípio de funcionamento e instruções de instalação, retirada e manuseio do registrador de impactos a ser colocado no transformador para fins de transporte.
- ✓ Desenho da placa de identificação do transformador contendo no mínimo todos os detalhes e informações constantes desta Especificação Técnica.
- ✓ Desenho da placa diagramática para acessórios e componentes de alarme, sinalização controle e proteção, contendo no mínimo todos os detalhes e informações constantes da Especificação Técnica, e indicações dos fabricantes e capacidades dos relés, fusíveis, chaves, modelo/tipo, bornes, contadoras, termostatos, resistências, lâmpadas, etc.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 39 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------


 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

- ✓ Desenho da placa de alerta sobre a retirada do sistema de imagem térmica.
- ✓ Desenho da placa de identificação das buchas de alta tensão, baixa tensão e neutro com os detalhes e informações constantes da Especificação Técnica.
- ✓ Desenho das buchas de alta tensão, baixa tensão e neutro, 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) e tipo do condutor utilizado.

Este desenho também deverá incluir características mecânicas (resistência à flexão, distância de escoamento, distância de arco, número de saias, peso), dimensões com indicação dos acessórios componentes (derivação de ensaios, vedações, indicador de nível de óleo no caso de buchas de alta tensão), dimensões e fixação da blindagem da extremidade imersa no tanque do transformador.

- ✓ Desenho dos canecos de buchas de alta tensão, baixa tensão e neutro com detalhes da canalização do gás até o relé Buchholz, bujões de sangria, suporte dos transformadores de corrente tipo bucha com as dimensões destes transformadores.
- ✓ Desenho de cada um dos transformadores de corrente tipo bucha referentes aos terminais dos enrolamentos do lado de alta tensão, baixa tensão e neutro, com dimensões e características técnicas.
- ✓ 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).
- ✓ Diagrama de conexão física dos componentes da caixa de ligações (diagrama topográfico de fiação), com indicações do endereçamento e a numeração do anilhamento da fiação, e critérios usados para este endereçamento.
- ✓ Desenhos dos diagramas de ligações dos acessórios e esquemas funcionais de comando, controle, proteção e sinalização dos acessórios e componentes auxiliares.
- ✓ Desenhos detalhados dos blocos terminais com os cabos, com numeração e endereçamento.
- ✓ Desenho das provisões para instalação dos termômetros.
- ✓ Desenhos ou catálogos e folhetos de cada acessório e componente utilizado no transformador.
- ✓ Desenho do conservador (se aplicável), independente do desenho de contorno, com indicações de todas as válvulas, tubulações, com cortes mostrando as bolsas de borracha.
- ✓ Desenho dos trocadores de calor com indicação do fabricante, tipo, vazão, características elétricas (tensão nominal, potência, correntes nominais e de partida, fator de potência,


N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 40 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

rendimento, número de pólos, nível de ruído, etc), grau de proteção a intempéries e regime de trabalho.

- ✓ Desenho dos conectores de alta tensão, baixa tensão, neutro e aterramento, em conjunto e em partes, com indicação do material de que são fabricados, faixa de condutores aplicáveis, fabricante e tipo.
- ✓ Desenho das moto-bombas com indicação do fabricante, tipo, vazão, características elétricas (tensão nominal, potência, correntes nominais e de partida, fator de potência, rendimento, número de pólos, nível de ruído, etc), grau de proteção a intempéries e regime de trabalho.
- ✓ Desenho do indicador magnético de nível de óleo do tanque do Transformador, com indicação do fabricante, tipo, número e finalidade dos contatos, capacidade e tratamento da superfície dos contatos, escala, nível de isolamento dos contatos, grau de proteção a intempéries.
- ✓ Documentação do Indicador de temperatura do óleo e Enrolamentos, inclusive dados relativos ao protocolo DNP 3.0.
- ✓ Desenho do respirador a silicagel, com indicação de fabricante, tipo, vedações, sistema de respiro, quantidade de silicagel e tela protetora.
- ✓ Desenho do relé Buchholz (se aplicável), com indicação do fabricante, tipo, número e finalidade dos contatos, capacidade e nível de isolamento dos contatos, vedações, visor e válvulas e bujões de desaeração.
- ✓ Desenho de cada válvula utilizada no transformador, com indicação do fabricante, tipo, dimensões, material e pressão suportável.
- ✓ 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 do detalhe do aterramento do núcleo, com indicação dos materiais envolvidos.
- ✓ Desenho do barramento de aterramento do transformador, caixa de ligações e semirreboque.
- ✓ Esquema detalhado dos processos de tratamento, acabamento e pintura das partes e superfícies metálicas.
- ✓ Desenhos do semirreboque dos carretéis de cabos, com todos os detalhes sobre os acoplamentos, pesos, dimensões, acionamentos, etc.
- ✓ Catálogos dos relés de proteção do RP1 e RP2 e descrição completa do código de ordem.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 41 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

## 6.7 Manual de Instruções

O Fornecedor deverá enviar à CPFL para aprovação, no prazo indicado no cronograma aprovado, 6 (seis) vias redigidas na língua portuguesa do Manual de Instruções do equipamento e seus acessórios.

O prazo e o processo para aprovação serão aqueles já descritos em Desenhos acima.

O Manual de Instruções deverá ser elaborado de forma a satisfazer pelo menos os seguintes requisitos:

a) Deverá possuir uma capa com as seguintes informações:

- ✓ Nome do Fornecedor
- ✓ Nome do equipamento e seu tipo
- ✓ Número e data do Pedido
- ✓ Título e número ou código para referência

b) Deverá conter, caso necessário, um capítulo com informações das particularidades do equipamento fornecido.

c) Deverá possuir um índice com as seções, itens, tópicos e anexos, numerados de forma a facilitar seu referenciamento.

d) No caso de existirem ferramentas especiais para montagem e manutenção do equipamento, as mesmas deverão ser informadas no Manual, conforme o uso.

e) Deverá conter em detalhes todas as instruções relativas e necessárias ao transporte, armazenagem, montagem, colocação em serviço, operação e manutenção do equipamento, bem como de seus acessórios e materiais.

Tais instruções deverão abordar, também, os aspectos relacionados aos testes e ensaios de checagem, ajustes e calibrações, limpeza e lubrificação, frequência das verificações, içamento e movimentação, ensaios no campo, instrumentação e aparelhagem utilizada, etc.

### 6.7.1 Plano de Controle da Qualidade


O Fornecedor deverá enviar à CPFL, no prazo indicado no cronograma de fabricação aprovado, 4 (quatro) vias do Plano de Controle da Qualidade previsto para o fornecimento.

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 prazo e o processo para aprovação serão aqueles já descritos em Desenhos acima.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 42 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

### 6.7.2 Listas de Material e Catálogos

O Fornecedor deverá enviar à CPFL, no prazo indicado no cronograma aprovado, 4 (quatro) vias da Lista de Material 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.

O prazo e o processo para aprovação serão aqueles já descritos em **Desenhos** acima.

### 6.7.3 Documentação Técnica para Acervo Eletrônico

Após a aprovação final de todos os documentos acima descritos e antes da inspeção final da primeira unidade do fornecimento, deverão ser enviados à CPFL, via *e-mail*, os seguintes documentos em meio eletrônico:

- ✓ Desenhos aprovados;
- ✓ Todos os catálogos dos acessórios e componentes utilizados;
- ✓ Lista completa de materiais, incluindo a separada de sobressalentes;
- ✓ Manual de Instruções aprovado.

## 6.8 Inspeção e Ensaios

### 6.8.1 Geral

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. Tudo isto deverá ser feito imprescindivelmente na presença do Inspetor.

Durante o período de fabricação a CPFL reserva-se o direito de inspecionar os materiais e acessórios que compõem o fornecimento. Os ensaios a serem executados durante a fabricação deverão ter a data de sua realização comunicada à CPFL com pelo menos 10 (dez) dias de antecedência.


A inspeção e ensaios finais deverão ser realizados imprescindivelmente na presença do Inspetor e somente após a aprovação definitiva de todos os documentos técnicos solicitados nesta Especificação.

A CPFL deverá ser comunicada pelo Fornecedor, com pelo menos 10 (dez) dias de antecedência, da data em que o equipamento estiver pronto para a inspeção final, completo com todos os seus acessórios e fiação, quando aplicável, acabada. Para tanto, deverá ser enviada uma programação de inspeção contendo as datas de início de realização de todos os ensaios, indicando os locais de realização e a duração prevista de cada um deles.

O Fornecedor deverá propiciar todas as facilidades e meios necessários para que o Inspetor possa realizar, com toda a segurança, os trabalhos de acompanhamento dos serviços e ensaios, onde quer que sejam executados.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 43 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------



 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

Para efeito da inspeção e ensaios, independentemente de onde os mesmos sejam realizados, o Fornecedor deverá garantir o cumprimento da Norma Regulamentadora n.º 10 (NR-10) da Portaria n.º 3214, de 8 de junho de 1978, do Ministério do Trabalho, no tocante às instalações e serviços em eletricidade.

O Inspetor não realizará a inspeção caso entenda que as instalações postas a sua disposição para esse fim estejam, de alguma forma, colocando em risco sua segurança. Neste caso, o equipamento não será ensaiado, faturado ou embarcado, devendo aguardar a solução do problema.

Será de responsabilidade do Fornecedor, também, providenciar amostras, equipamentos, acessórios, instrumentação e pessoal qualificado para a realização dos ensaios, além das informações e dados necessários.

O Inspetor não tem autoridade para desobrigar o Fornecedor a atender o Pedido ou esta Especificação em quaisquer de seus aspectos, nem para exigir que sejam feitas alterações que envolvam custos adicionais à CPFL.

Antes do início de cada ensaio deverá ser exibido ao Inspetor o certificado de aferição de cada instrumento de medição a ser utilizado, emitido por órgão credenciado, aferição esta realizada no máximo 12 (doze) meses antes da data do ensaio.

A inspeção e ensaios deverão ser programados para dias úteis e durante o horário comercial, exceto para ensaios cuja realização se comprove ser necessária fora deste período. Casos excepcionais serão analisados e aprovados ou não pela CPFL.

### 6.8.2 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 seqüência 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 (nº e data do Pedido, número de série de fabricação etc.)
- ✓ Outras informações julgadas necessárias

### 6.8.3 Ensaios

O transformador deverá ser submetido aos ensaios descritos neste item e nas Normas Técnicas explicitadas no Item Condições Normativas desta Especificação.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 44 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

Outros ensaios não mencionados nesta Especificação ou Normas Técnicas, mas que forem usuais para o tipo de equipamento ofertado, deverão ser realizados.

As tolerâncias nos ensaios do transformador, acessórios e componentes, quando aplicáveis, são as indicadas nas Normas Técnicas adotadas nesta Especificação.

### 6.8.3.1 Ensaios de Rotina

Os seguintes ensaios deverão ser realizados em todas as unidades do fornecimento, completamente montadas:

#### ✓ No Transformador de Potência

##### A.1- Resistência elétrica dos enrolamentos.

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

##### A.2- Deslocamento angular e seqüência de fases

Deverão ser verificados o deslocamento angular e a seqüência de fases, por meio do levantamento do diagrama fasorial, como prescreve a ABNT NBR 5356 – Parte 1 – Anexo E.

##### A.3- Relação de tensões

Deverá ser verificada a relação de tensões em todas as derivações dos enrolamentos, admitindo-se no máximo, um erro de 0,5% dos valores medidos em relação aos especificados, de acordo com ABNT NBR 5356 – Parte 1 – Anexo E.

##### A.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 110% da tensão nominal e conforme ABNT NBR 5356 – Parte 1 – Anexo E.

##### A.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 todas as posições dos comutadores de ligações e derivações, de acordo com a ABNT NBR 5356 – Parte 1 – Anexo E.


##### A.6- Tensão Suportável sob Frequência Nominal

Deverão ser aplicadas as seguintes tensões de prova, conforme ABNT NBR 5356 – Parte 1 – Anexo E.

- ✓ Primário (alta tensão) durante um (1) minuto: 230 kV (eficaz)
- ✓ Secundário (baixa tensão) durante um (1) minuto: 50 kV (eficaz)

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

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 45 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

#### A.7- Tensão Induzida

O transformador deverá ser submetido ao ensaio de tensão induzida em conformidade com a ABNT NBR 5356 – Parte 1 – Anexo E.

O ensaio de tensão induzida deverá ser realizado após a realização do ensaio de tensão suportável de impulso atmosférico.

#### A.8- Resistência de Isolamento

Antes e após os ensaios dielétricos, deverão ser feitas medições de resistência de isolamento do transformador, e no ponto de aterramento entre núcleo e tanque, indicando-se as respectivas temperaturas, em conformidade com a ABNT NBR 5356 – Parte 1 – Anexo E, considerando, porém que o *megger* a ser utilizado seja no mínimo de 2000 V.

#### A.9- Fator de Potência do Isolamento

O transformador deverá ser submetido ao ensaio de determinação do fator de potência do isolamento conforme ABNT NBR 5356 – Parte 1 – Anexo E, e os resultados não deverão ultrapassar 1% referidos à temperatura de 20° C.

#### A.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, ventilação forçada e acessórios descritos em A.11.

Os circuitos auxiliares e acessórios deverão ser ensaiados com uma tensão suportável à frequência nominal de valor 2,0 kV (2000 Volts) durante 1 minuto.

#### A.11- Ensaios nos Acessórios

Os acessórios tais como indicador de nível de óleo, indicadores de temperatura de óleo e enrolamento, relé *Buchholz*, ventiladores, moto-bombas, válvula de alívio de pressão e comutadores de ligações e de derivações deverão ser submetidos a ensaios de rotina, conforme prescrito na ABNT NBR 5356 – Parte 1 – Anexo E.

#### A.12- Inspeção Visual

O transformador, seus acessórios e componentes deverão ser submetidos a inspeção visual externa para verificação de acabamento e instalação em conformidade com os requisitos desta Especificação. O transformador e seus acessórios principais deverão ser também submetidos a um controle dimensional.


#### A.13- Estanqueidade e Resistência a Pressão Interna

Após a realização dos ensaios elétricos, e a retirada da última amostra de óleo para gás-cromatografia o transformador completo deverá ser submetido a ensaio de estanqueidade, conforme a ABNT NBR 5356 – Parte 1 – Anexo E, devendo o mesmo suportar durante 24 horas uma pressão manométrica de 0,05 Mpa, sem apresentar qualquer vazamento de óleo.

#### A.14- Ensaios para Verificação do Acabamento e Pintura

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

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 46 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

#### Superfícies não Galvanizadas

- ✓ cor, através da comparação com padrão;
- ✓ espessura da camada, conforme Norma ABNT MB-1333/1980;
- ✓ aderência, conforme Norma ABNT MB-985/1976.

#### Superfícies Galvanizadas

- ✓ Preece, conforme Norma ASTM A-239/1973;
- ✓ espessura da camada de zinco, conforme Norma ASTM-A-90/1969;
- ✓ aderência, conforme a Norma ASTM-B-499/1969.

#### ✓ Nos transformadores de Corrente Tipo Bucha

##### A.15- Ensaio de tensão induzida

Este ensaio deverá ser realizado conforme item 05 da Norma ABNT NBR 6821/1992.

##### A.16- Ensaio de tensão suportável sob frequência industrial(60 Hz)

Este ensaio deverá ser realizado conforme item 06 da Norma ABNT NBR 6821/1992. Deverá ser aplicada a tensão de 3000 V, 60 Hz, durante 1 minuto, de acordo com o item 6.1.3.2 da Norma ABNT NBR 6856/1992.

##### A.17- Verificação da polaridade

Este ensaio deverá ser realizado conforme item 08 da Norma ABNT NBR 6821/1992.

##### A.18- Verificação da classe de exatidão


Este ensaio deverá ser realizado conforme item 09 da Norma ABNT NBR 6821/1992, fornecendo a respectiva curva de saturação.

#### ✓ No Óleo Isolante

##### A.19- 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:

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 gáscromatográfica	Executar	Executar	Executar	Executar

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

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 de acordo com a Norma ABNT NBR 7070/1981.

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 – Parte 1.

Caso seja utilizado óleo isolante diferente dos indicados nas Tabelas I e II, o Proponente deverá indicar procedimento alternativo para estas investigações, os quais serão objeto de análise por parte da CPFL.

#### ✓ Nas Buchas do Enrolamento de Alta Tensão

Esses ensaios somente poderão ser realizados quando o tipo da bucha possuir comprovação, analisada e aprovada pela CPFL, de resultados satisfatórios nos ensaios de tipo.

Independentemente da presença ou não da CPFL nos ensaios, a estes deverão corresponder certificados detalhados sujeitos a análise e aprovação.

Todas as buchas, inclusive as sobressalentes (se houver) deverão ser submetidas aos ensaios abaixo relacionados:

#### A.20- Visual e dimensional

#### A.21- Medição da intensidade de descargas parciais

Deverá ser realizada a medição da intensidade de descargas parciais nas seguintes tensões:

- ✓ com  $1,5.U_n/\sqrt{3}$ , com valor limite de 10 pC.
- ✓ com tensão nominal ( $U_n$ )
- ✓ com tensão suportável sob frequência nominal.

#### A.22- Tensão suportável à frequência nominal, a seco.

#### A.23- Medição do fator de perdas dielétricas ( $\text{tg}\delta$ )

A medição do fator de perdas dielétricas deve ser realizada nas tensões 10 kV;  $0,5U_n/\sqrt{3}$ ;  $1,05U_n/\sqrt{3}$  e  $1,5U_n/\sqrt{3}$ .


#### A.24- Medição da capacitância

Em cada bucha, todos os valores de capacitância medidos a  $1,05.U_n/\sqrt{3}$  não deverão diferir de mais de 1%.

#### A.25- Medição de fator de perdas dielétricas ( $\text{tg}\delta$ ) e capacitância na derivação de ensaio.

Os valores de perdas dielétricas não devem exceder 0,1 e os valores de capacitância devem ser no máximo 5000 pF.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 48 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

**A.26-** Tensão suportável sob frequência nominal nas derivações de ensaios.

**A.27-** Vedações.

**A.28-** Ensaios no invólucro isolante (certificados de ensaios).

**A.29-** Ensaios de vedação nos flanges (certificados de ensaios).

✓ **Nas Buchas do Enrolamento de Baixa Tensão e do Neutro**

As buchas deverão ser projetadas e construídas de modo a suportarem os ensaios a que será submetido o transformador.

Deverão ser realizados nas buchas de baixa tensão e do neutro os ensaios relacionados abaixo:

**A.31-** Visual;

**A.32-** Dimensional;

✓ **No Transformador de serviços auxiliares**

**A.33 -** Devem ser realizados ensaios os considerados de rotina pela ABNT NBR 5356.

✓ **No Semi Reboque**

Devem ser realizados ensaios simulando as condições reais de trabalho do Semirreboque, com todos os equipamentos e acessórios do Transformador montados sobre o mesmo, para verificar, no mínimo, o funcionamento das seguintes partes:

**A.34-** Sistema e comando hidráulicos;

**A.35-** Sistema de rebaixamento e levantamento;

**A.36-** Suportes de apoio;

**A.37-** Instalação elétrica e sinalização do Semirreboque;


**A.38-** Suspensão;

**A.39-** Sistema de pressurização.

Caso o Fornecedor julgue necessário a realização de quaisquer outros ensaios, estes devem ser informados na Proposta Técnica.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 49 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------



 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

✓ **No Transformador móvel**

- A.40-** Ensaios para verificação do acabamento e pintura;
- A.41-** Ensaios nas superfícies galvanizadas;
- A.42-** Ensaios operacionais de conjunto do Transformador móvel;
- A.43-** Verificação dos pesos;

Os ensaios operacionais e de verificação de pesos serão realizados com o cavalo mecânico da CPFL.

### 6.8.3.2 Ensaios de Tipo

Os ensaios a seguir especificados deverão ser realizados na unidade (ou unidades) indicada(s) pelo Inspetor. As quantidades de ensaios a serem efetuados serão aquelas contratadas pela CPFL.


Esses ensaios serão sempre realizados com a(s) unidade(s) completamente montadas.

✓ **No Transformador de Potência**

**B.1-** Tensão suportável de impulso atmosférico  
Este ensaio deverá ser feito de acordo com a *ABNT* NBR 5356;

- Terminais de alta tensão ( $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$ )
  - Uma onda plena reduzida
  - Uma onda plena de 550 kV ou 650kV (crista)
  - Uma onda cortada reduzida
  - Duas ondas cortadas de 605kV ou 715kV (crista)
  - Duas ondas plenas de 550 kV ou 650kV (crista)
- 2)** Terminais de baixa tensão ( $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ )
- Uma onda plena reduzida
  - Uma onda plena de 125 kV (crista)
  - Uma onda cortada reduzida
  - Duas ondas cortadas de 138 kV (crista)
  - Duas ondas plenas de 125 kV (crista)
- 3)** Terminal de neutro ( $X_0$ )
- Uma onda plena reduzida
  - Duas ondas plenas de 125 kV (crista)
  - Uma onda plena reduzida

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 50 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

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.

#### **B.2- Descargas Parciais**

Deverá ser determinado o nível de descargas parciais utilizando-se o procedimento, valor, período e seqüência de acordo com *ABNT NBR 5356 – Parte 1 – Anexo E*.

Pelo lado da baixa tensão deverá ser induzido trifasicamente uma tensão no enrolamento de alta Tensão 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.

#### **B.3- Nível de Ruído**

O transformador, montado com todos os seus acessórios, inclusive ventiladores, deverá ser submetido a ensaio de ruído, de acordo com o prescrito na Norma *ABNT NBR 7277/1983*.

#### **B.4- Nível de Tensão de Rádio-Ruído**


Após a realização do ensaio de nível de ruído, o transformador, completo com seus acessórios principalmente conetores terminais deverá ser submetido ao ensaio de nível de tensão rádio-ruído.

Os resultados, deverão estar de acordo com as Normas *ABNT NBR 7875/1983* e *NBR 7876/1983*.

#### **B.5- Elevação de Temperatura**

O transformador deverá ser submetido a ensaio de elevação de temperatura, pelo método do curto-circuito e variação de resistência, de acordo com a *ABNT NBR 5356 – Parte 1 – Anexo E*, fazendo-se circular inicialmente uma corrente de referente a 100% das perdas totais.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 51 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

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 – Parte 1 – Anexo E*.

O ensaio de elevação de temperatura deverá ser feito na derivação a plena capacidade que corresponde às perdas totais máximas, sendo que as condições operativas que envolvem sobre-excitação, e as correspondentes perdas em vazio nesta condição, devem ser incluídas nesta escolha.

Deve-se medir e anotar as temperaturas de diversas partes metálicas do transformador, sendo o limite máximo aquele especificado no item **Características Elétricas 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 de entrada e saída dos trocadores de calor.

#### **B.6- Potência Absorvida pelos Ventiladores e moto-bombas**

Deverá ser realizada a medição da potência absorvida pelos ventiladores e moto-bombas.

#### **B.7- Medição da Impedância de Sequência Zero**

A medição da tensão de impedância de sequência zero deverá ser realizada para as relações de tensão de correspondentes às posições 1, 5, 8 e 11 do CST2, variando-se as posições dos comutadores CST1 e CST3 nas posições série e paralelo, de acordo com *ABNT NBR 5356 – Parte 1 – Anexo E*.

### ✓ **Nos Transformadores de Corrente Tipo Bucha**

#### **B.8- Medição da resistência ôhmica dos enrolamentos secundários**

A medição da resistência ôhmica dos enrolamentos secundários dos transformadores de corrente deverá ser feita em todas as relações conforme item 12 da Norma *ABNT NBR 6821/1992*.

#### **B.9- Relação de transformação**


A medição da relação de transformação dos transformadores de corrente deverá ser feita em todas as derivações.

### ✓ **No Óleo Isolante**

#### **B.10- 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 **Características do Equipamento – Óleo Isolante**.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 52 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

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 **Características do Equipamento – Óleo Isolante**.

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

#### ✓ **Nas Buchas do Enrolamento de Alta Tensão**

Todas as buchas fornecidas deverão ter seu desempenho comprovado por meio de ensaios.

Os ensaios para verificação das características dielétricas, térmicas e mecânicas das buchas estão relacionados abaixo:

**B.11-** Tensão suportável a frequência nominal, sob chuva;

**B.12-** Elevação de temperatura;

**B.13-** Corrente térmica nominal;

**B.14-** Corrente dinâmica nominal;

**B.15-** Resistência à flexão.

Cada tipo de bucha fornecida deverá possuir comprovação de resultados satisfatórios nos ensaios de tipo.


O Fornecedor deverá fazer essa comprovação por meio do envio de certificado detalhado de todos os ensaios realizados em um protótipo, entendendo-se como tal, uma bucha de mesmo projeto daquelas a serem fornecidas.

Os certificados estarão sujeitos a análise pela CPFL que manifestar-se-á sobre sua aprovação ou não.

Caso esses certificados não venham a ser aprovados pela CPFL, por não terem satisfeito as condições estabelecidas na presente Especificação, ou caso as buchas a serem fornecidas não possuam protótipo ensaiado, uma das unidades componentes desse fornecimento específico deverá ser submetida a todos os ensaios prescritos. Caso sejam realizados ensaios destrutivos, a unidade deverá ser reposta.

Neste caso, a CPFL reserva-se o direito de presenciar os ensaios cabendo ao Fornecedor a responsabilidade de comunicar as datas e o programa para sua realização, de acordo com o estabelecido nesta Especificação.

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 53 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

Independentemente da presença ou não do Inspetor nos ensaios, a estes deverão corresponder certificados detalhados sujeitos à análise e aprovação pela CPFL.

✓ **No Semi Reboque**

**B.16 - Ensaios de dirigibilidade**

Devem ser realizados ensaios de adequação do projeto do conjunto, através das seguintes medições:

- ✓ Medição da aceleração dinâmica
- ✓ Esforços solicitados

Devem ser realizados em rodovia pavimentada e não pavimentada.

**6.9 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 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.

O Fornecedor deverá enviar 4 (quatro) vias desses relatórios à CPFL, num prazo máximo de 30 (trinta) dias após a realização da inspeção.

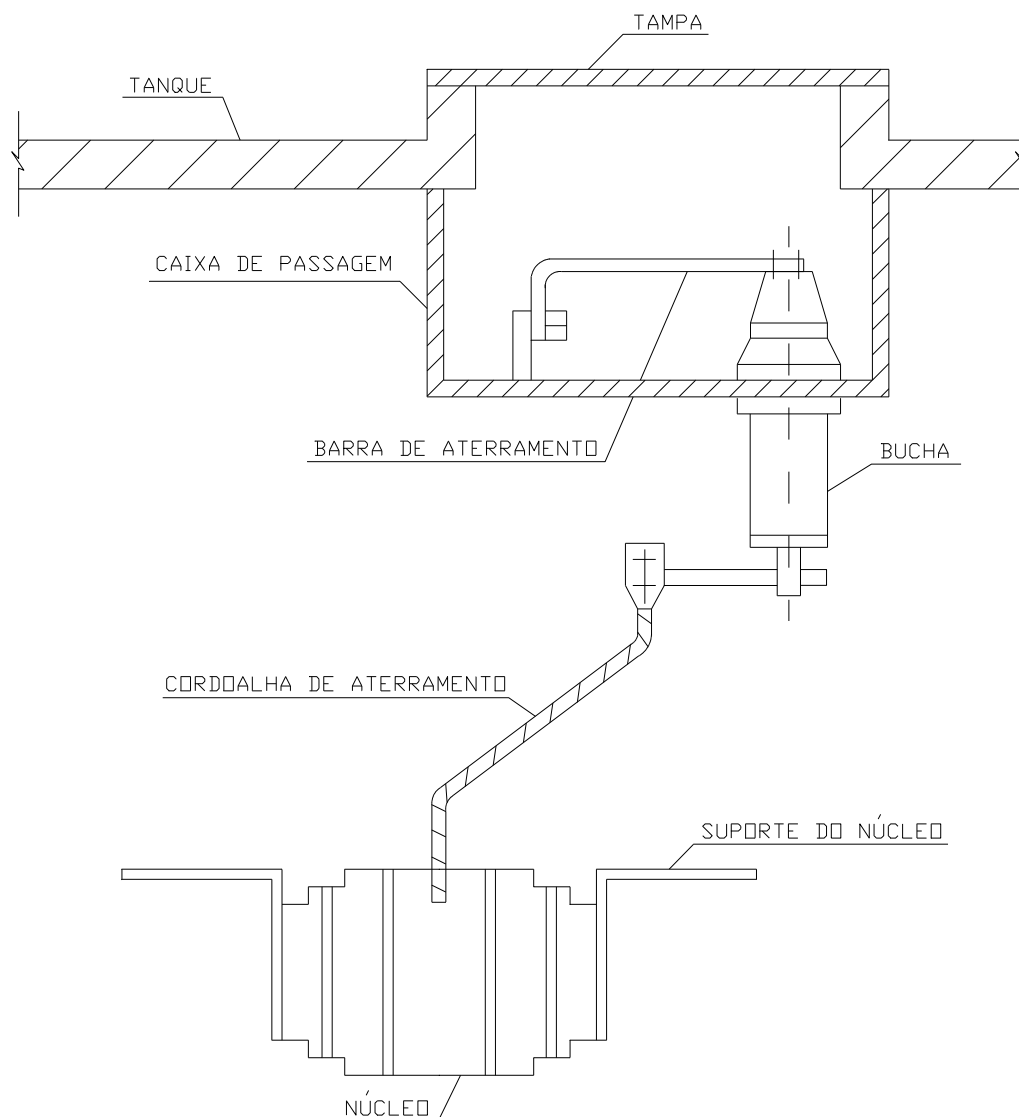
**7. CONTROLE DE REGISTROS**

Não se aplica.


**8. ANEXOS**

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: 20/12/2021	Página: 54 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	--------------------------------	---------------------

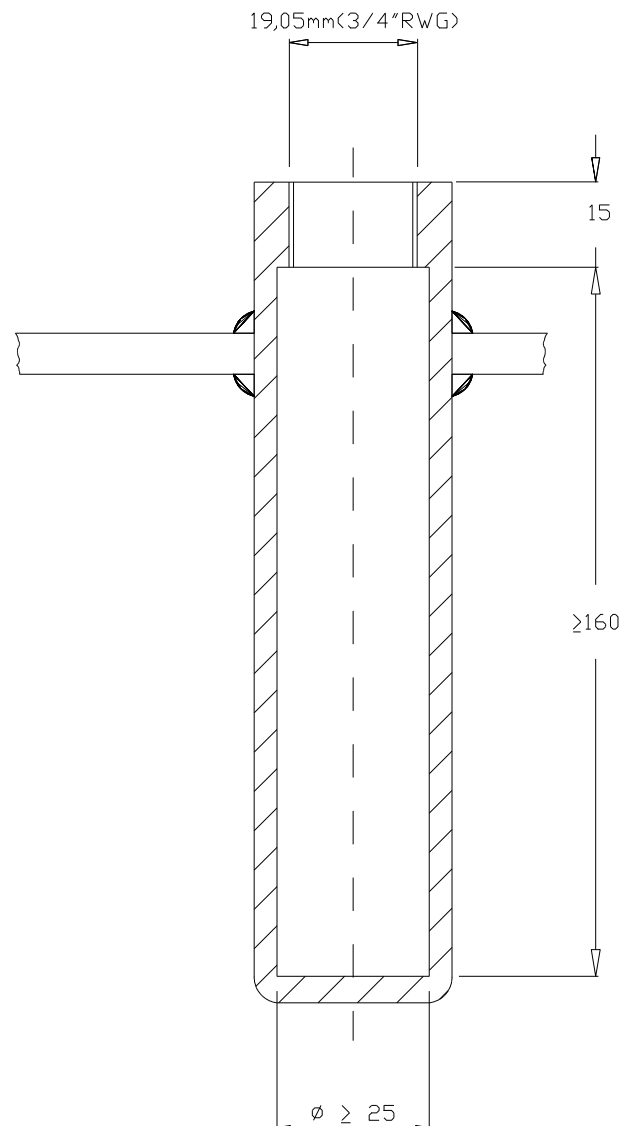
## Anexo I – Desenho BX-A4-13076-CA, Detalhe do aterramento do núcleo





 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

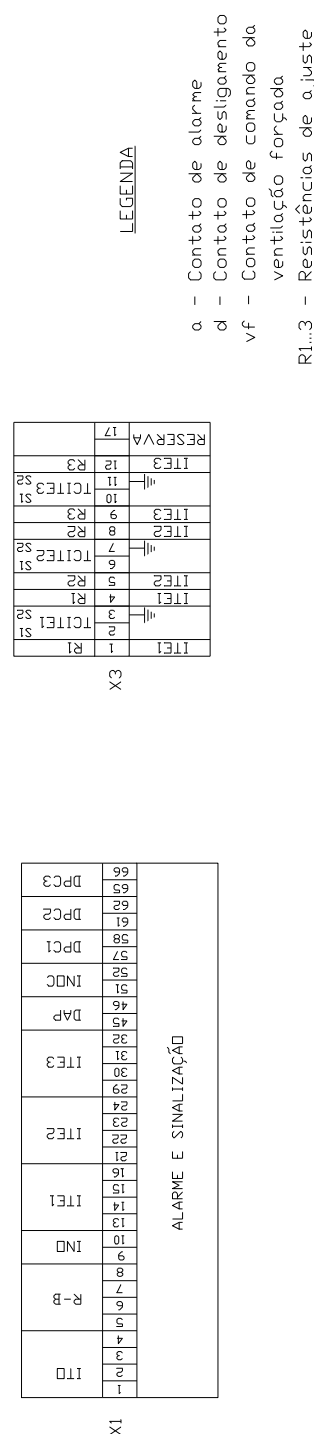
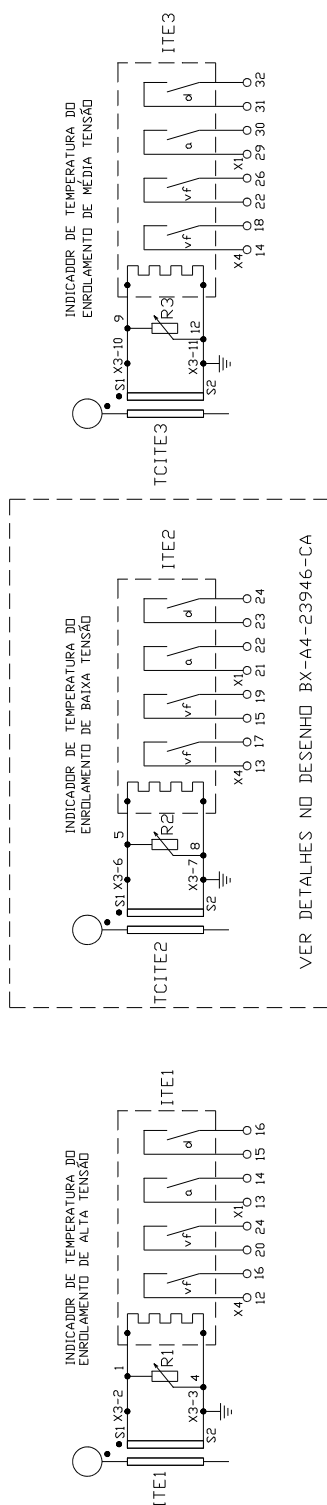
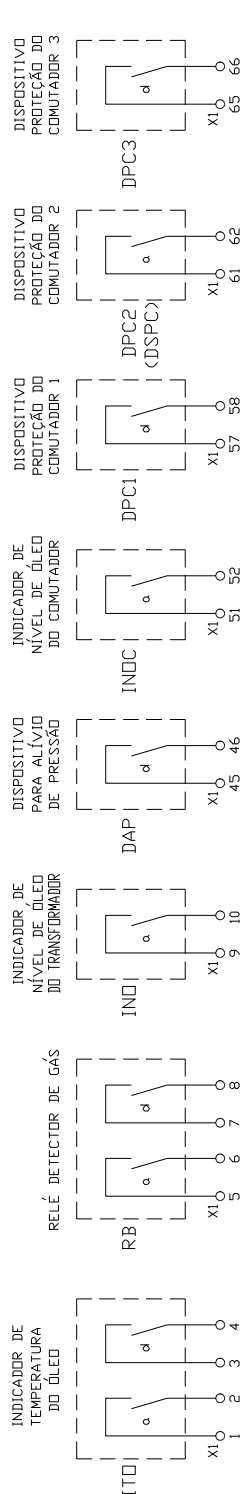
## Anexo II – Desenho BX-A4-13078-CA, Provisão para instalação do termômetro



DIMENSÕES EM MM

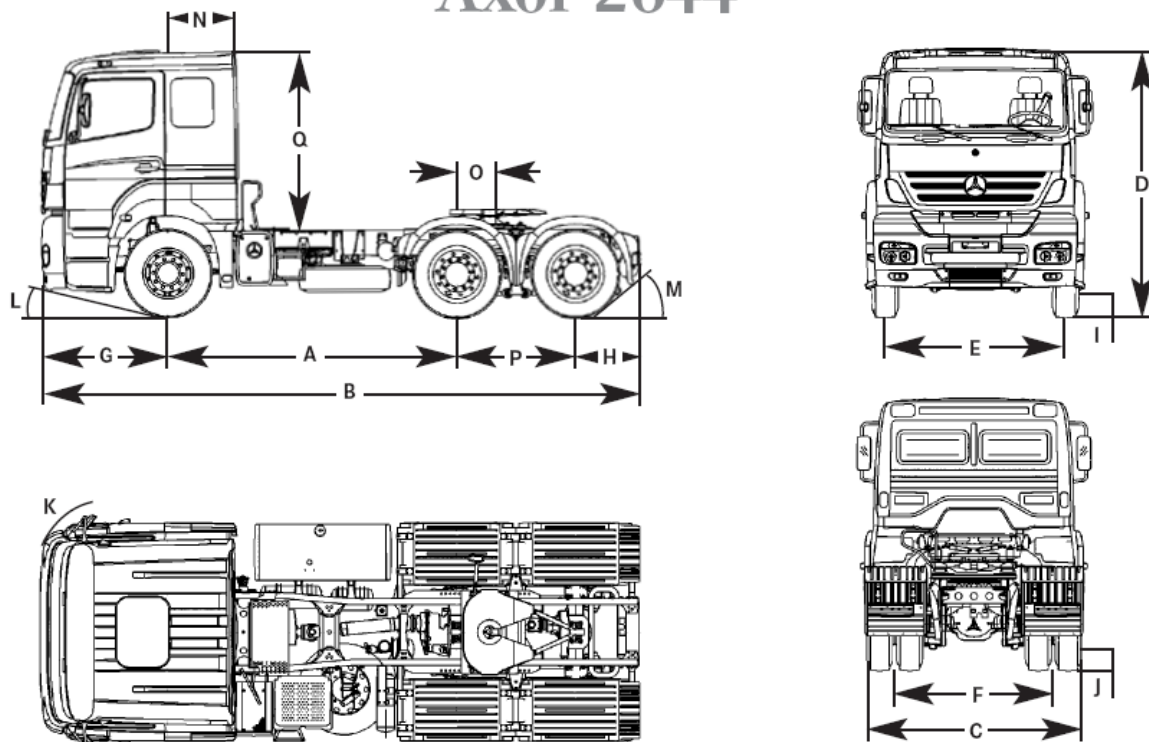
N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 56 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

## Anexo III – Desenho BX-A4-13080-CA, Diagrama da fiação dos equipamentos auxiliares




## Anexo IV – Unidade Tratora

### Axor 2644



Dimensão	Descrição	[mm]	Dimensão	Descrição	[mm]
A	Distância entre eixos	3.300	J	Vão livre – eixo traseiro	295
B	Comprimento total	6.818	K	Círculo de viragem do veículo, mØ	16
C	Largura	2.441	L	Ângulo de entrada: carregado	13°
D	Altura: carregado (teto alto/teto baixo)	3.459/3.034		descarregado	15°
	descarregado (teto alto/teto baixo)	3.510/3.085	M	Ângulo de saída: carregado	35°
E	Bitola – eixo dianteiro	2.046		descarregado	38°
F	Bitola – eixo traseiro	1.803	N	N - Distância eixo dianteiro/traseira da cabina: Estendida/Leito	388/808
G	Balanço dianteiro	1.440	O	Distância do centro da 5ª roda/eixo traseiro	375 (+250/-150)
H	Balanço traseiro	720	P	Distância entre eixos traseiros	1.350
I	Vão livre – eixo dianteiro	278	Q	Altura teto da cabina/chassi (teto alto/teto baixo)	2.478/2.053

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

### Anexo V - Folha de Dados

As características abaixo solicitadas deverão ser informadas nesta **Folha de Dados** pelo Proponente responsável, levando-se em conta o disposto no Item **Proposta Técnica – Apresentação** desta Especificação. As informações deverão ser garantidas pelo Proponente, sendo deste a responsabilidade por sua veracidade e aplicabilidade ao equipamento especificado.

No caso de adjudicação da Proposta e após a emissão do respectivo Pedido de Compra, em hipótese alguma serão admitidos modificações das características e informações aqui declaradas.

O Proponente deverá preencher a tabela a seguir para cada uma das alternativas para potência nominal do transformador, de acordo com o item Apresentação – Proposta Técnica

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS POR OCASIÃO DA OFERTA

ITEM	SUB-ITEM	DESCRIÇÃO	ESPECIF. TÉCNICA	GARANTIA DO FORNECEDOR
1		Nome do Fornecedor		
2		Potências nominais contínuas (MVA), em quaisquer derivações:		
	1	Do enrolamento de alta tensão (AT) (1 p.u.)	36MVA	
	2	Do enrolamento de baixa tensão (BT) (1 p.u.)	36MVA	
3		Tensões nominais – $U_n$ (kV):		
	1	Do enrolamento AT ( $U_{nAT}$ ) – (kV eficaz)	148±5x5,6 série Religável 74±5x2,8 Paralelo, em delta	
	2	Do enrolamento BT ( $U_{nBT}$ ) – (kV eficaz)	23,9/11,95 em estrela	
4		Níveis de isolamento		
	1	Enrolamentos de alta tensão (kVc)	550	
	2	Enrolamentos de baixa tensão (kVc)	145	
	3	Neutro (kVc)	145	
	4	Pretende utilizar resistores não lineares? (sim ou não). Caso positivo anexar justificativas.		<input type="checkbox"/> Sim Anexo: _____ <input type="checkbox"/> Não
5		Derivações à plena potência (transformador com comutadores de derivações sem tensão carga na AT e BT):		
		Atenderá à ET no tocante ao item <b>Derivações, Potências e Sobreexcitação?</b>		<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
	1	No enrolamento de alta tensão (kV):		
		Conectado em série	176,0	

N.Documento: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 59 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

ITEM	SUB-ITEM	DESCRIÇÃO	ESPECIF. TÉCNICA	GARANTIA DO FORNECEDOR		
			170,4			
			164,8			
			159,2			
			153,6			
			148,0			
			142,4			
			136,8			
			131,2			
			125,6			
			120,0			
		Conectado em paralelo	88,0			
			85,2			
			82,4			
			79,6			
			76,8			
			74,0			
			71,2			
			68,4			
			65,6			
			62,8			
			60,0			
	2	No enrolamento de baixa tensão:				
		derivação nominal ( $U_{nBT}$ ) (kV eficaz)	23,9			
		derivação nominal ( $U_{nBT}$ ) (kV eficaz)	11,95			
6	1	Relação de tensões e correntes nominais				
		Resfriamento ODAF (ordem decrescente):				
		Enrolamento de alta tensão conectado em série (valores de linha)		P O S	V(k V)	I (A)
		POS = posição da derivação V (kV) = tensão da derivação (eficaz) I (A) = corrente da derivação (eficaz)		1		
				2		
				3		
				4		
				5		
				6		
				7		
				8		
				9		
				10		
				11		
		Enrolamento de alta tensão conectado em paralelo (valores de linha)		P O S	V(k V)	I (A)
		POS = posição da derivação V (kV) = tensão da derivação (eficaz) I (A) = corrente da derivação (eficaz)		1		
				2		
				3		

ITEM	SUB-ITEM	DESCRIÇÃO	ESPECIF. TÉCNICA	GARANTIA DO FORNECEDOR		
				4		
				5		
				6		
				7		
				8		
				9		
				10		
				11		
				11		
		Enrolamento de baixa tensão (valores de linha)		P	V(kV)	I (A)
				S		
				1		
				2		
7		Ligações:				
	1	Enrolamento de alta tensão	Delta			
	2	Enrolamento de baixa tensão	Estrela com neutro acessível			
8		Deslocamento angular	D,yn1			
9		Tensão de curto-circuito em % (base de potência 36 MVA, ODAF, em 60Hz e 115°C)		Valor garantido (%)	Tolerância (±) aplicada a este valor garantido	
	1	176000 – 23900 Volts				
	2	153600 – 23900 Volts				
	3	136800 – 23900 Volts				
	4	120000 – 23900 Volts				
	5	176000 – 11950 Volts				
	6	153600 – 11950 Volts				
	7	136800 – 11950 Volts	23,4%			
	8	120000 – 11950 Volts				
	9	88000 – 23900 Volts				
	10	76800 – 23900 Volts				
	11	68400 – 23900 Volts				
	12	60000 – 23900 Volts				
	13	88000 – 11950 Volts				
	14	76800 – 11950 Volts				
	15	68400 – 11950 Volts				
	16	60000 – 11950 Volts				



ITEM	SUB-ITEM	DESCRIÇÃO	ESPECIF. TÉCNICA	GARANTIA DO FORNECEDOR
	17	Mínima em qualquer combinação de posições do comutadores (base 36 MVA e BT 11950 Volts)	22,6%	
10		Tensão de curto-circuito de sequência zero, na base 36 MVA ODAF, em 60Hz e 115°C:		
	1	176000 – 23900 Volts		
	2	153600 – 23900 Volts		
	3	136800 – 23900 Volts		
	4	120000 – 23900 Volts		
	5	176000 – 11950 Volts		
	6	153600 – 11950 Volts		
	7	136800 – 11950 Volts		
	8	120000 – 11950 Volts		
	9	88000 – 23900 Volts		
	10	76800 – 23900 Volts		
	11	68400 – 23900 Volts		
	12	60000 – 23900 Volts		
	13	88000 – 11950 Volts		
	14	76800 – 11950 Volts		
	15	68400 – 11950 Volts		
	16	60000 – 11950 Volts		
11		Perdas em vazio (kW), excitação pelo enrolamento de baixa tensão		
	1	50% de Un		
	2	57% de Un		
	3	90% de Un		
	4	96% de Un		
	5	100% de Un		
	6	110% de Un		
	7	115% de Un		
12		Corrente de excitação (%) excitação pelo enrolamento de baixa tensão, base 36 MVA, nas tensões:		
	1	50% de Un		
	2	57% de Un		
	3	90% de Un		
	4	96% de Un		
	5	100% de Un		
	6	110% de Un		
	7	115% de Un		
13		Sobrexexcitação a plena carga (%)	20%	
14		Perdas em carga (kW) a 115°C, sem incluir a potência dos auxiliares, base 36 MVA:		
	1	176000 – 23900 Volts		

ITEM	SUB-ITEM	DESCRIÇÃO	ESPECIF. TÉCNICA	GARANTIA DO FORNECEDOR
	2	153600 – 23900 Volts		
	3	136800 – 23900 Volts		
	4	120000 – 23900 Volts		
	5	176000 – 11950 Volts		
	6	153600 – 11950 Volts		
	7	136800 – 11950 Volts		
	8	120000 – 11950 Volts		
	9	88000 – 23900 Volts		
	10	76800 – 23900 Volts		
	11	68400 – 23900 Volts		
	12	60000 – 23900 Volts		
	13	88000 – 11950 Volts		
	14	76800 – 11950 Volts		
	15	68400 – 11950 Volts		
	16	60000 – 11950 Volts		
15		Potência total (kW) consumida pelo equipamento de resfriamento ODAF, em operação		
16		Elevação de temperatura dos enrolamentos (°C) em funcionamento contínuo, a plena carga, em quaisquer das derivações dos enrolamentos e comutadores:		
	1	Média		
	2	Ponto mais quente		
	3	Componentes com celulose		
17		Elevação de temperatura do topo do óleo (°C) em funcionamento contínuo, a plena carga, excitação de 100% de Un		
		excitação de 115% de Un		
18		Elevação de temperatura das partes metálicas (°C) em funcionamento contínuo, a plena carga, em quaisquer das derivações dos enrolamentos:		
		excitação de 100% de Un		
		excitação de 115% de Un		
19		Material isolante aplicado na construção dos enrolamentos do transformador		
	1	Classe de temperatura		
	2	Nome comercial do produto		
20		Carregamento máximo permissível por 2 horas com 30 MVA de carga inicial a 30°C de temperatura ambiente, sem perda de vida adicional		
21		Nível de ruído audível máximo (ODAF) (dB)	77	
22		Tensão de rádio-ruído máxima (medida com Impedância de acoplamento de 300 Ω) em μV	5000	
23		Características técnicas das buchas dos enrolamentos de alta tensão:		
	1	Fabricante		

ITEM	SUB-ITEM	DESCRIÇÃO	ESPECIF. TÉCNICA	GARANTIA DO FORNECEDOR	
	2	Designação completa de tipo e modelo			
	3	Tensão nominal ( $U_n$ ) (kV eficaz)	145		
	4	Tipo do terminal externo	Pino $\rightarrow$ 30		
	5	Tensão fase-terra nominal (kV eficaz)	84		
	6	Tensão suportável sob frequência nominal a seco e sob chuva (kV eficaz)	275		
	7	Tensão suportável de impulso atmosférico (1,2x50 $\mu$ s):			
		Pleno (kV crista)	650		
		cortado (kV crista)	715		
	8	Corrente nominal ( $I_n$ )			
		da bucha (A eficaz)			
		do condutor flexível interno (A eficaz)			
	9	Nível máximo de descargas parciais (64P)			
		a 1,5 $U_n/\sqrt{3}$ (kV)	10		
		tensão nominal ( $U_n$ )			
	10	Máxima elevação de temperatura do ponto mais quente das partes metálicas em contato com material isolante, °C			
	11	Distância de escoamento mínima (mm)			
	12	Distância de arco (mm)			
	13	Características da derivação de ensaio:			
		fator de perdas dielétricas (tg $\delta$ ) em %			
		capacitância para terra (64P)			
		tensão suportável sob frequência nominal (kV eficaz)			
	14	Fator de perdas dielétricas (tg $\delta$ ) a 1,05 $U_n/\sqrt{3}$ em %			
	15	Peso da bucha completamente montada (kgf)			
	24	Tipo do Isolador		Polimérico Porcelana	
24		Características técnicas das buchas do Enrolamento de baixa tensão e neutro		BT	N
	1	Designação completa de tipo ou modelo			
	2	Tipo			
	3	Tipo do terminal externo			
	4	Tensão nominal (kV eficaz)			
	5	Corrente nominal (A eficaz)			
	6	Tensão suportável sob frequência nominal, a seco/sob chuva (kV eficaz)			
	7	Tensão suportável de impulso atmosférico (1,2x50 $\mu$ s) pleno (kV crista)			
	8	Tensão suportável de impulso atmosférico (1,2x50 $\mu$ s) cortado (kV crista)			
	9	Dimensões identificadas conforme desenho (anexar na proposta)			


ITEM	SUB-ITEM	DESCRIÇÃO	ESPECIF. TÉCNICA	GARANTIA DO FORNECEDOR
	10	Tipo do Isolador		Polimérico Porcelana
	11	Distância entre buchas, tanto fase-fase, quanto fase-neutro de centro a centro (mm)		
25		Tanque do Transformador Móvel		
	1	Material de construção do fundo		
	2	Material de construção da tampa		
	3	Material de construção das paredes laterais		
	4	Material de construção dos canecos de buchas AT		
	5	Material de construção das partes estruturais		
26		Características Técnicas do comutador em vazio série-paralelo da Alta Tensão		
	01	Número de posições	2	
	02	Religação	Série – paralelo	
	03	Outras características julgadas necessárias (catálogo número)		
27		Características Técnicas do comutador de derivações em vazio da baixa tensão (religação de 11,95 para 23,9 kV e vice-versa)		
	01	Número de posições	2	
	02	Religação	Série – paralelo	
	03	Outras características julgadas necessárias (catálogo número)		
28		Características Técnicas do comutador de derivações sem tensão da alta tensão		
	01	Número de posições	11	
	02	Outras características julgadas necessárias (catálogo número)		
29		Transformadores de corrente tipo bucha:		
	1	Para imagem térmica:		
		quantidade		
		relação		
		classe de precisão mínima		
		fator térmico		
		bucha na qual será instalado		
	2	Para proteção (lado da alta tensão):		
		quantidade por bucha		
		relação		
		classe de precisão (ABNT)		
		fator térmico	1,5	
		diâmetro interno mínimo (mm)		
	3	Para proteção (lado da baixa tensão):		
		quantidade por bucha		
		relação		

ITEM	SUB-ITEM	DESCRIÇÃO	ESPECIF. TÉCNICA	GARANTIA DO FORNECEDOR
30		classe de precisão (ABNT)		
		fator térmico	1,5	
	4	Para proteção (neutro da baixa tensão):		
		quantidade por bucha		
		relação		
		classe de precisão (ABNT)		
		fator térmico	1,5	
		Características técnicas do óleo isolante do transformador		
	1	Fabricante		
	2	Tipo		
	3	Características (anexar tabela de referencia)		
31	4	Volume total requerido para o enchimento do transformador completamente montado (l)		
	5	Peso total do óleo requerido para encher o transformador completamente montado (kgf)		
		Dimensões máximas do transformador completamente montado (mm):		
	1	Altura total		
	2	Altura até a tampa		
	3	Comprimento		
32	4	Largura		
	5	Distância do fundo do tanque ao solo (mm) quando montado no semirreboque		
		Características técnicas dos acessórios:		
	1	Respirador do transformador:		
		fabricante		
		designação completa de tipo ou modelo		
		quantidade de <i>silicagel</i> (g)		
	2	Indicador de temperatura do óleo e enrolamentos:		
		fabricante	Treetech	
		designação completa de tipo ou modelo	TM1	
		protocolo DNP 3.0 (sim/não)		
	3	Relé <i>Buchholz</i> do transformador:		
		fabricante		
		designação completa de tipo ou modelo		
		número de contatos		
	4	Indicador de nível de óleo do transformador:		
		fabricante		
		designação completa de tipo ou modelo		
		número de contatos		
	5	Dispositivo de alívio de pressão do transformador:		
		fabricante		
		designação completa de tipo ou modelo		

ITEM	SUB-ITEM	DESCRIÇÃO	ESPECIF. TÉCNICA	GARANTIA DO FORNECEDOR
	6	número de contatos		
		Indicador de fluxo de óleo		
		- Fabricante		
		- Tipo		
	7	- número de contatos		
		Indicador de pressão/ vácuo (se aplicável)		
		- Fabricante		
		- Tipo		
	8	- número de contatos		
		- escala (Mpa)		
		Indicador de fluxo de ar		
		- Fabricante		
	9	- Tipo		
		- Número de contatos		
		Bomba(s) de óleo e seus motores		
		- Fabricante		
	10	- Tipo		
		- Potência (W)		
		- Rotação (67PM)		
		- Vazão (litros/seg)		
	11	- Quantidade		
		Ventiladores e seus motores		
		- Fabricante		
		- Tipo		
	33	- Potência (W)		
		- Rotação (67PM)		
		- Vazão (m³/seg)		
		- Quantidade		
	1	Relés de proteção do transformador		
		Relé RP1 – Relé Diferencial		
		Fabricante		
		Modelo		
	2	Código de ordem		
		Relé RP2 – Relé de sobrecorrente		
		Fabricante		
		Modelo		
	2	Código de ordem		
		Conetores		
		Conetores de alta tensão para cabo de alumínio		
		Fabricante		
	2	designação completa de tipo ou modelo		
		bitola		De a
		catálogo n.º		
		material	Bronze estanhado	
	2	Conetores de baixa tensão:		

ITEM	SUB-ITEM	DESCRIÇÃO	ESPECIF. TÉCNICA	GARANTIA DO FORNECEDOR
		fabricante		
		designação completa de tipo ou modelo		
		bitola		de a
		cátalogo n.º		
		material		
	3	Conetor de neutro para cabo de média tensão		
		fabricante		
		designação completa de tipo ou modelo		
		cátalogo n.º		
		material		
	4	Conetor de aterramento		
		fabricante		
		designação completa de tipo ou modelo		
		bitola		de a
		cátalogo n.º		
		material		
34		Constante de tempo térmica no estágios de resfriamento ODAF (horas)		
35		Densidades máximas de corrente na potência nominal (A/mm²):		
	1	Enrolamento de alta tensão		
	2	Enrolamento de baixa tensão		
36		Resistência elétrica dos enrolamentos a 115°C ( $\Omega$ /fase):		
	1	Enrolamento de alta tensão (pos 1 – série)		
	2	Enrolamento de baixa tensão (pos. série)		/
37		Número de espiras por fase		
	1	Enrolamento de alta tensão (pos 1 – série)		
	2	Enrolamento de baixa tensão (pos. série)		
38		Dados do Núcleo:		
	1	Tipo / fabricante da chapa de aço silício		/
	2	Indução máxima (Gauss)		
	3	indução a 100% Un (Gauss)		
	4	indução a 115% Un (Gauss)		
	5	Material utilizado nos itens estruturais		
39		Número de Trocadores de calor/ventiladores		/
40		Volume de óleo do conservador (m³) (se aplicável)		
41		Peso total do cobre (kgf)		
42		Peso total do aço-silício (kgf)		
43		Peso total da parte ativa removível (kgf)		
44		Altura para levantamento da parte ativa (mm)		
45		Tipo de núcleo (envolvido/envolvente)		
46		Frequências dos geradores disponíveis para a realização dos ensaios (Hz)		/



 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel


## TRANSFORMADOR DE SERVIÇOS AUXILIARES

ITEM	SUB-ITEM	DESCRIÇÃO	ESPECI F. TÉCNICA	GARANTIA DO FORNECEDOR
01		Nome do Fabricante		
02		Tipo ou modelo		
03		Material da estrutura do semirreboque		
04		Potência Nominal		
05		Características Principais de Isolamento		
	01	AT		
	02	BT		
06		Ligações e Diagrama Fasorial		
	01	AT		
	02	BT		
	03	Deslocamento angular		
07		Derivações		
08		Quantidade de comutadores sem tensão		
09		Tensão de Curto-Circuito (Impedância)		
10		Proteções		
	01	AT (tipo e características)		
	02	BT (tipo de características)		
11		Peso do equipamento completo		
12		Local de instalação		
13		Descrição das facilidades de instalação – estrutura suporte		Anexo nº _____

### SEMI-REBOQUE


ITEM	SUB-ITEM	DESCRIÇÃO	ESPECIF. TÉCNICA	GARANTIA DO FORNECEDOR
01		Nome do Fabricante		
02		Tipo ou modelo do semirreboque		
03		Material da estrutura do semirreboque		
04		Dimensões do conjunto completo, incluindo a Unidade Tratora e o Semirreboque com transformador completo montado sobre o semirreboque, prontos para o trânsito nas estradas:		
	01	Largura (mm)		
	02	Comprimento (mm)		
	03	Altura (mm)		
05		Dimensões apenas do semirreboque:		
	01	Largura (mm)		
	02	Comprimento (mm)		
	03	Altura (mm)		
	04	Distância entre o pino-rei e a parte frontal (mm)		
	05	Altura da plataforma (mm)		
	06	Altura da base inferior do semirreboque (mm)		
06		Pesos máximos do transformador móvel completo com todos os equipamentos, incluindo o semirreboque:		
	01	Peso da parte dianteira, sobre o pino-rei, onde será engatado o semirreboque na Unidade Tratora (kgf)		
	02	Peso em cada linha de eixo do semirreboque (kgf)		
	03	Peso total nas linhas de eixo do semirreboque (kgf)		
	04	Peso total do transformador móvel (kgf)		
07		Peso total apenas do semirreboque (kgf)		
08		Velocidades máximas de tráfego do transformador móvel:		
	01	Em estradas pavimentadas (km/h)		
	02	Em estradas de terra (km/h)		
09		Suspensão do semirreboque:		
	01	Tipo (pneumática/convencional a mola/outra)		
	02	Quantidade de linhas de eixos		
	03	Quantidade de eixos por linha de eixos		
	04	Quantidade de rodas com os respectivos pneus por eixo		
	05	Quantidade total de rodas com os respectivos pneus por linha de eixo		
	06	Distância entre as linhas de eixo (mm)		
	07	- ângulo máximo de giro entre a Unidade Tratora e o semirreboque		

ITEM	SUB-ITEM	DESCRIÇÃO	ESPECIF. TÉCNICA	GARANTIA DO FORNECEDOR
10		Pino-rei universal:		
	01	Tipo		
	02	Bitola (polegadas)	3 ½	
	03	Ângulo máximo de giro		
11		Pneus do semirreboque:		
	01	Tipo		
	02	Dimensões		
	03	Aro e material		
	04	Quantidade de rodas do semirreboque		
	05	Quantidade de rodas sobressalentes		
12		Suportes de apoio:		
	01	Tipo	hidráulico	
	02	Quantidade		
	03	Localização		
	04	Comandos hidráulicos	Individuais	
	05	Acionamento hidráulico: descrição em documento anexo número:		
	06	Tipo de travamento		
	07	Quantidade de posições no curso para travamento		
13		Freios do semirreboque:		
	01	Tipo	a ar duplo circuito	
	02	Ação	em todas rodas	
	03	Atuação		
	04	Tipo de conexão com a Unidade Tratora		
	05	Bitolas das mangueiras		
14		Sinalização do semirreboque:		
	01	Tipo de instalação		
	02	Tensão elétrica (V)		
	03	Tomada		

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

### CABOS DE MÉDIA TENSÃO, DE CONTROLE E SEUS CARRETÉIS


ITEM	SUB-ITEM	DESCRIÇÃO	ESPECIF. TÉCNICA	GARANTIA DO FORNECEDOR
1		Nome do Fabricante		
2		Tipo ou Modelo		
3		Bitola de cada cabo (mm <sup>2</sup> )		
4		Quantidade de cabos por fase		
5		Quantidade total de cabos para as 3 (três) fases		
6		Quantidade de cabos para substituição		
7		Tensão nominal (kV eficaz)		
8		Corrente nominal de cada cabo (A eficaz)		
9		Tensão de isolamento (kV crista)		
10		Comprimento de cada cabo (m)		
11		Material do condutor (cobre/alumínio)		
12		Tipo de blindagem do condutor		
13		Tipo de material da isolação		
14		Tipo de blindagem da isolação		
15		Tipo de blindagem metálica		
16		Tipo de material da cobertura de proteção		
17		Resistência elétrica a 75° C, 60 Hz, para cada cabo (Ohms/metro)		
18		Reatância indutiva de cada cabo, com separação de 1(um) metro entre cabos, 60 Hz (Ohms/metro)		
19		Quantidade de carretéis para cabos de potência		
20		Quantidade de carretéis para cabos de controle		
21		Módulos de transporte de cabos		
	01	Croqui dos módulos em anexo		
	02	Diâmetro do carretel de cabos de potência		
	03	Quantidade de cabos de potência acondicionados por módulo de transporte		
	04	Quantidade de módulos de transporte de cabos de potência a serem fornecidos		
	05	Peso do maior módulo de transporte de cabos de potência		
	06	Diâmetro do carretel de cabos de controle e energia auxiliar		
	07	Peso do carretel de cabos de controle e energia auxiliar		
22		Peso do conjunto de módulos de transporte de cabos		
23		Área total do conjunto de módulos de transporte de cabos		
24		Tipo de caminhão sugerido para o transporte dos módulos de transporte de cabos		

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

ITEM	SUB-ITEM	DESCRIÇÃO	ESPECIF. TÉCNICA	GARANTIA DO FORNECEDOR
25		Altura prevista da carga dos módulos de transporte sobre o caminhão típico para transporte de carga seca		

### DADOS CONTRATUAIS

ITEM	DESCRIÇÃO	GARANTIA DO FORNECEDOR
1	Será atendido o Item <b>Placa de Identificação</b> desta Especificação Técnica?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
2	Será atendido o Item <b>Documentos para Aprovação</b> desta Especificação Técnica?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
3	Será atendido o Item <b>Fabricação</b> desta Especificação Técnica?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
4	Será atendido o Item <b>Inspeção e Ensaios - Relatório de Ensaios</b> desta Especificação Técnica?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
8	Será atendido o Item <b>Garantia</b> desta Especificação Técnica?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
9	Será atendido o Item <b>Instruções Técnicas</b> desta Especificação Técnica?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
10	Será atendido o Item <b>Aceitação e Rejeição</b> desta Especificação Técnica?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
11	Será atendido o Sub-Item <b>Acesso às Provisões dos Bulbos e Detetores de Temperatura</b> desta Especificação Técnica?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
12	Será atendido o item <b>Acabamento e Pintura</b> desta Especificação Técnica?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
13	O Fornecedor realizará os ensaios dos sub-itens abaixo relacionados, referente ao item <b>Inspeção e Ensaios</b> desta Especificação? (SIM ou NÃO)/ (LOCAL DOS ENSAIOS)  <b>A.1 a A.14</b> ..... <b>A.15 a A.18</b> ..... <b>A.19</b> ..... <b>A.20 a A.29</b> ..... <b>A.30 a A.31</b> ..... <b>A.33</b> ..... <b>A.34 a A.39</b> ..... <b>A.40 a A.43</b> .....  <b>B.1 a B.7</b> ..... <b>B.8 a B.9</b> ..... <b>B.10</b> ..... <b>B.11 a B.15</b> ..... <b>B.16</b> .....	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não / <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não / <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não / <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não / <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não / <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não / <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não / <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não /  <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não / <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não / <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não / <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não / <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não /
14	O Fornecedor garante o fornecimento do óleo isolante para o equipamento ?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
15	O Fornecedor dispõe de aparelhagem para a realização de todos os ensaios no óleo isolante conforme estabelecido nesta Especificação?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

**TABELA I — ÓLEO BASE PARAFÍNICA TIPO “A”**


CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	ESPECIFICAÇÕES		MÉTODOS
		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 MB-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: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 74 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

**TABELA II — ÓLEO BASE PARAFÍNICA TIPO “B”**

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	ESPECIFICAÇÕES		MÉTODOS
		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: a 20 °C a 40 °C • a 100 °C	cSt	25,0 12,0 — 3,0		ABNT MB-293
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 MB-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 detetável		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: 13152	Categoria: Instrução	Versão: 1.2	Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUE	Data Publicação: NO20/12/2021	Página: 75 de 76
-----------------------	-------------------------	----------------	---	----------------------------------	---------------------



 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Transformador de Potência Móvel

## 9. REGISTRO DE ALTERAÇÕES

### 9.1 Colaboradores

Empresa	Área	Nome
CPFL Piratininga	REDN	Vagner Vasconcellos

### 9.2 Alterações

Versão Anterior	Data da Versão Anterior	Alterações em relação à Versão Anterior
1.0	10/06/2009	<p>Potência nominal definida em 36 MVA (1 p.u.) (vide definição de potência nominal)</p> <p>Eliminado o mecanismo de bonificação por potência adicional obtida no ensaio exploratório de aquecimento.</p> <p>Eliminado o semirreboque leve para transporte dos cabos, trocando esta solução pelos módulos de transporte com carretéis de cabos</p> <p>Eliminado o Anexo II - tomada para semirreboque</p>
---	---	<p>Atualização da formatação conforme norma vigente.</p> <p>Inclusão da Norma NBR 5356/2007 – Seção 7 em substituição a NBR 5416/1997</p> <p>Inclusão do NBI 650kV para atendimento do padrão RGE</p>