



**Eletrobras**

---

**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA**

**TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA**

---

**ET-ELB-010-2012**

**Revisão 01**

**10/05/2012**



## SUMÁRIO

1	Objetivo	3
2	Referências	3
3	MEIO AMBIENTE	6
4	Condições gerais	6
5	Condições específicas	10
6	Características construtivas	13
7	Materiais	18
8	Acessórios	19
9	Apresentação de propostas e aprovação de documentos	29
10	Controle de qualidade	33
11	Supervisão de montagem e testes de energização ensaios de campo e operação inicial	38
	Figura 1 – Detalhe do aterramento do núcleo .....	45
	Figura 2 - Disposição recomendada para buchas e acessórios de transformadores trifásicos .....	46
	Figura 3 – Registro conjugado para drenagem, amostragem e unidade de tratamento de óleo.....	47
	Figura 4 - Bloco de aterramento.....	48
	Figura 5 - Cavidade para inserção da sonda sensora de temperatura .....	49
	Figura 6 - Esquema orientativo do circuito de refrigeração forçada.....	50
	Tabela 1– Níveis de isolamento dos Transformadores. ....	40
	Tabela 2 – Válvulas de controle e isolamento do óleo isolante .....	40
	Tabela 3 – Numeração dos terminais dos circuitos de proteção e controle .....	42
	Tabela 4 - Óleo de base naftênica, isento de aditivos, antes de qualquer contato com o equipamento .....	43
	Tabela 5 - Óleo de base naftênica, inibido ou não, após contato com o equipamento.....	35
	ANEXO A - DADOS TÉCNICOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS .....	51
	ANEXO B - DADOS TÉCNICOS INFORMATIVOS .....	56
	ANEXO C - OUTRAS INFORMAÇÕES A SEREM FORNECIDAS .....	59
	ANEXO D - LISTA DE COMPONENTES E ACESSÓRIOS .....	61
	ANEXO E – COTAÇÃO DE PEÇAS DE RESERVA.....	69
	ANEXO G - PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA COBERTOS POR ESSA ESPECIFICAÇÃO .....	74



## 1 Objetivo

**1.1** Esta Especificação estabelece os critérios e as exigências técnicas mínimas aplicáveis à fabricação e ao recebimento de transformadores de potência para o sistema elétrico de sub-transmissão e distribuição da Eletrobras e das empresas a seguir indicadas, a ela associadas:

- Eletrobras Distribuição Rondônia;
- Eletrobras Distribuição Alagoas;
- Eletrobras Amazonas Energia;
- Eletrobras Distribuição Acre;
- Eletrobras Distribuição Piauí;

**1.2** Nessa Especificação o termo Contratante se refere à Eletrobras, às cinco empresas anteriormente indicadas e a ela associadas, ou às empresas por ela representadas, ou às empresas por ela indicadas.

**1.3** Esta Especificação se aplica a transformadores para uso externo, imersos em óleo isolante.

## 2 Referências

**2.1** Legislação e regulamentos federais, estaduais e municipais sobre o meio ambiente.

2.1.1 Constituição da República Federativa do Brasil - Título VIII: Da Ordem Social - Capítulo VI: Do Meio Ambiente;

2.1.2 Lei nº 7.347, de 24.07.85 - Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico e dá outras providências;

2.1.3 Lei nº 9.605, de 12.02.98 - Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências;

2.1.4 Decreto nº 6.514, de 22.07.08 - Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências;

2.1.5 Resolução do CONAMA nº 1, de 23.01.86 - Dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA;

2.1.6 Resolução do CONAMA nº 237, de 19.12.97 - Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente. Os proponentes se obrigam a atender toda a legislação vigente no Brasil, em seus Estados e em seus Municípios no tocante à Legislação Ambiental, em seus diversos aspectos. Essa obrigação se estende a todos os períodos da vida útil dos transformadores de potência, incluindo projeto, fabricação, transporte,



armazenagem, operação, manutenção e futuro descarte dos reguladores, de seus componentes e de seus insumos.

## 2.2 Normas Técnicas

- 2.2.1 A principal Norma de referência a ser seguida é a ABNT NBR 5356 - Transformador de potência - partes 1,2,3,4 e 5. Todas as Normas citadas na NBR 5356 são também consideradas Normas de Referência, no que diz respeito a essa Especificação.
- 2.2.2 ABNT-NBR 5416 - Aplicação de carga em transformadores de potência - Procedimento
- 2.2.3 ABNT-NBR 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos – Procedimento
- 2.2.4 ABNT-NBR 5034 – Buchas para tensões alternadas superiores a 1 kV - Especificação
- 2.2.5 NBR - IEC60529 - Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (código IP)
- 2.2.6 ABNT-NBR 6323 - Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - Especificação
- 2.2.7 ABNT-NBR 6821 - Transformador de corrente - Método de ensaio
- 2.2.8 ABNT-NBR 6856 - Transformadores de corrente - Especificação
- 2.2.9 ABNT-NBR 7274 - Interpretação da análise dos gases de transformadores em serviço - Procedimento
- 2.2.10 ABNT-NBR 7277 - Transformadores e reatores - Determinação do nível de ruído - Método de Ensaio
- 2.2.11 ABNT-NBR 7348 - Limpeza de superfícies de aço com jato abrasivo - Procedimento
- 2.2.12 ABNT-NBR 7400 - Produto de aço ou ferro fundido - Verificação do revestimento de zinco - Verificação da uniformidade do revestimento - Método de ensaio
- 2.2.13 NBRIEC60450 - Medição do grau de polimerização viscosimétrico médio de materiais celulósicos novos e envelhecidos para isolamento elétrica
- 2.2.14 ABNT-NBR 8667 - Comutador de derivações em carga - Especificação
- 2.2.15 ABNT-NBR 9368 - Transformadores de potência de tensões máximas até 145 kV - Características elétricas e mecânicas - Padronização
- 2.2.16 ABNT-NBR 11003 - Tintas - Determinação da aderência
- 2.2.17 ABNT-NBR 11407 - Elastômero vulcanizado - Determinação das alterações das propriedades físicas, por efeito de imersão em líquidos - Método de ensaio
- 2.2.18 ANSI C 57.15 - Requirements, terminology and test code for step-voltage and induction-voltage regulators



2.2.19 ASTM D 202 - Methods of sampling and testing untreated paper used for electrical insulation

2.2.20 ASTM D 2000 - Classification system for rubber products in automotive applications

2.2.21 ASTM D 3455 - Test method for compatibility of construction materials with electrical insulating oil of petroleum origin.

2.2.22 SIS 05 59 00 - Pictorial surface preparation standard for painting steel surfaces

2.2.23 NOTAS:

1) Devem ser consideradas aplicáveis as últimas revisões dos documentos listados anteriormente, na data da abertura da Licitação.

2) É permitida a utilização de normas de outras organizações desde que elas assegurem qualidade igual ou superior à assegurada pelas normas relacionadas anteriormente e que não contrariem esta Especificação. Se forem adotadas, elas devem ser citadas nos documentos da proposta. Caso a Contratante julgue necessário, o proponente deve fornecer uma cópia.

3) Todos os documentos citados como referências devem estar à disposição do inspetor da Contratante no local da inspeção.



## 2.3 Unidades e Idiomas

As unidades de medida do Sistema Internacional de Unidades serão usadas para as referências da proposta, inclusive descrições técnicas, especificações, desenhos e qualquer documento ou dados adicionais. Quaisquer valores indicados, por conveniência, em qualquer outro sistema de medidas deverão ser também expressos em unidades do Sistema Internacional de Unidades. Todas as instruções escritas, bem como os desenhos, legendas, artigos, folhetos, publicações, catálogos técnicos e relatórios de ensaios emitidos pelo fabricante, devem ser redigidos, preferencialmente, em português.

## 3 MEIO AMBIENTE

- 3.1 Em todas as etapas da fabricação, do transporte e do recebimento, devem ser rigorosamente cumpridas as legislações ambientais nas esferas federal, estadual e municipal aplicáveis.
- 3.2 Fornecedores estrangeiros devem cumprir a legislação ambiental vigente nos seus países de origem e as normas internacionais relacionadas à produção, ao manuseio e ao transporte até o seu aporte no Brasil.
- 3.3 O FORNECEDOR é o responsável pelo pagamento de multas e pelas ações decorrentes de práticas lesivas ao meio ambiente, que possam incidir sobre a CONTRATANTE, quando derivadas de condutas praticadas por ele ou por seus subfornecedores.
- 3.4 A CONTRATANTE pode verificar, nos órgãos oficiais de controle ambiental, a validade das licenças de operação e de transporte dos fornecedores e subfornecedores.

## 4 Condições gerais

### 4.1 Geral

- 4.1.1 Salvo quando especificado em contrário, os transformadores devem atender às exigências da ABNT NBR 5356, partes 1 a 5. Os transformadores devem atender também à Padronização NBR 9368 da ABNT, sempre que seja possível, e mesmo que algumas das características exigidas nessa Especificação não estejam contempladas na citada Padronização.
- 4.1.2 Todos os transformadores aqui especificados devem:
  - a) ser fornecidos completos, com todos os acessórios necessários ao seu perfeito funcionamento, mesmo os não explicitamente citados nesta Especificação, no Edital de Licitação e/ou no Pedido de Compra;
  - b) ter todas as peças correspondentes intercambiáveis, quando de mesmas características nominais e fornecidas pelo mesmo fabricante de acordo com esta Especificação;
  - c) suportar o transporte rodoviário, inclusive em estradas não pavimentadas.
- 4.1.3 Todos os transformadores cobertos por essa especificação devem ter a frequência nominal de 60 Hz.
- 4.1.4 Nenhuma modificação no transformador deve ser feita “a posteriori” pelo fabricante sem a aprovação da CONTRATANTE. No caso de alguma alteração, o fabricante



deve realizar todos os ensaios de tipo, na presença do inspetor da CONTRATANTE, sem qualquer custo adicional.

- 4.1.5 Caso haja divergência, nos diversos documentos, para os valores aceitáveis nos diversos ensaios indicados, prevalecem as exigências mais rigorosas em todos os casos.
- 4.1.6 O projeto, componentes empregados, fabricação e acabamento devem incorporar, tanto quanto possível, as mais recentes técnicas, mesmo que tais condições não sejam mencionadas explicitamente nesta Especificação.
- 4.1.7 A vencedora do processo aquisitivo somente poderá assinar o Contrato de Fornecimento depois de avaliada tecnicamente quanto à sua capacidade de atender às normas e códigos exigidos nesta Especificação Técnica através do seu processo de assegurar o controle da qualidade e a garantia da qualidade, além de avaliar a sua capacidade fabril. Ainda deverá demonstrar através do histórico de fornecimento o comprometimento com os prazos de entrega conforme estabelecidos em contrato.
- 4.1.8 A vencedora deverá demonstrar que audita seus fornecedores em relação aos seus processos de gerenciamento de controle e garantia da qualidade de uma sistemática recomendada pela norma ISO 9001 ou equivalente, desde que aprovada pela CONTRATANTE.

## **4.2 Garantia**

- 4.2.1 A CONTRATADA deve dar garantia de 24 (vinte e quatro) meses, a partir da data de entrega no local especificado no Pedido de Compra, ou 18 (dezoito) meses a partir da data de entrada em operação, prevalecendo o que ocorrer primeiro, contra qualquer defeito de projeto, material ou fabricação do equipamento ofertado. Se necessário, deverá substituir os equipamentos sem ônus para a CONTRATANTE;
- 4.2.2 Em caso de devolução dos equipamentos para reparo ou substituição, dentro do período de garantia, todos os custos de material e transporte, bem como as despesas para a retirada das peças com deficiência, para a inspeção, para a entrega e para a instalação dos equipamentos novos ou reparados, serão de responsabilidade exclusiva do fornecedor.
- 4.2.3 Independentemente do prazo de garantia estar ou não vencido, o fabricante deve promover, sem ônus para a CONTRATANTE, a substituição e correção dos equipamentos e materiais devido a falhas de projeto verificadas posteriormente ao recebimento, mesmo que tais problemas tenham se manifestado em ambiente de operação da CONTRATANTE.
- 4.2.4 Quando for substituído ou reparado qualquer componente ou acessório dentro do prazo de garantia, uma das três possibilidades seguintes para a extensão da garantia do equipamento deverá ser considerada:
  - a) Se o defeito no componente ou acessório não implicar em indisponibilidade do equipamento, nem a substituição afetar o funcionamento de outras partes, nem comprometer a integridade do equipamento, somente a garantia do componente ou acessório deverá ser renovada por mais 18 meses contados a partir da nova entrada em operação;



- b) Se o defeito no componente ou acessório implicar em indisponibilidade do equipamento, mas a substituição não afetar o funcionamento de outras partes, nem comprometer a integridade do equipamento, a garantia do componente ou acessório deverá ser renovada por mais 18 meses contados a partir da nova entrada em operação e a garantia do equipamento deverá ser estendida por um período igual ao da indisponibilidade verificada;
- c) Se o defeito no componente ou acessório implicar em indisponibilidade do equipamento, e a substituição afetar o funcionamento de outras partes ou, de alguma forma, comprometer a integridade do equipamento, a garantia deverá ser renovada para todo o equipamento por mais 18 meses contados a partir da nova entrada em operação.

4.2.5 No caso de indisponibilidade por defeito, dentro do período de garantia após a entrada em operação do equipamento, essa garantia deve ser estendida, aos componentes ou a todo o equipamento por um período igual ao da indisponibilidade verificada.

4.2.6 Todas as extensões de garantia previstas anteriormente não devem implicar em ônus para a Contratante.

4.2.7 A CONTRATADA deverá informar todas as condições da garantia do transformador no “databook” do mesmo.

### **4.3 Requisitos da Garantia da Qualidade**

Os itens ou item objeto desta especificação devem ser fabricados dentro de um sistema da qualidade. O proponente deve atender a uma das seguintes situações abaixo:

Apresentar documento, comprometendo-se a implementar um sistema da qualidade específico para a fabricação dos itens deste fornecimento. Esse sistema da qualidade deverá estar regulamentado em um plano da qualidade a ser avaliado e aceito pela contratante antes do início da fabricação.

Apresentar documento, comprometendo-se a implementar um sistema da qualidade antes do início da fabricação. Esse sistema da qualidade deve ser baseado na norma NBR ISO 9001, e deverá ser avaliado e aceito pela contratante antes do início da fabricação.

Apresentar documento declarando já possuir implementado um sistema da qualidade baseado na norma NBR ISO 9001, o qual deverá ser avaliado e aceito pela contratante antes do início da fabricação.

A contratada deverá ser avaliada quanto à sua capacidade fabril ou capacidade de fornecer serviços técnicos de engenharia conforme solicitados no termo de referência, em conformidade com as especificações técnicas, normas e códigos aplicáveis, devendo ser aprovada e aceita pela contratante antes do início da fabricação.

Notas:

i) no caso de o proponente apresentar cópia de certificado emitido por Órgão certificador aceito pela contratante, comprovando possuir já implantado, para a fabricação dos itens deste fornecimento, um sistema da qualidade baseado na norma NBR ISO 9001, esse sistema, a critério da contratante, poderá ser dispensado de avaliação pela contratante.



(ii) o fornecimento poderá ser executado por distribuidor ou representante de um fabricante. Nesse caso, o atendimento às alternativas acima, no que se refere à implementação de um sistema da qualidade, aplica-se ao fabricante.

Durante todo o período de fornecimento, o fabricante deverá manter válida a aceitação do seu sistema da qualidade pela contratante.

Caso o fabricante não seja a empresa contratada, cabe a esta garantir que o fabricante mantenha válida a aceitação do seu sistema da qualidade pela contratante.

A não obtenção, pelo fabricante, da aceitação do seu sistema da qualidade pela contratante implicará na rescisão do contrato.

A verificação da continuidade da aplicação do sistema da qualidade pelo fabricante será efetuada pela contratante através de auditorias de sistema da qualidade.

Os custos inerentes ao processo de aceitação do sistema da qualidade pela CONTRATANTE serão arcados da seguinte forma:

No caso de fabricante nacional:

a) Serão de responsabilidade da contratante os custos do seu próprio pessoal ou do pessoal por ela delegado;

b) Serão de responsabilidade da contratada, todos os custos referentes ao seu pessoal e à compra e/ou locação de equipamentos, instalações e serviços necessários à implantação do sistema da qualidade a ser aceito pela CONTRATANTE.

No caso de fabricante estrangeiro:

a) Serão de responsabilidade da contratada, todos os custos referentes ao seu pessoal e à compra e/ou locação de equipamentos, instalações e serviços necessários à implantação do sistema da qualidade a ser aceito pela contratante, bem como todos os custos do pessoal destas empresas, ou do pessoal por ela delegado para a realização da avaliação do sistema da qualidade do fabricante.

#### **4.4 Avaliação de perdas e penalidades**

##### **4.4.1 Avaliação de perdas**

Para fins de avaliação de perdas e comparação de propostas, a Contratante poderá a seu critério utilizar os resultados encontrados pela aplicação da seguinte fórmula:

$$C = K1 K2 Fu (PF + F1 Pc) + K1 K3 Fu (PF + F2 Pc)$$

Onde:

C = custo das perdas em reais.

K1 = taxa do dólar na data da abertura da PROPOSTA.

K2 = 2759 US\$/KWh ( custo atual de substituição, em dólar, no acréscimo do carregamento médio correspondente a um kWh/h, durante vinte anos).

K3 = 426 US\$/kW ( custo atual de substituição, em dólar, de um kW de ponta, durante vinte anos)



$F1 = 0,101$  ( fator de perda referente ao carregamento médio).

$F2 = 0,239$  ( fator de perda referente ao carregamento de ponta).

PF = perda no ferro, á tensão nominal (KW).

PC = perda no cobre, á corrente nominal (kW).

$Fu = 0,8$  – fator de utilização

#### 4.4.2 Penalidades por desempenho inferior ao garantido

##### 4.4.2.1 Perdas

Caso as perdas no cobre ou no ferro (separadamente) medidas em cada unidade ensaiada, excedam os valores garantidos na proposta, a Contratante se reserva o direito de rejeitar ou não o equipamento.

As perdas totais do transformador (ferro + cobre) não deverão exceder o valor de 2,2% da sua potência nominal em ONAF, na derivação mais crítica.

Caso a Contratante opte por receber o equipamento, mesmo que ele apresente perdas superiores ao especificado nesta Especificação ou o especificado na proposta, o Fornecedor pagará à Contratante multa equivalente á perdas em excesso calculada pela fórmula do item 4.4.1, acrescida de multa de 20% e dos reajustes de preço, quando houver, para cada unidade.

Em nenhuma hipótese a Contratante premiará o fornecedor por perdas inferiores às garantidas.

##### 4.4.2.2 Elevação de Temperatura

Caso a elevação de temperatura medida do equipamento seja maior que a elevação de temperatura especificada, reduzindo a potência nominal abaixo do valor garantido, a Contratante reserva-se o direito de rejeitar o equipamento.

A Contratante poderá, contudo, aceitar o equipamento desde que a redução da capacidade não seja 5% do valor nominal especificado.

Neste caso, o fornecedor deverá pagar a Contratante uma compensação financeira pela redução de potência de 2% (dois por cento) do preço cotado da unidade para cada 1% (um por cento) ou fração, da perda de capacidade nominal.

A penalidade acima aplicar-se-á a todos os equipamentos ainda que o teste tenha sido realizado em uma única unidade.

Caso o fornecedor queira realizar os ensaios em outros equipamentos, estes serão feitos ás expensas do fornecedor e sua realização em hipótese nenhuma poderá dar razão para alterações nos prazos da entrega contratual.

## 5 Condições específicas

As quantidades, tipos, principais características e empresas usuárias finais dos transformadores de potência a serem fornecidas estão no anexo G dessa Especificação.



### **5.1 Estabilidade**

Os transformadores devem possuir equilíbrio estável, cheios ou sem óleo isolante, quando inclinados de até 15 graus.

### **5.2 Nível de isolamento**

Os transformadores devem ter nível de isolamento conforme indicado na Tabela 1.

### **5.3 Curto-circuito**

Os transformadores devem suportar os efeitos mecânicos e térmicos de sobrecorrentes causadas por curto-circuito nos terminais externos de qualquer um de seus enrolamentos, conforme exigido na ABNT NBR 5356. Quando não forem fornecidas as impedâncias do sistema, os transformadores devem ser considerados como ligados a barras infinitas.

### **5.4 Carregamento**

Os transformadores devem possuir características de 65 °C sob carga nominal, conforme a NBR 5416. Todos os equipamentos auxiliares do transformador, tais como buchas, comutadores de derivação, TCs de bucha e outros devem estar dimensionados para suportar, no mínimo, 1,5 vezes as condições de carga nominal do transformador, na potência ONAF.

### **5.5 Sobretensões**

Os transformadores devem admitir sobretensões em qualquer derivação, em conformidade com a ABNT NBR 5356.



## 5.6 Condições para transporte

- 5.6.1 Os transformadores cuja peça mais pesada para transporte com óleo não tenha massa superior a 55 toneladas devem ser transportados com óleo cobrindo totalmente a parte ativa. O espaço restante deve ser preenchido com nitrogênio ou ar sintético super seco com teor de umidade igual ou inferior a 5 ppm.
- 5.6.2 Os transformadores com peso para transporte superior a 55 toneladas, com largura máxima total superior a 3000 mm e com distância da linha de centro de massa até a cota mais externa superior a 1500 mm devem ter essa condição claramente destacada na proposta juntamente com uma sugestão para a modalidade de transporte, com ou sem óleo isolante. Essa sugestão deve incluir o tipo de carreta a ser preferencialmente utilizada.
- 5.6.3 Os transformadores cuja peça mais pesada para transporte tenha massa superior a 55 toneladas quando cheia de óleo, devem ser transportados pressurizados por nitrogênio, ou ar sintético super seco, com teor de umidade igual ou inferior a 5 ppm, de forma a manter sempre que possível, os limites de 5.6.2.
- 5.6.4 O fabricante deve instalar, junto ao corpo do transformador, uma placa de advertência temporária com as informações sobre o tipo do gás utilizado na pressurização. Esse gás deverá sempre apresentar pressurização positiva.
- 5.6.5 NOTA: Os transformadores que, obrigatoriamente, necessitarem da entrada de pessoas no seu interior para a realização de serviços de montagem devem ser despachados pressurizados com ar sintético super seco.
- 5.6.6 Todas as caixas de concentração de terminais, caixas de acionamento motorizado e similares devem ser fornecidas com sacos de sílica-gel no seu interior. Essa condição deve ser mantida durante o transporte e os períodos de armazenagem. Caso a presença desses volumes de sílica possa acarretar algum risco para o equipamento durante a operação, o fabricante deve indicar claramente no Manual de Instruções a retirada obrigatória dos mesmos antes da energização do transformador.
- 5.6.7 Quando do embarque para entrega, os transformadores deverão ser lacrados com pintura em todos os registros superiores e inferiores.

## 5.7 Operação remota e telecomando

- 5.7.1 Os projetos dos transformadores devem prever dispositivos que permitam telessupervisão e telecomando por meio de unidade terminal remota (UTR) já existente ou a ser implementada na subestação. As principais funções a serem telecomandadas ou telessupervisionadas são:
- a) temperatura do óleo e do enrolamento no transformador, na Casa de Controle e remotamente em outra SE, via UTR;
  - b) posição do Comutador de Derivação em Carga (CDC) no transformador, com sinal digitalizado na Casa de Controle e remotamente em outra SE (apenas para transformadores reguladores);
  - c) comando da refrigeração forçada local no transformador e remotamente, via UTR, conforme a Figura 10;



- d) comando do CDC (seleção manual-automático) local no transformador e remotamente, (apenas para transformadores reguladores);
  - e) seleção da operação em paralelo (mestre – individual - comandado) local no transformador e remotamente via UTR (apenas para transformadores reguladores).
- 5.7.2 Deverão ser incluídos no fornecimento contadores bi-estáveis, sensores e transdutores com corrente de saída de 0 a 1 mA, ou outros dispositivos similares, desde que previamente aprovados pela Contratante, que permitam o telecomando e a telessupervisão como acima indicado.
- 5.7.3 NOTAS:
- 1) Os projetos dos transformadores de menor porte, com potência nominal inferior a 12,5 MVA, sem CDC, devem prever somente telessupervisão de temperatura do óleo e do enrolamento, conforme 5.7.1, alínea a.
  - 2) Os transformadores devem possuir similaridade com unidades já existentes no sistema elétrico da Contratante, construídas conforme o projeto básico de transformadores telecomandados e telessupervisionados. A documentação desse projeto básico estará à disposição do eventual vencedor da Concorrência.

## 6 Características construtivas

### 6.1 Enrolamentos

#### 6.1.1 Identificação dos terminais

Todos os terminais dos enrolamentos devem ser indelevelmente identificados. Essa identificação deve ser resistente à ação do óleo isolante à temperatura de 105°C.

#### 6.1.2 Reconexões

6.1.2.1 Os terminais dos enrolamentos de tensão nominal igual ou inferior a 138 kV que possam ser ligados em série e em paralelo devem ser levados a painéis de reconexões. Excetuam-se os terminais correspondentes às buchas, aos CDC e aos comutadores de derivação sem tensão (CDST). As placas dos painéis de reconexões, de material isolante, devem estar localizadas acima do nível mínimo de óleo que mantenha os enrolamentos imersos, e em tal posição que as reconexões possam ser feitas através das aberturas de visita ou de inspeção, com o mínimo rebaixamento possível do óleo, mas com os enrolamentos ainda imersos.

6.1.2.2 As ligações aos comutadores de derivação e às placas de terminais podem ser feitas com conexões do tipo grampo ou aparafusadas, com dispositivos que impeçam o seu afrouxamento devido às vibrações. Todas as outras conexões devem ser feitas com solda forte ou por compressão.

NOTA: Não serão aceitas conexões feitas com solda branca.

6.1.2.3 Caso sejam requisitados transformadores com enrolamento de alta tensão reconectáveis em série e em paralelo, indicados no anexo G dessa especificação, os mesmos devem possuir uma chave série paralelo manobrável externamente, através de volante situado no exterior do tanque, preferencialmente próximo do acionamento do comutador de derivações sem tensão. Os comutadores de



derivações sem tensão desses transformadores devem ser dimensionados para a relação 69 (- 4x 2,5% +1 x 2,5%) kV. Quando ligados em 34,5 kV admite-se uma relação diferente mas o mais próxima possível de 34,5 (- 4x 2,5% +1 x 2,5%) kV.

### 6.1.3 Proteção contra sobretensões

6.1.3.1 A suportabilidade do equipamento para as sobretensões definidas na ABNT NBR 5356 deve comprovada através de ensaios ou outros métodos previamente aprovados pela Contratante.

6.1.3.2 A Contratante deverá receber, preferencialmente em meio eletrônico, todos os relatórios relativos ao estudo citado em 6.1.3.1, bem como o(s) modelo(s) utilizado(s) para obtenção dos valores de sobretensão.

### 6.1.4 Medição em resposta de frequência

6.1.5 Para todos os transformadores com tensão nominal igual ou superior a 230 kV, o fornecedor deve enviar, junto com o relatório de ensaios do transformador, os resultados da medição em resposta de frequência que deve ser realizada na faixa de até 1 (um) MHz, em todos os terminais do equipamento e em todas as posições extremas do comutador. Para transformadores com tensão nominal inferior a 230 kV, o fornecimento desses resultados é opcional.

### 6.1.6 Papel isolante

6.1.6.1 O papel isolante deve ser termo-estabilizado, obtido pela adição de diciano diamida ou outro composto nitrogenado equivalente.

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

6.1.6.3 Após a conclusão de todos os ensaios do equipamento, e antes do seu embarque, o fabricante deve realizar a medição do grau de polimerização do papel isolante devendo os resultados ser fornecidos juntamente com o relatório de ensaios do transformador.

## 6.2 Núcleo

6.2.1 Todos os elementos de fixação do núcleo devem ser projetados de maneira a minimizar as correntes parasitas.

6.2.2 Os elementos metálicos passantes através do núcleo, caso existam, devem ter isolamento, no mínimo, para 500 V da classe A (105°C), resistente ao óleo isolante.

6.2.3 O núcleo deve ter olhais ou ganchos para o içamento da parte ativa do transformador.



6.2.4 Os núcleos dos transformadores devem ser aterrados em um único ponto. No caso de transformadores de tensão nominal igual ou superior a 138 kV, o núcleo deve ser aterrado externamente através de uma bucha conforme a Figura 1.

### 6.3 Tanque, conservador e acessórios

6.3.1 O tanque e os radiadores dos transformadores de potência nominal igual ou superior a 5 MVA devem suportar, sem apresentar deformação permanente superior a 5 mm, os esforços decorrentes do enchimento a vácuo no campo e pressões internas 25% superiores às pressões máximas de serviço. O fornecedor deve indicar no Anexo A as pressões máximas de serviço para as quais o transformador foi projetado e descrever os métodos propostos para comprovação da suportabilidade ao vácuo e às sobrepensões. Quaisquer compartimentos auxiliares, quando não projetados para enchimento a vácuo, devem ser claramente assinalados pelo fornecedor na proposta, devendo ser previstas válvulas isoladoras para os mesmos.

6.3.2 Todos os transformadores devem ter uma ou mais aberturas para inspeção ou visita, com tampas aparafusadas, de preferência sobre a tampa do tanque, em locais que permitam acesso ao interior do transformador, com dimensões mínimas indicadas na Tabela apresentada a seguir. Para os transformadores que possuam abertura de visita e que não tenham previsão para religações ou que tenham reconexões que possam ser feitas através das aberturas de visita, as aberturas para inspeção podem ser dispensadas ou ter dimensões reduzidas, se houver limitação de espaço na tampa do tanque.

Tipo da abertura	Abertura de inspeção (todas as potências)	Abertura de visita (potência 20 MVA)
Circular (diâmetro)	250 mm	400 mm
Retangular (lados) ou elíptica (eixos)	150mm x 350 mm	300mm x 500 mm



- 6.3.3 Para o estabelecimento de vácuo o fabricante deverá equipar os transformadores com dispositivos adequadamente dimensionados ao volume de óleo de cada transformador e ao vácuo suportado por cada tipo de tanque. Esses dispositivos devem ser posicionados sobre o tanque e tampa de modo a facilitar e tornar seguro o estabelecimento e a quebra de vácuo necessário ao enchimento dos transformadores.
- 6.3.4 Todas as aberturas na tampa do tanque devem ser providas de ressalto que impeçam o acúmulo de água junto à superfície de vedação. As uniões providas de juntas devem ter dispositivos que impeçam a danificação das juntas por aperto excessivo.
- 6.3.5 Os tanques devem possuir dispositivos que permitam que o transformador completo (incluído o líquido isolante) seja puxado segundo seus eixos principais ou levantado por meio de cabos, correntes ou macacos. Quando forem utilizados olhais, os mesmos devem ser dimensionados para acomodar cabos de diâmetro superior a 50 mm<sup>2</sup>, tendo que ser compatível com seu peso. Os eixos principais XX' e YY' e a localização dos apoios para macacos estão indicados nas Figuras 2 e 3.
- 6.3.6 Nos desenhos de dimensões externas e dimensões para transporte devem estar cotados, preferencialmente nas quatro vistas, mas pelo menos em uma vista frontal e uma lateral, as cotas dos seguintes dispositivos:
- olhais para arraste;
  - pontos de apoio para macacos de levantamento;
  - ganchos ou olhais para içamento.
- 6.3.7 Os apoios para macacos devem estar localizados preferencialmente em posição simétrica em relação ao centro de gravidade da peça mais pesada para transporte e ter altura mínima de:
- 400 mm para transformadores com peso total até 30 toneladas;
  - 550 mm para transformadores com peso total acima de 30 toneladas.
- NOTA: Adicionalmente, o fabricante deve prever, nas junções das faces laterais menores com a face inferior (base do tanque), pontos de apoio ou reforços dimensionados adequadamente para a utilização de macacos auxiliares.
- 6.3.8 Os transformadores devem ter base apropriada para:
- arraste sobre trilhos engraxados ou sobre roletes sobre chapas e vigas segundo seus eixos XX' e YY' (Figuras 2 e 3) durante o transporte;
  - apoio permanente e arraste segundo seus eixos longitudinal e transversal sobre fundação constituída por dois dormentes de concreto, separados por uma distância de 1435 mm eixo a eixo e de comprimento adequado a suportar o peso do transformador completamente montado;
  - Os transformadores devem ser acompanhados de respectivas rodas para movimentação em trilhos.



- 6.3.9 Em todas as faces do tanque, exceto na base, deve haver marcação destacada do centro de gravidade e do centro geométrico relativo à parte mais pesada para transporte.
- 6.3.10 O tanque deve ter guias em seu interior que facilitem a retirada e a colocação da parte ativa do transformador e espaço suficiente entre a parte inferior dos enrolamentos e o fundo, para deposição de resíduos.
- 6.3.11 Os tanques dos transformadores reguladores devem possuir um ou mais compartimentos para a chave comutadora. Esses compartimentos devem:
- a) ser projetados e construídos de maneira que durante o funcionamento do equipamento não exista qualquer possibilidade de mistura de óleo ou gases contidos nesses compartimentos, com os contidos no tanque principal;
  - b) possuir relés de surto de pressão conforme descritos nessa especificação;
  - c) possuir tampa que possa ser retirada sem a necessidade de retirar a tampa do tanque principal.
- 6.3.12 A fixação de aparelhos destinados a monitoração de fatores de influência que possam comprometer a integridade física do corpo do transformador, tais como registradores de impacto, medidores de pressão interna, etc, deve ser efetuada de forma a não prejudicar a amarração e o travamento do transformador ao veículo transportador. Esses acessórios devem ser preferencialmente instalados sobre a face superior do tanque do transformador sem acréscimo na altura máxima de transporte.

#### **6.4 Conexão dos enrolamentos, polaridade e deslocamento angular**

- 6.4.1 Os transformadores devem ter ligação Dyn1, conforme a ABNT NBR 5356 (alta tensão ligada em triângulo, baixa tensão ligada em estrela com o neutro acessível, deslocamento entre AT e BT de trinta graus elétricos, com a BT atrasada em relação à AT no sentido anti-horário).

#### **6.5 Proteção contra corrosão**

- 6.5.1 A proteção anti-corrosiva e a pintura de acabamento dos transformadores devem ser tais que permitam a operação dos transformadores sob o clima típico do Norte do Brasil (clima tropical úmido, com intenso regime de chuvas e altas temperaturas) e também sob o clima típico do Nordeste do Brasil (clima semi-árido com altas temperaturas e secas freqüentes ou clima do litoral do nordeste brasileiro, sujeito a intensa névoa salina).
- 6.5.2 Os esquemas de pintura e proteção anti-corrosiva propostos devem ser apresentados nas respectivas propostas e estarão sujeitos à análise e aprovação por parte da Contratante durante o período de aprovação de documentação técnica.
- 6.5.3 A pintura de acabamento deve ser nas seguintes cores:
- a) branca Munsell N9.5 para os interiores do tanque e do conservador;
  - b) cinza claro Munsell N6.5 para as superfícies externas;



- c) cinza claro Munsell N6.5 ou branca Munsell N9.5 para o interior das caixas metálicas.
  - d) A espessura da tinta deve ser superior a 100 micras.
- 6.5.4 A superfície interna do tanque, conservadores, radiadores e acessórios (onde aplicável), devem ser protegidas contra corrosão por meio de pintura resistente ao óleo isolante. A proteção das superfícies externas dos radiadores deverá ser feita por zincagem por imersão a quente.
- 6.5.5 Deve ser fornecido 01 (um) galão de tinta pela CONTRATADA por transformador, na cor final do tanque, para efetuar retoques de pintura avariada durante o transporte.
- 6.5.6 Os radiadores, tanque de expansão, caixa de comandos auxiliares, grades de proteção dos ventiladores e partes não pintadas dos transformadores deverão ser zincadas a quente.

## 7 Materiais

### 7.1 Geral

- 7.1.1 Todos os materiais construtivos em contato com o óleo isolante devem ser compatíveis com o mesmo, conforme a ASTM D 3455, considerando as seguintes relações:
- a) para borracha do diafragma do conservador: 52 cm<sup>2</sup> de área superficial para 800 ml de óleo;
  - b) para vernizes, tintas e outros materiais usados em revestimentos: 1300 cm<sup>2</sup> de área superficial para 800 ml de óleo;
  - c) para juntas e vedações: 65 cm<sup>2</sup> de área superficial para 800 ml de óleo.
- 7.1.2 Após o ensaio de compatibilidade, as propriedades do óleo da prova em branco (sem corpos-de-prova) e do óleo com os corpos-de-prova devem ser as seguintes:
- a) tensão interfacial a 25 °C (mínimo): 38 mN/m;
  - b) índice de neutralização (aumento máximo): 0,03 mg KOH/g;
  - c) rigidez dielétrica (mínimo): 28 kV/2,54 mm;
  - d) fator de potência a 100 °C (máximo): 1,10 %;
  - e) cor (máxima variação): 0,5.



## 7.2 Óleo isolante

7.2.1 Salvo indicação contrária no Edital de Licitação e confirmação no Pedido de Compra, o fornecimento do transformador inclui o do óleo isolante.

7.2.2 O óleo isolante utilizado pelo fornecedor para a execução de ensaios de recebimento deve atender às exigências da Resolução ANP nº 25/2005 e do seu Regulamento Técnico nº 4/2005. Deve também atender às características da Tabelas 4 e 5 dessa Especificação e não conter enxofre corrosivo nem apassivadores de enxofre corrosivo em quantidades detectáveis pela Norma ABNT e IEC aplicáveis.

7.2.3 Por ocasião da entrega, o óleo isolante de base naftênica ou parafínica deve atender às exigências da Resolução ANP nº 25/2005 e do seu Regulamento Técnico nº 4/2005, quer seja fornecido no transformador ou fora dele.

7.2.4 O óleo de base naftênica é considerado preferencial para equipamentos de tensão nominal igual a 138 kV. O óleo de base parafínica é aceitável para equipamentos de tensão nominal inferior a 138 kV.

## 7.3 Juntas e anéis de vedação

As juntas e anéis de vedação devem ser de elastômero compatível com a classe dos materiais isolantes do transformador e resistentes à ação da umidade, dos raios solares e do óleo isolante quente de acordo com a ASTM D 2000. Além disso, o material deve ser compatível com o óleo isolante, atendendo os requisitos da ASTM D 3455.

## 8 Acessórios

Os transformadores devem possuir todos os acessórios indicados na ABNT NBR 5356, além de outros acessórios não explicitamente citados naquela Norma mas que sejam necessários para transporte, armazenagem, montagem, operação e manutenção dos transformadores, de acordo com esta especificação. A disposição recomendada para as buchas e demais acessórios é aquela indicada nas Figuras 2 e 3.

### 8.1 Blocos e conectores de aterramento

8.1.1 Os tanques devem possuir dois blocos para aterramento conforme a Figura 8, soldados na sua parte inferior.

8.1.2 Quando o transformador possuir bucha de neutro, próximo a ela deve ser soldado um bloco para aterramento conforme a Figura 8.

8.1.3 Juntamente com os transformadores devem ser fornecidos conectores (em número igual ao de blocos de aterramento) com os respectivos parafusos. Esses conectores devem ser de cobre ou liga de cobre, próprios para cabos de cobre de seção nominal entre 35 mm<sup>2</sup> e 120 mm<sup>2</sup>.

### 8.2 Buchas e conectores terminais

8.2.1 Todas as buchas deverão ser fornecidas com centelhadores.

8.2.2 Deverão ser fornecidos, para as buchas de AT, conectores adequados para receberem cabos de alumínio ou cobre do tipo pino liso, que tenham um range



mínimo para o cabo 336,4 MCM(CA) até um cabo que atenda a máxima potência do transformador.

- 8.2.3 Deverão ser fornecidos, para as buchas de BT, conectores adequados para receberem cabos de alumínio ou cobre do tipo pino rosqueável, que tenham um range mínimo para o cabo 336,4 MCM(CA) até um cabo que atenda a máxima potência do transformador.
- 8.2.4 As buchas dos transformadores devem estar de acordo com a especificação ABNT-NBR 5034 – Buchas para tensões alternadas superiores a 1 kV.
- 8.2.5 As buchas devem ser colocadas preferencialmente sobre a tampa do transformador. A disposição relativa deve ser obrigatoriamente a indicada nas Figuras 2 e 3.
- 8.2.6 As distâncias mínimas entre as partes vivas das buchas de 13,8 kV, 34,5 kV e 69 kV, devem ser de 300 mm, 400 mm, 500 mm e 650 mm, respectivamente.
- 8.2.7 As buchas de AT e BT dos transformadores devem ser fornecidas com os respectivos conectores terminais. Caso não seja especificado de forma diferente nessa Especificação, na Licitação ou no Pedido de Compra os conectores devem ser do tipo pino liso – barra. A chapa de conexão do conector deve ter furação de acordo com o padrão NEMA (4 ou 6 furos, de acordo com a corrente passante pela bucha).

### **8.3 Comutador de derivações sem tensão (CDST)**

- 8.3.1 As posições do comutador devem ser numeradas a partir de 1, pela ordem decrescente das tensões nominais das derivações. A indicação da posição deve ser facilmente legível de dia, por um observador situado no plano de apoio do transformador e a uma distância de 2 m. Também se deve incluir indicação com seta, informando o sentido de aumento ou redução dos TAPs.
- 8.3.2 As marcações das derivações do comutador deverão ser feitas de forma indelével.
- 8.3.3 O mecanismo de operação do comutador deve ser o mais simples e direto possível, devendo o acionamento manual ser feito através de volante ou manivela fixada numa altura acessível do solo, na parede lateral do tanque, conforme indicado nas Figuras 2 e 3. O volante ou manivela deve possuir proteção mecânica. Deve ser previsto um dispositivo (cadeado ou similar) que permita trancar o mecanismo de acionamento em qualquer posição.
- 8.3.4 Deverá ser fornecido um dispositivo provido de contato auxiliar, para desligamento dos disjuntores associados ao equipamento quando do acionamento indevido da alavanca de acionamento manual do comutador.
- 8.3.5 Em transformadores com um comutador e uma chave de reconexão série-paralelo, os volantes ou manivelas devem, sempre que possível, ser fixados na mesma parede do tanque.
- 8.3.6 Acima de cada volante ou manivela ou, alternativamente, na parte frontal do mecanismo de acionamento do CDST, deve ser fixada uma placa de aço inoxidável ou alumínio anodizado, com os seguintes dizeres:

**"OPERAR SOMENTE COM O TRANSFORMADOR DESENERGIZADO"**



8.3.7 A operação do comutador deve ser simultânea e sincronizada para as três fases.

#### **8.4 Comutador de derivações em carga (CDC)**

8.4.1 Salvo indicação em contrário no Edital de Licitação e confirmação no Pedido de Compra, os CDC devem atender às prescrições da NBR 8667 e possuir de 25 posições distribuídas em relação à posição central na relação de menos 20 % e mais 10% da tensão nominal do transformador. As tensões correspondentes às posições extremas do comutador devem ser iguais a 80% e a 110% da tensão nominal do transformador, correspondendo à posição nº 1 àquela correspondente ao máximo número de espiras.

8.4.2 Todos os desenhos técnicos descritivos do sistema de controle do CDC e do paralelismo dos transformadores a serem fornecidos com os transformadores já existentes no sistema elétrico da Contratante estão sujeitos a análise e aprovação da Contratante.

8.4.3 Os mecanismos dos CDC devem ter:

a) volante ou manivela destacável, para operação manual, com local apropriado para guardá-lo. O circuito de alimentação do motor de acionamento do CDC e o circuito de controle devem ser automaticamente interrompidos quando a manivela for colocada para manobra manual, de forma que a manivela não possa ser arrastada pelo eixo em movimento;

b) dispositivo que acione chaves elétricas de fim de curso que impeça que as posições extremas sejam ultrapassadas;

c) um dispositivo mecânico (tipo embreagem, mecanismo de desacoplamento ou similares) que atue no caso de falha das chaves elétricas de fim de curso. Não serão aceitos batentes fim de curso que, caso atingidos, causem deformações permanentes em qualquer peça de acionamento (exceto partes propositalmente enfraquecidas e de fácil reposição);

d) indicador local de posições colocado de maneira a ser lido facilmente pelo operador que esteja executando operação manual com acionamento através do motor, ou atuando diretamente no volante ou manivela. As marcações das derivações do comutador deverão ser feitas de forma indelével;

e) um contador de operações;

f) um contato para cada uma das posições extremas, com capacidade mínima de interrupção de 0,5 A resistivo em 125 Vcc, disponível para utilização pela Contratante. O contato deve se fechar quando a posição extrema for atingida;

g) relé de seqüência de fases ou dispositivo equivalente que bloqueie a operação do CDC em caso de seqüência de fase invertida;

h) chave seletora para comando local ou remoto, no próprio transformador;

i) dispositivo para comando "elevar" ou "diminuir" posições, no próprio mecanismo de acionamento;

j) chaves que permitam selecionar entre operação automática ou manual, com acionamento motorizado;

k) contatores para reverter o sentido de rotação do motor;

l) dispositivo para comando passo a passo;



- m) proteção termomagnética por disjuntores que atendam às Normas ABNT de disjuntores termomagnéticos de baixa tensão em caixa moldada, independentes para o motor e para os circuitos de controle, iluminação e força;
- n) circuito de aquecimento composto por resistências blindadas, alimentadas em 127 Vca, fase/neutro, 60 Hz, comandadas por meio de termostato regulável entre 10°C e 40°C e por interruptor manual. No caso dos transformadores para a Eletrobras Distribuição Piauí e para a Eletrobras Distribuição Alagoas essa tensão deve ser de 220 Vca, fase/neutro, 60 Hz.
- o) dispositivo para indicação remota de posições, tipo potenciométrico;
- p) dispositivo para controle do paralelismo par-ímpar;
- q) grau de proteção do alojamento IP54 conforme a NBR 6146;
- r) fundo removível para entrada de cabos da Contratante. Os fundos das caixas devem ser feitos divididos em duas partes removíveis;
- s) meios para utilização de cadeado na porta ou porta com fechadura própria;
- t) contatos para sinalização remota de:
  - motor em marcha;
  - disjuntor desarmado;
- u) localização conforme as Figuras 2 e 3;
- v) circuito de iluminação composto por suporte para lâmpadas incandescentes com rosca padrão ABNT Edison E27, comandada por interruptor manual e pela abertura da porta da cabine do acionamento motorizado.

#### 8.4.4 O relé regulador de tensão deve possuir:

- a) tensão de alimentação nominal 115 Vca, 60 Hz. No caso dos transformadores para a Eletrobras Distribuição Piauí e para a Eletrobras Distribuição Alagoas essa tensão deve ser de 220 Vca, fase / neutro, 60 Hz.
- b) possibilidade de ajuste externo da tensão de referência variando de, pelo menos, 105 V a 130 V, 60 Hz (sinal vindo do TP de referência).
- c) ajuste da faixa de insensibilidade entre  $\pm 0,6\%$  e  $\pm 3\%$  da tensão de referência;
- d) temporização da resposta linear e inversa no mínimo entre 15 s e 120 s;
- e) dispositivo para compensação de queda de tensão na linha comandada pela variação da corrente de alimentação das cargas;
- f) bloqueio por sub-tensão ajustável entre 70 % e 90 % da tensão de referência;
- g) classe de precisão 1 (erro máximo no valor da tensão regulada de 1%);
- h) alimentação por transformador de corrente (TC) de bucha instalado na fase 1 e por transformador de potencial (TP), fornecido pela Contratante, instalado entre a fase 1 e o neutro;
- i) terminais acessíveis para medição da tensão secundária regulada, por voltímetro a ser fornecido pela Contratante.
- j) O Contratante deverá levar em conta, no caso de transformadores reguladores, as unidades já existentes nos sistemas das Contratantes ao dimensionar os circuitos de paralelismo dos transformadores a serem fornecidos.



- 8.4.5 O equipamento de controle do CDC deve possibilitar a instalação de uma chave para transferência do comando manual com acionamento motorizado para uma chave ou conjunto de botões de controle localizada na casa de controle da subestação.
- 8.4.6 Quando especificado no Edital de Licitação e confirmado no Pedido de Compra, devem ser fornecidos com dispositivos que permitam a sincronização com os equipamentos de controle dos CDC de outros transformadores reguladores com os quais venha a operar em paralelo.
- 8.4.7 Os seguintes dispositivos devem ser fornecidos para instalação na sala de controle da SE:
- um indicador de posições remoto;
  - uma chave de comando ou botoeira "Elevar - Diminuir";
  - uma chave seletora "Manual - Automático";
  - uma lâmpada de sinalização fora-de-degrau.
- 8.4.8 Todos os dispositivos de controle, com exceção dos mencionados em 8.4.7 e incluindo os de 8.4.6, devem ser agrupados numa mesma caixa metálica construída de acordo com a seção 8.5.2, localizada como indicado nas Figuras 2 e 3 e que tenha:
- as mesmas características e acessórios exigidos em 8.4.3, alíneas *n*, *q*, *r*, *s*, *v*;
  - tomada monofásica com isolamento para 600 V;
  - uma chapa de aço inox gravada em baixo relevo dos diagramas de fiação dos equipamentos de controle do comutador, fixada na porta da caixa de controle do equipamento.

## **8.5 Fiação e caixa com bornes conectores de passagem**

- 8.5.1 A fiação de baixa tensão deve:
- ser efetuada com cabos de cobre flexíveis, com seção nominal mínima de 1,5 mm<sup>2</sup>, ou de 2,5 mm<sup>2</sup> para os circuitos dos TC, com isolamento para 750 V e temperatura máxima igual ou superior a 70 °C de acordo com a NBR 7289 ou a NBR 7290. Quando em contato com o óleo isolante, deve resistir à ação deste;
  - ser instalada em eletrodutos rígidos de aço, suficientemente afastados da superfície do tanque, de modo a evitar o sobreaquecimento da fiação.
- 8.5.2 Todos os terminais dos circuitos de proteção e controle para interligação com aparelhos não localizados nos transformadores devem ser fixados em conectores de passagem e concentrados em caixas metálicas que tenham:
- localização conforme indicado nas Figuras 2 e 3;
  - grau de proteção IP54 conforme a NBR 6146;
  - previsão para a instalação de eletrodutos com diâmetro nominal de 42 mm (1 1/4"), utilizando-se um eletroduto para cada conjunto de 8 condutores;
  - uma chapa de aço inox gravada em baixo relevo dos diagramas de fiação dos equipamentos auxiliares de proteção e controle do transformador, fixada na porta da caixa de controle do equipamento.



8.5.3 Os transformadores devem ser fornecidos com conectores de passagem adequados para montagem em trilhos de aço tipo TS 32 e TS 35, com as seguintes características mínimas: 750 Vca, 30 A, 4 mm<sup>2</sup>.

**NOTAS:**

1) Outros tipos de conectores de passagem poderão ser aceitos desde que previamente aprovados pela Contratante.

2) O fabricante deve considerar, para a elaboração do projeto do equipamento, a necessidade da utilização de conectores de passagem adequados para curto-circuitar e aterrar os TCs de bucha, para fins de manutenção ou troca da relação dos mesmos, sem que seja necessário o desligamento do transformador. Além disso, deve ser previsto um conector de passagem após cada conjunto de conectores de passagem destinados aos TCs (para fins de aterramento), bem como o fornecimento de 10% a 15% de conectores de reserva para cada tipo de borne conector utilizado.

8.5.4 Os terminais levados às caixas com conectores de passagem devem ser numerados de acordo com a ABNT NBR 9368. Quando existirem terminais além dos previstos, a sua marcação deve ser feita com números de 70 a 99. Os terminais correspondentes aos secundários dos TC tipo bucha devem ser marcados com números superiores a 99.

**8.6 Motores**

8.6.1 Exceto quando indicado em contrário no Edital de Licitação e confirmado no Pedido de Compra, os motores trifásicos utilizados nos transformadores, inclusive os de resfriamento forçado, devem estar de acordo com a NBR 7094 e ser adequados para alimentação em 220 V, 60 Hz, e os monofásicos para 127 V, 60 Hz. O circuito de controle dos motores deve ser alimentado em 127 V, 60 Hz.

No caso dos transformadores para a Eletrobras Distribuição Piauí e para a Eletrobras Distribuição Alagoas essas tensões devem ser de respectivamente, 380 Vca, fase / fase, 60 Hz para os motores trifásicos e 220 Vca fase neutro, 60 Hz para os motores monofásicos.

NOTA: Não serão aceitos motores com chaves de partida centrífuga.

**8.7 Equipamento de resfriamento forçado**

8.7.1 Quando os transformadores possuírem regime de resfriamento forçado, os equipamentos utilizados devem atender às seguintes exigências:

a) a entrada em funcionamento dos ventiladores deve ser comandada automaticamente por meio do termômetro de temperatura do enrolamento conforme indicado na Tabela abaixo. Devem ser instaladas chaves ou botões de controle em paralelo com os contatos desses termômetros, para operação manual local. Deve ainda ser prevista a possibilidade de comando manual remoto da refrigeração forçada conforme citado em 5.7.1, alínea c. Um esquema orientativo desse comando remoto encontra-se indicado na Figura 10.

1º	-	60°C	-	60°C
2º	-	70°C	-	70°C
Alarme	85°C	105°C	75 °C	95°C
TRIP	100°C	120°C	95 °C	110°C



b) os dispositivos de proteção e controle do equipamento de resfriamento forçado devem estar contidos na caixa citada em 8.4.8 ou em outra caixa, também com grau de proteção IP54 conforme a NBR 6146.

NOTA: Na porta da caixa de controle do equipamento deve ser fixada uma chapa de aço inox gravada em baixo relevo dos diagramas elementares e de fiação dos circuitos de alimentação e controle do equipamento de resfriamento forçado.

8.7.2 Os diagramas de controle do resfriamento forçado dos transformadores cobertos por esta Especificação devem estar de acordo com a NBR 9368.

## 8.8 Acessórios padronizados

8.8.1 Os seguintes acessórios devem ser fornecidos de acordo com a Norma ABNT NBR 5356:

- a) indicador de temperatura do óleo;
- b) indicador de temperatura do enrolamento;
- c) indicador externo de nível de óleo (um para o tanque principal e um para o tanque do CDC, se for o caso);
- d) relé detetor de gás tipo Buchholz.

NOTA: Outros tipos de acessórios que não utilizem tecnologia eletrônica poderão ser aceitos, em substituição aos acima indicados, desde que previamente aprovados pela CONTRATANTE.

8.8.2 O indicador de temperatura do enrolamento é obrigatório para todos os transformadores de potência cobertos por essa especificação.

8.8.3 O dispositivo de alívio de sobre pressões (DAP) deve ser projetado de modo que as descargas sejam dirigidas para o solo e para o lado oposto aos equipamentos que possam exigir atuação do operador. O DAP deve possuir indicação visual de sua operação bem como contato elétrico que deve se fechar em caso de atuação do mesmo.

8.8.4 Os secadores de ar sílica gel devem possuir dois visores, um na parte superior e outro na parte inferior, que permitam verificar a condição da sílica. A sílica a ser fornecida deve ser a de cor laranja, livre de compostos químicos a base de cromo. A entrada de ar dos secadores deve:

- a) ser feita através de um filtro de óleo, removível sem a desmontagem do secador;
- b) possuir vedação contra a entrada de água;
- c) estar localizada na parte inferior do cilindro.

8.8.5 Os acessórios devem estar localizados como indicado nas Figuras 2 e 3.

8.8.6 Deve ser fornecido um detector de temperatura do enrolamento para cada transformador. Ele deve ser conectado à fase central do enrolamento de tensão inferior ou em outro ponto a ser definido pelo fabricante, mediante estudo que justifique essa mudança de posição de instalação.

NOTA: Nos casos em que se fizer necessário um número maior de indicadores de temperatura dos enrolamentos, essa necessidade será indicada no Edital de Licitação e confirmado no Pedido de Compra.



8.8.7 As cavidades para inserção das sondas sensoras dos indicadores de temperatura do óleo e do enrolamento devem ter dimensões conforme a Figura 9.

#### 8.8.8 Transdutores

8.8.8.1 Todos os transformadores devem ser fornecidos com transdutores de temperatura para os termômetros do óleo e para o termômetro do enrolamento.

8.8.8.2 Todos os transdutores devem ter saída de 0 a 1 mA, para supervisão remota.

NOTA: Esses transdutores devem, preferencialmente, ser fornecidos nos próprios termômetros do óleo e do enrolamento.



8.8.9 Os detectores de temperatura do enrolamento, tipo resistência, de todos os transformadores, devem possuir um sensor para indicação remota de temperatura, preferencialmente de cobre com resistência de  $10 \Omega$  a  $25^{\circ}\text{C}$  e, alternativamente, de platina com resistência de  $100 \Omega$  a  $0^{\circ}\text{C}$ .

8.8.10 Relés detectores de gás tipo Buchholz

8.8.10.1 Além dos relés detectores de gás para proteção do tanque principal, os transformadores reguladores devem possuir um relé de surto de pressão (RSP) de óleo ou gás, ou dispositivo semelhante que não acumule gás, para fins de proteção do tanque do CDC. Esse dispositivo deve possuir contato elétrico que será utilizado para desligamento do transformador.

8.8.10.2 Associados ao relé de gás tipo Buchholz e ao relé de surto de gás de proteção do CDC devem ser fornecidos dispositivos sinalizadores de operação do tipo eletromecânico. Esses dispositivos devem ser ligados em série com o contato de desligamento do relé Buchholz ou do relé de surto de gás do CDC e possuir bandeirolas que mantenham a sinalização, mesmo na falta de qualquer tipo de energia.

## 8.9 Transformadores de corrente

8.9.1 Todos os transformadores de corrente devem estar de acordo com a NBR 6856.

8.9.2 Além dos eventuais transformadores de corrente para alimentação dos detectores de temperatura dos enrolamentos e do controle do CDC, os transformadores devem ter transformadores de corrente tipo bucha, com relação nominal conforme indicado no anexo G dessa especificação.

8.9.3 Todos os terminais secundários dos TC devem ser levados às caixas com conectores de passagem (ver 8.5.4).

8.9.4 As placas de identificação dos terminais dos TC devem ser fixadas externamente às tampas das caixas com blocos terminais.

8.9.5 Quando houver necessidade de utilização de caixas de concentração intermediárias entre os transformadores de corrente e a caixa citada em 8.5.2, elas devem ter grau de proteção IP54 conforme a NBR 6146.

8.9.6 Todos os TCs devem ser instalados em local de fácil acesso que permita intervenções.

## 8.10 Placas de identificação, advertência e segurança

8.10.1 As placas de identificação, advertência e segurança devem ser manufaturadas em aço inoxidável (preferencialmente), alumínio anodizado ou latão niquelado, e ser fixadas ao tanque em partes não removíveis, por meio de rebites, em local de fácil leitura, conforme indicado nas Figuras 2 e 3.

8.10.2 A placa diagramática com os circuitos de alimentação geral, ventilação forçada, sinalização, transformadores de corrente, iluminação-aquecimento-tomada, régua de bornes etc., deverá ser afixada na parte interna do quadro do transformador.



8.10.3 As placas devem conter, indelevelmente marcadas, além dos dizeres exigidos exigido na Norma ABNT NBR 5356, as seguintes informações:

- a) impedância de seqüência zero;
- b) um contorno em branco com dimensões de 15 mm x 40 mm;
- c) afirmação de que o tanque, os radiadores, os conservadores, o CDC, o relé de gás, o relé ou o dispositivo de sobrepressão e as buchas resistem ao pleno vácuo;
- d) altura livre para remover a parte ativa;
- e) localização, no diagrama de ligações, dos TC em cada bucha, com indicação das respectivas polaridades;
- f) indicação, em forma de tabela, da classe de exatidão e da corrente nominal dos TC, bem como as respectivas ligações de seus terminais secundários.

## 8.11 Registros

8.11.1 O tanque deve ter registros, com proteção contra impactos mecânicos, do tipo globo ou do tipo esférico, providos de bujões roscados (rosca Whitworth gás) em suas extremidades livres, e com dispositivos que permitam trancá-los na posição "fechado", localizados como indicado nas Figuras 2 e 3 e de acordo com a Tabela 2.

8.11.2 Os registros 2, 3 e 4 da Tabela 2 devem ser, de preferência, combinados num dispositivo único com as características e localização do registro 3, tendo no seu corpo uma tomada para amostragem do óleo com as características do registro 4 (Figura 7). Tanto esse registro combinado como o registro 3 da Tabela 2, devem ser instalados de maneira a possibilitar a retirada de todo o óleo do tanque do transformador.

## 8.12 Radiadores

8.12.1 Todos os transformadores devem ter radiadores destacáveis. A localização dos radiadores não deve interferir com a dos acessórios indicados nas Figuras 2 e 3.

8.12.2 Para os radiadores destacáveis devem ser previstos:

- a) dispositivos no tanque, com indicações das posições "aberto" ou "fechado", que possam ser trancados em qualquer das posições, para permitir a retirada dos radiadores sem necessidade de retirar o óleo do tanque;
- b) bujões inferiores nos radiadores para drenagem do óleo e superiores para purgação do ar.
- c) Os bujões superiores e inferiores devem vir com *o-ring* de vedação instalados nos mesmos.
- d) os bujões de drenagem dos radiadores deverão ser de 1" (uma polegada).

## 8.13 Conservadores

8.13.1 Os conservadores devem:

- a) ser projetados de modo que a pressão exercida pelo óleo no topo do tanque seja no máximo de 30 kPa;
- b) ter na sua parte superior um purgador com rosca Whitworth gás de 25 mm (1") com tampa macho;



- c) possuir uma abertura convenientemente localizada e de tamanho adequado para inspeção e limpeza;
- d) possuir tubulação para ligação aos secadores de ar com sílica gel localizados conforme indicado nas Figuras 2 e 3;
- e) no caso de transformadores reguladores, possuir compartimentos separados para conservação do óleo do tanque principal e do tanque do comutador, sem qualquer tipo de comunicação, tanto para óleo quanto para gás;
- f) todos os conservadores devem possuir diafragma ou bolsa de borracha sintética, ou nitrogênio, quando aplicável, para separação dos ambientes óleo e ar.
- g) Especificamente para o caso da Eletrobras Distribuição Alagoas, os conservadores dos transformadores devem vir somente com bolsa de borracha.

8.13.2 A tubulação de ligação entre o tanque e o conservador deve:

- a) ser projetada de maneira que os sedimentos depositados no fundo do conservador não desçam para o tanque;
- b) possuir declividade da ordem de 3% no trecho em que for instalado o relé detetor de gás tipo Buchholz;
- c) possuir um registro entre o conservador e o relé detetor de gás tipo Buchholz e um registro, que não acumule gás, localizado entre o relé e o tanque. Esses registros poderão ser do tipo gaveta;
- d) no caso de transformadores reguladores equipados com RSP, possuir registros que isolem o mesmo do tanque principal e do conservador do CDC. Esses registros também poderão ser do tipo gaveta.

#### **8.14 Meios para locomoção**

8.14.1 O meio para locomoção dos transformadores deve ser obrigatoriamente através de rodas orientáveis.

8.14.2 Os transformadores devem possuir meios de fixação de cabos e correntes, que permitam movimentação sobre um plano, segundo duas direções ortogonais.

#### **8.15 Válvulas**

8.15.1 Todas as válvulas inferiores dos transformadores deverão ser instaladas com proteções (coberturas).

### **9 Apresentação de propostas e aprovação de documentos**

9.1 O proponente deve atender às exigências da Contratante e do Edital no tocante à documentação a ser apresentada com a sua proposta. As propostas devem ainda conter a cotação de todos os ensaios de tipo listados na NBR 5356 e nesta Especificação.

9.2 Juntamente com a proposta, os participantes da licitação devem enviar os seguintes documentos:

- a) lista de dados técnicos dos transformadores ofertados, conforme o Anexo A;
- b) lista de acessórios e componentes, conforme o Anexo B;



- c) cotação das peças de reserva, conforme o Anexo C;
  - d) um desenho preliminar de dimensões externas para cada tipo de transformador proposto.
- 9.3** O PROPONENTE deve especificar claramente em sua proposta todas as eventuais divergências existentes entre o modelo ofertado e o especificado pela CONTRATANTE, de acordo com o Anexo F.
- 9.4** Após o recebimento do Pedido de Compra e num prazo máximo equivalente a 1/5 do prazo de entrega dos transformadores, o fornecedor deve enviar para análise e aprovação da Contratante os seguintes documentos básicos:
- a) desenho de dimensões e de disposição externa;
  - b) desenhos esquemáticos de disposição interna, mostrando localização dos enrolamentos, dos elementos de isolamento, das estruturas, das derivações, dos terminais, etc;
  - c) desenhos das placas de identificação;
  - d) desenhos das buchas (ou sua referência) com detalhes dos conectores terminais;
  - e) diagramas elementares e de fiação dos equipamentos auxiliares e de proteção e controle do transformador;
  - f) diagramas elementares e de fiação dos circuitos de alimentação e controle do equipamento de resfriamento forçado;
  - g) diagramas elementares e de fiação do equipamento de controle do CDC;
  - h) diagramas elementares e de fiação dos transformadores de corrente;
- NOTA: Os diagramas citados nas alíneas *e*, *f* e *g* anteriores, podem ser incluídos em um único documento intitulado "Diagrama Esquemático".
- i) desenhos de disposição e características dos equipamentos auxiliares (válvulas, relés, secadores, indicadores, etc);
  - j) para transformadores de tensão nominal igual ou superior a 138 kV, desenho indicativo da passagem dos cabos que vão à bucha de aterramento do núcleo, conforme 5.2.4;
  - k) descrição do processo utilizado para proteção contra corrosão dos radiadores;
  - l) desenho de dimensões para transporte.



- 9.5** No prazo máximo de 60 dias após o recebimento do Pedido de Compra, o fornecedor deve entregar ao inspetor da Contratante quatro vias de um cronograma de fabricação, conforme o Anexo D (tipo Gantt ou equivalente) contendo, no mínimo, os dados ali indicados.
- 9.6** Dentro dos prazos estabelecidos no cronograma, o fornecedor deve entregar ao inspetor da Contratante a relação dos principais pedidos a subfornecedores, com respectivas datas de entrega.
- 9.7** Caso a Contratada altere o cronograma de entrega sem o consentimento por escrito da CONTRATANTE serão aplicadas as penalidades previstas no edital.
- 9.8** O fabricante deve enviar à Contratante, no prazo máximo de 60 dias antes do pedido de inspeção para recebimento, duas vias do Manual de Instruções para cada conjunto de transformadores de mesmas características. Deverá fornecer também, juntamente com o transformador, mais duas vias do Manual de Instruções.
- 9.9** O Manual de Instruções deve ser escrito em português, com capa plástica tipo "portafolha", deve conter, ou trazer anexadas, informações detalhadas sobre:
- a) transporte, recebimento, armazenamento, instalação e ligação do transformador;
  - b) ferramentas, equipamentos e pessoal necessário para a montagem;
  - c) enchimento do transformador com óleo isolante;
  - d) características do óleo isolante para enchimento do transformador;
  - e) secagem do transformador;
  - f) buchas e seus acessórios;
  - g) dispositivo de alívio de sobrepressões internas;
  - h) aparelho indicador da temperatura do óleo isolante;
  - i) aparelhos detetores das temperaturas dos enrolamentos;
  - j) indicador magnético do nível do óleo isolante;
  - k) relé detetor de gás tipo Buchholz;
  - l) secador de ar de sílica gel;
  - m) transformadores de corrente tipo bucha;
  - n) CDST;
  - o) sistema de resfriamento forçado do transformador;
  - p) CDC e seu equipamento de controle;
  - q) NOTA: Nos documentos técnicos do CDC devem constar, em forma de gráfico, as curvas características da vida útil dos contatos em função do número de operações e da corrente de chaveamento. Devem ser fornecidas no mínimo quatro curvas correspondentes a 25%, 50%, 75% e 100% da corrente nominal do CDC.
  - r) operação e manutenção do transformador;
  - s) folhetos de instrução de todos os acessórios e equipamentos auxiliares;



- t) pelo menos três fotos (duas laterais e uma superior) da parte ativa, e três fotos (duas laterais e uma superior) do transformador completamente montado mostrando claramente as posições físicas dos enrolamentos e demais acessórios;
- u) cópia dos Anexos A e B devidamente preenchidos, na versão “conforme construído”;
- v) uma cópia de todos os desenhos aprovados, na versão “conforme construído”;
- w) membranas ou bolsas utilizadas para o selamento do transformador (material da membrana ou bolsa, dimensões, etc.);
- x) curvas de excitação medidas nos terminais primários e secundários, inclusive com pontos de medição da parte relativa à saturação;
- y) curva de sobre excitação;
- z) Procedimento específico relativo ao descarte dos equipamentos propostos quer ao final da sua vida útil, quer em caso de inutilização por avaria.



## 10 Controle de qualidade

### 10.1 Geral

- 10.1.1 O controle da qualidade inclui a execução de inspeções e ensaios durante a fabricação e por ocasião do recebimento.
- 10.1.2 O lote para inspeção compreende todas as unidades de mesmas características fornecidas de uma só vez.
- 10.1.3 O fornecedor deve dispor de pessoal e aparelhagem, própria ou contratada, necessária à execução dos ensaios (em caso de contratação, deve haver aprovação prévia da CONTRATANTE), de acordo com legislação vigente no Brasil.
- 10.1.4 O fornecedor deve assegurar ao inspetor da CONTRATANTE, o direito de se familiarizar, em detalhes, com as instalações e com os equipamentos a serem utilizados, estudar as instruções e desenhos, verificar calibrações, presenciar os ensaios, conferir resultados e, em caso de dúvida, efetuar nova inspeção e exigir a repetição de qualquer ensaio.
- 10.1.5 O controle da qualidade durante a fabricação e os respectivos ensaios, a cargo do fabricante, devem ser efetuados de acordo com as normas da ABNT ou com normas internacionais para matérias-primas básicas e para componentes, podendo o inspetor da Contratante exigir certificados de procedência das matérias-primas e componentes, além de fichas e de relatórios internos de controle. Fica ainda assegurado ao inspetor da Contratante o direito de presenciar os ensaios, conferir resultados e, em caso de dúvida, efetuar novas inspeções e exigir a repetição de qualquer ensaio.
- 10.1.6 Todas as normas, especificações e/ou desenhos citados como referência deverão estar à disposição do inspetor da Contratante no local da inspeção.
- 10.1.7 O fornecedor deve apresentar ao inspetor da Contratante certificado de aferição de todos os instrumentos de seu laboratório ou do laboratório contratado, emitido por órgão oficial e idôneo. A aferição dos instrumentos deve ser realizada a cada ano.
- 10.1.8 O fornecedor deve proporcionar livre acesso do inspetor da Contratante aos laboratórios e às instalações onde o equipamento em questão estiver sendo fabricado, fornecendo as informações desejadas.
- 10.1.9 A CONTRATANTE se reserva o direito de enviar inspetores devidamente credenciados, com o objetivo de acompanhar qualquer etapa de fabricação e, em especial, presenciar os ensaios.
- 10.1.10 O recebimento do equipamento pela Contratante ou por seu representante, baseado nos ensaios realizados na fábrica, não exime o fornecedor, de nenhuma forma, da responsabilidade de fornecer o equipamento de acordo com esta Especificação ou com o Pedido de Compra, nem lhe dá o direito de invalidar qualquer reclamação, por parte da Contratante ou por seu representante, sobre a existência de materiais ou equipamentos inadequados ou defeituosos.
- 10.1.11 A rejeição do equipamento devido a defeitos constatados através da inspeção ou de ensaios, ou devido ao fato de não estar o mesmo de acordo com esta



Especificação ou com o Pedido de Compra, não exime o fornecedor do seu compromisso de entregar o equipamento dentro do prazo estipulado.

NOTA: Se na opinião da Contratante ficar caracterizado que essa rejeição resultará na impossibilidade, por parte do fornecedor, de entregar o equipamento no prazo estipulado, ou se ficar claramente indicado que o fornecedor é incapaz de cumprir as exigências, a Contratante se reserva o direito de rescindir todos os seus compromissos e de obter o equipamento através de outra fonte, sendo o fornecedor considerado infrator do contrato e sujeito às penalidades previstas.

Em caso de recusa do material pela Contratante quando da realização da inspeção, os custos de reinspeção (despesas de locomoção, hospedagem, alimentação, homem-hora do inspetor e custos administrativos) correrão por conta do fornecedor.

Todos os subfornecedores contratados pelo fornecedor estão sujeitos a um cadastramento prévio pela Contratante.

O fornecedor deve solicitar inspeção, por escrito, à Contratante, com antecedência mínima de 10 dias antes da data de início da mesma. NOTA: Caso na data indicada o material não esteja completo, os custos da visita do inspetor da Contratante (despesas de locomoção, hospedagem, alimentação, homem-hora e custos administrativos) correrão por conta do fornecedor.

A CONTRATANTE se reserva o direito de exigir a repetição de ensaios em lotes já aprovados. Nesse caso, as despesas serão de responsabilidade:

Da CONTRATANTE, se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção;

Do fornecedor, em caso contrário.

Os custos da visita do inspetor da CONTRATANTE (locomoção, hospedagem, alimentação, homens-hora e administrativo) correrão por conta do fornecedor nos seguintes casos:

Se o lote estiver incompleto na data indicada na solicitação de inspeção;

Se o laboratório de ensaio não atender às exigências da CONTRATANTE e à NR 10;

Devido à reinspeção do equipamento por motivo de reprovação nos ensaios;

Se o equipamento necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final de subfornecedor contratado pelo fornecedor em localidade diferente da sede do fornecedor.

O fabricante/fornecedor deverá apresentar, no ato da inspeção de recebimento, o arquivo em meio eletrônico (Compact Disc), conforme padrão estabelecido e devidamente comunicado a CONTRATANTE, no qual conste cada equipamento, suas características e os respectivos resultados dos testes. Este quesito será um dos itens da inspeção de recebimento. Após a aceitação dos lotes, o fabricante deve enviar a CONTRATANTE em até 5 (cinco) dias úteis, após a entrega dos lotes, o arquivo final consolidado, com as alterações ocorridas em função da inspeção.

De comum acordo com a CONTRATANTE, o fornecedor poderá substituir a execução de qualquer ensaio de tipo pelo fornecimento do relatório do mesmo ensaio, executado em equipamento idêntico aos ofertados, desde que realizados em laboratório reconhecido.

Se os ensaios de tipo forem dispensados, o fabricante deve submeter um relatório completo dos ensaios, com todas as informações necessárias, tais como métodos,



instrumentos e constantes utilizadas. A eventual dispensa destes ensaios somente terá validade por escrito.

A CONTRATANTE poderá, a seu critério, em qualquer ocasião, solicitar a execução dos ensaios de tipo para verificar se os equipamentos estão mantendo as características de projeto preestabelecidas por ocasião da aprovação dos protótipos.

## 10.2 Roteiro de Inspeção

As atividades de inspeção dos transformadores devem ser propostas pelo fornecedor através da apresentação de um Plano de Inspeção (PIT) a ser encaminhado para análise e aprovação da Contratante 30 dias após a colocação de um Pedido de Compra.

## 10.3 Controle no recebimento

### 10.3.1 Geral

10.3.1.1 O controle no recebimento compreende uma inspeção geral e a execução dos ensaios de rotina e, quando exigido no Edital de Licitação e confirmado no Pedido de Compra, dos ensaios de tipo e dos ensaios especiais.

10.3.1.2 No caso de enrolamentos com derivações, a Contratante indicará em que derivações cada ensaio será realizado.

### 10.3.2 Ensaios de rotina

10.3.2.1 Antes de serem efetuados os demais ensaios, o inspetor da Contratante fará uma inspeção geral, avaliando se o transformador contém todos os componentes e os acessórios requeridos, conforme os desenhos aprovados, e verificando:

- a) a marcação dos terminais;
- b) as dimensões e o acabamento;
- c) as características dos componentes e dos acessórios;
- d) a existência de duas vias do Manual de Instruções conforme citado nessa Especificação.

10.3.2.2 Devem ser efetuados os seguintes ensaios de rotina, de acordo com a ABNT NBR 5356, partes 1,2,3,4 e 5:

- a) resistência elétrica dos enrolamentos;
- b) relação de tensões;
- c) resistência do isolamento;
- d) polaridade;
- e) deslocamento angular e seqüência de fases;
- f) perdas (em vazio e em carga);
- g) corrente de excitação;
- h) tensão de curto-circuito;
- i) ensaios dielétricos;



- j) estanqueidade e resistência à pressão;
- k) verificação do funcionamento dos acessórios;
- l) polaridade, relação de transformação e resistência ôhmica no secundário dos TC medidas na régua de borne (conectores de passagem).

**10.3.2.3 Além desses ensaios, devem ser efetuados os seguintes:**

- a) medição do fator de perdas dielétricas das buchas condensivas;
- b) ensaio de descargas parciais nos transformadores de tensão máxima igual ou superior a 72,5 kV, executado conforme o método de medição em picocoulombs, de acordo com a NBR 5356;
- c) ensaios físico-químicos em amostras do óleo isolante, conforme a seguir indicado:
  - antes do contato com o equipamento;
  - após decorrido um período mínimo de 24 horas do enchimento e antes dos ensaios dielétricos;
  - após todos os ensaios dielétricos;
- d) ensaios de análise cromatográfica em amostras do óleo isolante, conforme a seguir indicado:
  - antes do contato com o equipamento;
  - após os ensaios dielétricos;
  - após o ensaio de elevação de temperatura (se aplicável).
- e) ensaio de verificação da compatibilidade do óleo isolante com os materiais em contato com o mesmo, conforme a ASTM D 3455;
- f) medição do fator de potência do isolamento e da capacitância;
- g) ensaios de espessura e aderência da camada de tinta, conforme a ASTM E 376 e a NBR 11003, respectivamente;
- h) verificação do paralelismo, conforme a metodologia apresentada pelo fornecedor e aprovada pela Contratante;
- i) verificação da identificação e do acondicionamento para embarque.
- j) ensaio do grau de polimerização de uma das amostras de papel especificadas em 6.1.6 e conforme a NBR 8148.

**10.3.2.4 Além das prescrições da NBR 5356, devem ser atendidas as seguintes exigências:**

- a) a resistência elétrica dos enrolamentos deve ser medida em todas as posições do CDST e do CDC;
- b) para transformadores apenas com CDST ou apenas com CDC, as medições de perdas em curto-circuito e de tensão de curto-circuito devem ser efetuadas em todas as derivações;
- c) as medições da corrente de excitação e das perdas em vazio devem ser efetuadas nas derivações nominal e de maior tensão com degraus de 5%, com valores de 90% a 110% da tensão nominal. Nas outras derivações, os valores devem ser informados.



### 10.3.3 Ensaios de tipo

Para todos os ensaios de tipo, a CONTRATANTE se reserva o direito de escolher os transformadores a serem ensaiados.

#### 10.3.3.1 **Devem ser efetuados os seguintes ensaios, conforme a NBR 5356 e a NBR 5380:**

- a) elevação de temperatura;
- b) tensão suportável nominal de impulso atmosférico, para transformadores com tensão máxima igual ou inferior a 145 kV;
- c) nível de ruído.

#### 10.3.3.2 **Além desses ensaios, devem ser feitas:**

- a) a verificação da classe de exatidão do equipamento de controle do CDC, de acordo com a ANSI C 57.15;
- b) a comprovação do grau de proteção das caixas de 8.4.7, 8.5.2, 8.7.1-d e 8.9.5, conforme a NBR 6146.

10.3.3.3 Para efeito de aceitação, o ensaio de elevação de temperatura deve ser efetuado pelo método de elevação de temperatura média do óleo.

10.3.3.4 Além das prescrições da NBR 5356, o ensaio de elevação de temperatura deve ser executado com as correntes nominais, nas derivações de perdas máximas correspondentes aos diferentes regimes de resfriamento do transformador. Para efeito de determinação da elevação de temperatura média do óleo sobre a temperatura ambiente, as perdas em vazio devem ser medidas com 105 % da tensão nominal. A determinação da resistência ôhmica no instante do desligamento deve ser feita, preferencialmente, conforme o Anexo E.

### 10.3.4 Ensaios especiais

Se exigido no Edital de Licitação e confirmado no Pedido de Compra, devem ser efetuados os seguintes ensaios, de acordo com a NBR 5356:

- a) suportabilidade de curto-circuitos;
- b) medição da impedância de seqüência zero em transformadores trifásicos;
- c) medição dos harmônicos na corrente de excitação;
- d) medição da potência absorvida pelos motores de bombas de óleo e ventiladores;
- e) nível de tensão de radio interferência.



### 10.3.5 Relatórios de ensaios

10.3.5.1 Os relatórios de ensaios devem ser encadernados de forma individual para cada transformador constante de uma encomenda. O número do relatório de ensaio deve ser o respectivo número de série do equipamento.

10.3.5.2 O fornecedor deve apresentar relatórios de todos os ensaios que exigem certificados, para análise e aprovação do inspetor da Contratante. O inspetor assinará os relatórios dos ensaios por ele presenciados.

10.3.5.3 Os relatórios a serem fornecidos, em duas vias, encadernados pelo fornecedor, devem conter as seguintes informações, relativas a apenas um transformador:

- a) identificação e quantidade de transformadores da remessa;
- b) número do Pedido de Compra;
- c) número da Ordem de Fabricação;
- d) número e identificação da unidade ensaiada;
- e) descrição dos ensaios efetuados, com indicação das normas adotadas, dos instrumentos, dos circuitos de medição utilizados e das condições ambientes do local de ensaio;
- f) registro de todos os resultados e observações feitas, incluindo memórias de cálculo, oscilogramas legíveis, gráficos, etc;
- g) método de calibração do indicador de temperatura dos enrolamentos, associado aos resultados do ensaio de elevação de temperatura realizados no transformador ensaiado, em protótipo ou em transformador idêntico ao ensaiado. Esse método deve incluir o valor de elevação de temperatura dos enrolamentos sobre óleo médio que corresponde à potência nominal do transformador.

10.3.5.4 O equipamento só será liberado pelo inspetor da Contratante após o recebimento dos Manuais de Instruções, de 2 vias do relatório de ensaios, de 3 vias da lista de embarque e verificação da embalagem e de sua marcação.

## 11 Supervisão de montagem e testes de energização ensaios de campo e operação inicial

A Contratada deverá cotar o fornecimento de serviços de supervisão de todas as tarefas que serão executadas para montagem do equipamento.

Para tanto, deverá incluir a cotação dos serviços de um supervisor, com conhecimento técnico do equipamento em questão.

Para a realização dos trabalhos de supervisão, a Contratada deverá seguir o cronograma de montagem, a ser estabelecido de comum acordo entre o mesmo e a Contratante.

Pelo menos os ensaios de aceitação no equipamento no campo a seguir relacionados serão realizados pela Contratante. Os resultados destes ensaios deverão corresponder a aqueles obtidos na fábrica. Se houver diferenças que evidenciem a necessidade de reparos no equipamento, os custos destes reparos e do transporte devidos à rejeição nos ensaios de campo ficarão por conta da Contratada.

A montagem dos equipamentos e os testes listados nos itens seguintes serão realizados no local da instalação dos transformadores pela Contratante, antes da sua energização.



a) Testes nas buchas:

- Medição das capacitâncias;
- Medição do fator de potência.

b) Testes no equipamento:

- Estanqueidade
- Medição de resistência ôhmica dos enrolamentos
- Medição da resistência de isolamento
- Medição do fator de potência do isolamento
- Testes funcionais no comutador sob carga;

c) Testes nos transformadores de corrente tipo bucha:

- Medição da resistência do isolamento
- Medição da relação em todas as derivações
- Verificação da polaridade
- Medição de resistência do enrolamento secundário
- Verificação de 3 pontos de curva de saturação;

d) Testes funcionais nos dispositivos de supervisão e proteção:

- Calibração dos instrumentos indicadores e dos contatos dos dispositivos de proteção;

e) Testes no óleo isolante:

- Rigidez dielétrica
- Fator de potência
- Índice de acidez
- Tensão interfacial
- Cromatografia.

f) Outros testes de campos considerados necessários pelo fabricante.



**Tabela 1– Níveis de isolamento dos Transformadores.**

Máxima tensão do equipamento $kV_{rms}$	Nível de tensão de impulso atmosférico suportável		Nível de tensão de frequência industrial suportável durante 1 minuto e tensão induzida $kV_{rms}$
	Pleno $kV_{pico}$	Cortado $kV_{pico}$	
15	95	105	34
	110	121	
24.2	125	138	50
36.2	170	187	70
72.5	350	385	140
145	550	605	230

NOTA: As ondas cortadas de impulso atmosférico devem ser plenas e devme ter umn tempo de corte entre 2  $\mu s$  a 6  $\mu s$  após o zero virtual.

**Tabela 2 – Válvulas de controle e isolamento do óleo isolante**

Válvulas (posição)	Diâmetro nominal	Tipo de vedação	Localização	Objetivo / função
1	50 mm (2")	Macho	Na tampa do tanque ou no máximo 25 mm abaixo da tampa	Conexão da unidade de tratamento de óleo
2	50 mm (2")	Macho	No máximo 25 mm acima do fundo do tanque	
3	50 mm (2")	Macho	Nível do fundo do tanque	Conexão da mangueira de drenagem
4	15 mm (5/8")	Fêmea	No máximo 15 cm acima do nível do fundo do tanque	Amostragem do óleo
5	15 mm (5/8")	Fêmea	No máximo 15 cm abaixo da tampa	
6	25 mm (1")	Macho	De acordo com a posição da chave reversora do CDC	Drenagem do tanque da chave reversora do CDC de transformadores reguladores
7	25 mm (1")	Macho	No fundo do conservador do tanque principal.	Drenagem dos conservadores
8	25 mm (1")	Macho	No fundo do conservador do tanque do CDC.	



NOTA: Alternativamente à válvula de no. 5 um tubo metálico que permita a coleta de amostras de óleo a partir da válvula superior para conexão a filtro prensa, numa altura entre 300 mm e 1000 mm acima do fundo do tanque é também aceitável.



**Tabela 3 – Numeração dos terminais dos circuitos de proteção e controle**

Número do terminal do conector de passagem	Acessório	Função	Símbolo
<b>1</b> <b>2</b>	Indicador de temperatura do óleo	Contato que se fecha quando a temperatura do líquido isolante ultrapassar um valor prefixado (T1 - alarme)	<b>ITO</b>
<b>3</b> <b>4</b>		Contato que se fecha quando a temperatura do líquido isolante ultrapassar um valor prefixado (T2 - desligamento)	
<b>5</b> <b>6</b>	Relé detetor de gás tipo Buchholz	Circuito da bóia superior (alarme)	<b>RB</b>
<b>7</b> <b>8</b>		Circuito da bóia inferior ou aleta (desligamento)	
<b>9</b> <b>10</b>	Indicador do nível do óleo	Contato que se fecha quando o nível permissível é atingido (alarme)	<b>INO</b>
<b>13</b> <b>14</b>	Indicador de temperatura do enrolamento de tensão superior (1)	Contato que se fecha quando a temperatura do enrolamento ultrapassar uma temperatura prefixada (T1- alarme)	<b>ITE (AT)</b>
<b>15</b> <b>16</b>		Contato que se fecha quando a temperatura do enrolamento ultrapassar uma temperatura prefixada (T2 - desligamento)	
<b>21</b> <b>22</b>	Indicador de temperatura do enrolamento de tensão inferior (2)	Contato que se fecha quando a temperatura do enrolamento ultrapassar uma temperatura prefixada (T1- alarme)	<b>ITE (BT)</b>
<b>23</b> <b>24</b>		Contato que se fecha quando a temperatura do enrolamento ultrapassar uma temperatura prefixada (T2 - desligamento)	
<b>39</b> <b>40</b>	Comutador de derivações em carga	Contato que se fecha quando o comutador atinge a posição correspondente à maior tensão (alarme)	<b>CDC</b>
<b>41</b> <b>42</b>		Contato que se fecha quando o comutador atinge a posição correspondente à menor tensão (alarme)	
<b>45</b> <b>46</b>	Dispositivo de alívio de pressão	Contato que se fecha quando a pressão interna se eleva e faz atuar o dispositivo de alívio de pressão (desligamento)	<b>DAP</b>
<b>49</b> <b>50</b>	Comutador de derivações sem tensão	Contato que se fecha quando o comutador é acionado estando o transformador energizado (desligamento)	<b>CDST</b>
<b>53</b> <b>54</b>	Relé de surto de pressão do CDC	Contato que se fecha quando a pressão interna no CDC se eleva subitamente (desligamento)	<b>RST</b>



**Tabela 4- Óleo De Base Naftênica, Isento De Aditivos, Antes De Qualquer Contato Com O Equipamento**

Características (1)		Método de ensaio	Unidade	Valores garantidos	
				Mínimo	Máximo
Densidade a 20/4°C (2)		ABNT-NBR 7148 ou ASTM D1298	-	0,861	0,900
Viscosidade cinemática (3)	a 20°C	ABNT-NBR 10441 ou ASTM D445	mm <sup>2</sup> /s	-	25
	a 40°C				11
	a 100°C				3
Ponto de fulgor (2)		ABNT-NBR 11341 ou ASTM D92	°C	140	-
Ponto de fluidez		ABNT-NBR 11349 ou ASTM D97	°C	-	-39
Índice de neutralização (2)		ABNT-NBR 14248 ou ASTM D974	mgKOH/g	-	0,03
Tensão interfacial a 25°C (2)		ABNT-NBR 6234 ou ASTM D971	mN/m	40	-
Cor ASTM		ABNT-NBR 14483 ou ASTM D1500	-	-	1
Teor de água (2)	Equipamento Un ≤ 230 kV	ABNT-NBR 5755 ou ASTM D1533	ppm	-	25
	Equipamento Un > 230 kV				15
Cloretos e sulfatos		ABNT-NBR 5779 ou ASTM D878	-	Ausentes	
Enxofre corrosivo		ABNT-NBR 10505 ou ASTM D1275	-	Ausentes	
Ponto de anilina		ABNT-NBR 11343	°C	63	84
Índice de refração a 20°C		ABNT-NBR 5778 ou ASTM D1218	-	1,485	1,500
Rigidez dielétrica (2)		ABNT-NBR 6869	kV/2,54 mm	40	-
		IEC 60156	kV/2,54 mm	60	-
Fator de potência a 100°C (2)		ASTM D924	%	-	0,9
Fator de dissipação a 90°C		IEC 60247	%	-	0,7
Teor de inibidor de oxidação DBPC/DBP		ASTM D2668	%	-	0,3
Porcentagem de carbonos		ASTM D2140	%	Anotar	

**NOTAS:**

1) O fornecedor deve apresentar ao inspetor da Contratante certificado de origem do óleo, comprovando todas as características exigidas nesta Tabela.



2) Esses ensaios devem ser efetuados pelo fornecedor na presença do inspetor da Contratante, em amostra retirada do equipamento (bem como os demais ensaios, se julgados necessários).

3) O ensaio de viscosidade cinemática deve ser realizado em duas temperaturas, dentre as citadas.

**Tabela 5 - Óleo de base naftênica, inibido ou não, após contato com o equipamento**

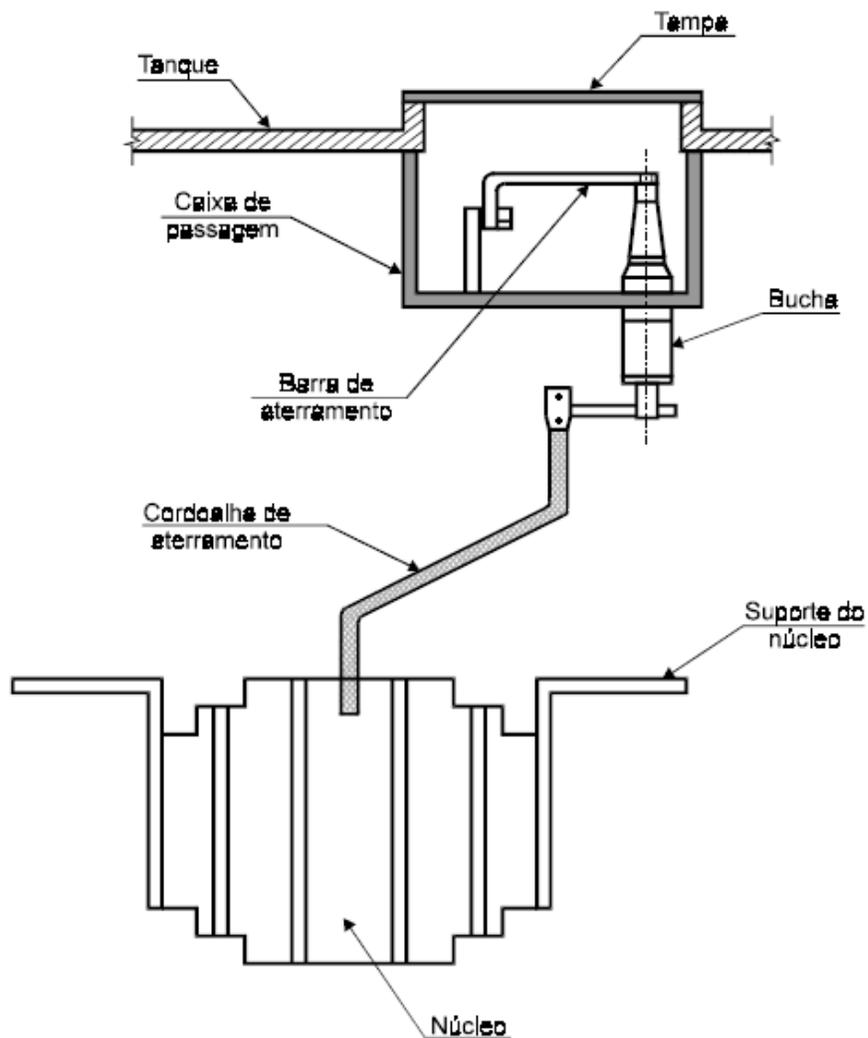
Características (1)	Método de ensaio	Unidade	Após contato com equipamento	
			Mínimo	Máximo
Tensão interfacial a 25°C (2)	ABNT-NBR 6234	mN/m	40	-
Teor de água (2)	ABNT-NBR 10710	mg/kg	-	25
Rigidez dielétrica (2)	ABNT-NBR 10859	kV	50	-
Fator de perdas dielétricas (2)	ABNT-NBR 12133	%	-	0,9
- a 100°C			-	0,7
- a 90°C				
Curva de perdas dielétricas de 80°C a 140°C com variação de 5°C em 5°C (2)	ABNT-NBR 12133	%	Curva típica (ascendente)	
Teor de oxigênio (O <sub>2</sub> ) (2)	ABNT-NBR 7070	ppm	< 5000	

**NOTAS:**

1) O fornecedor do equipamento deve apresentar ao inspetor da Contratante certificado de origem do óleo, comprovando todas as suas características, antes do contato com o equipamento. Caso a Contratante decida aceitar óleo inibido, o fornecedor deve apresentar relatório de ensaio de estabilidade à oxidação, conforme a ASTM D2112, com valor limite de 195 minutos, definido na ASTM D3487.

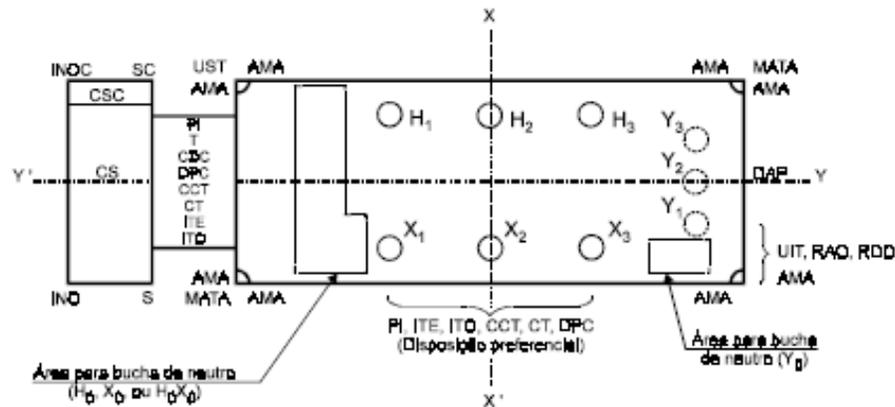
2) Esses ensaios devem ser efetuados em amostra retirada do equipamento, na presença do inspetor da Contratante.

3) Quando o óleo for inibido, o inibidor utilizado deve ser DBPC (di terciário butil paracresol) com concentração de (0,30 ± 0,05)%, conforme ASTM D2668.



Nota: Arranjos diferentes do acima indicado, mas que garantam as mesmas funcionalidades podem também ser aceitos.

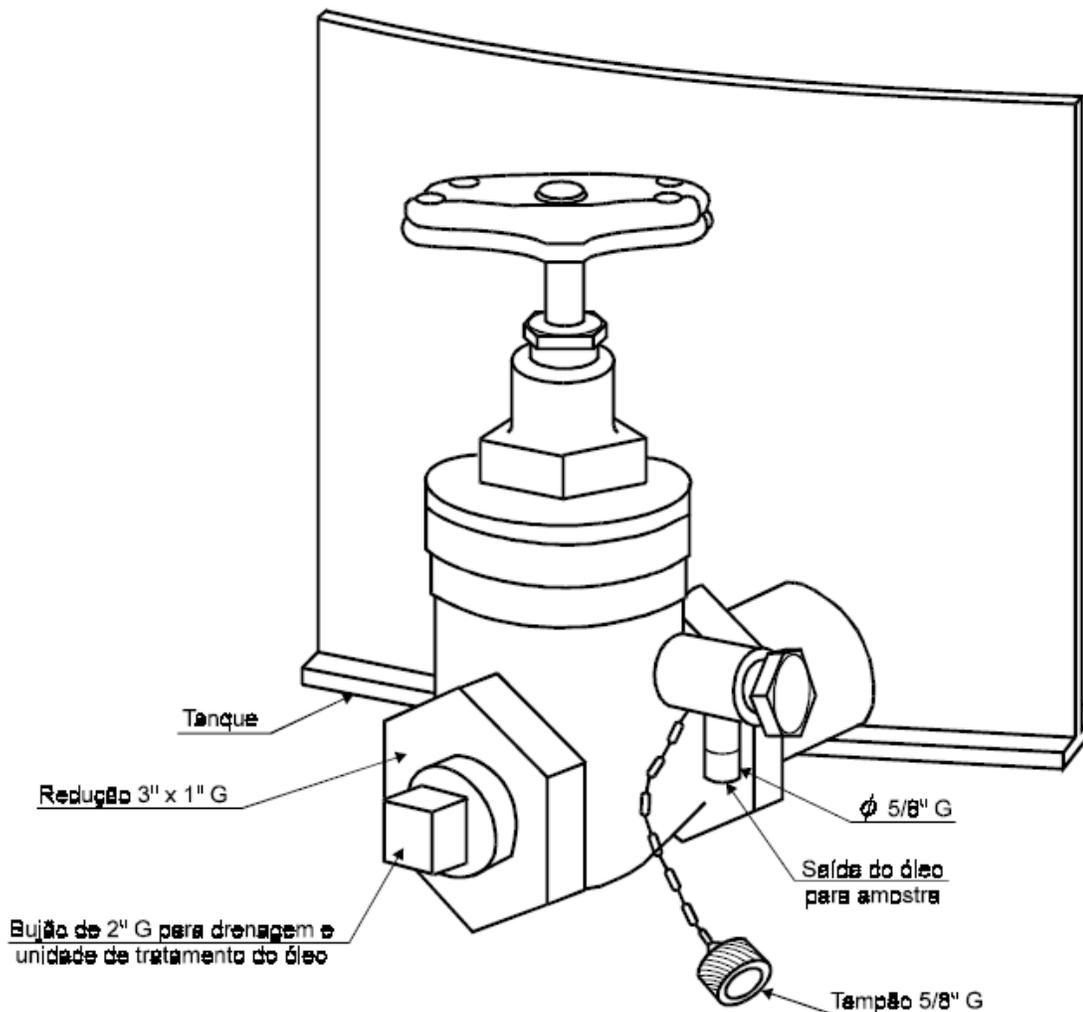
**Figura 1 – Detalhe do aterramento do núcleo**



- Legenda:
- AMA : apoio para macacos
  - CDC : comutador de derivações em carga
  - CT : caixa de concentração dos terminais do circuito de baixa tensão
  - CCT : caixa do equipamento de controle do CDC e do sistema de resfriamento forçado
  - CS : conservador de óleo
  - CSC : conservador de óleo para o CDC
  - DAP : dispositivo de alívio de pressão
  - DPC : dispositivo de proteção de variação de pressão do CDC
  - INO : indicador magnético do nível de óleo
  - INOC : indicador magnético do nível de óleo do CDC
  - ITE : indicador de temperatura do enrolamento
  - ITO : indicador de temperatura do óleo
  - MATA : meios de aterramento do tanque
  - PI : placa de identificação
  - RAO : registro para amostragem do óleo isolante
  - RDO : registro para drenagem do óleo isolante
  - RB : relé detetor de gás, tipo Buchholz
  - S : purificador e desidratador de ar, de sílica gel
  - SC : purificador e desidratador de ar do CDC, de sílica gel
  - T : punho ou volante de manobra do CDST
  - UIT : unidade inferior de tratamento de óleo
  - UST : unidade superior de tratamento de óleo

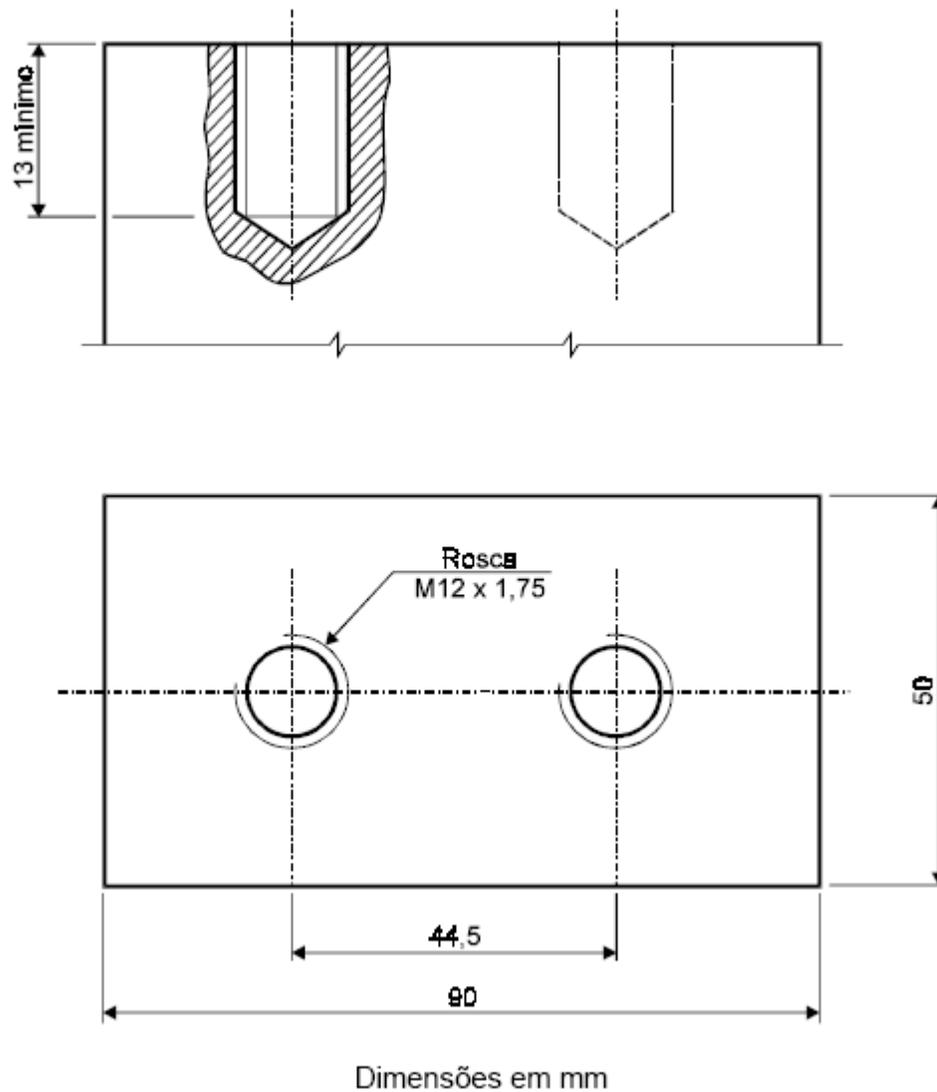
NOTA: São admissíveis pequenas variações na disposição dos acessórios, desde que as suas posições relativas sejam mantidas.

**Figura 2 - Disposição recomendada para buchas e acessórios de transformadores trifásicos**



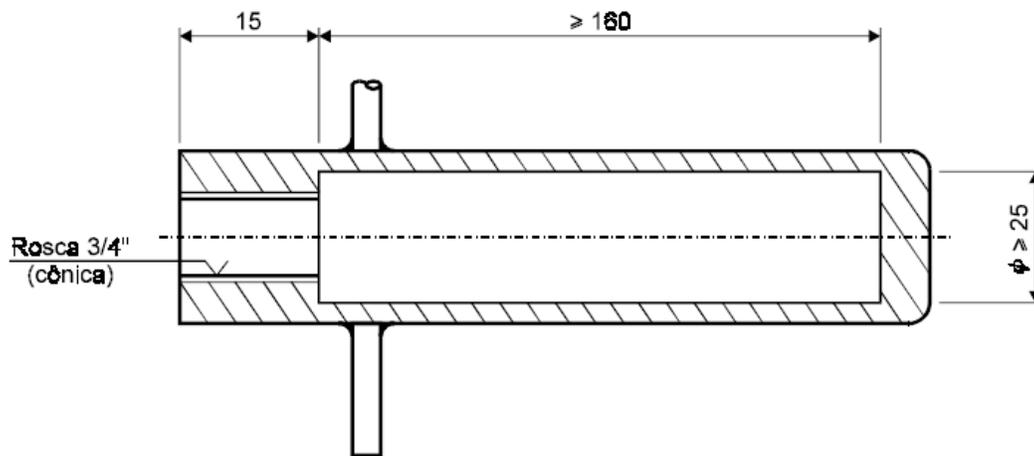
Nota: Arranjos diferentes do acima indicado, mas que garantam as mesmas funcionalidades, podem também ser aceitos

Figura 3 – Registro conjugado para drenagem, amostragem e unidade de tratamento de óleo



**Material:** Aço cobreado, liga de cobre (27 % IACS; mínimo) ou aço inoxidável com espessura mínima da camada de cobre na superfície de contato de 0,4 mm.

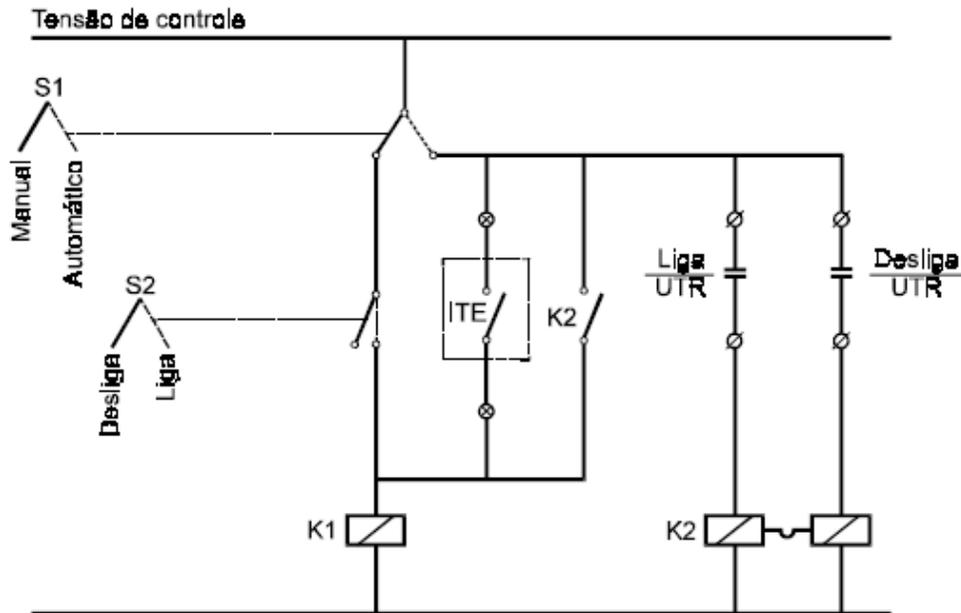
**Figura 4 - Bloco de aterramento**



Dimensões em mm

Nota: A rosca deverá ser compatível com o equipamento a ser instalado

**Figura 5 - Cavidade para inserção da sonda sensora de temperatura**



**Legenda**

- S1 - Chave seletora Manual Automático
- S2 - Chave seletora Liga-Desliga
- K1 - Contator de Força-Motor(es) Refrigeração Forçada
- ITE - Indicador de Temperatura do Enrolamento
- K2 - Contator bi-estável (com memória) auxiliar
- Liga / UTR e Desliga / UTR - Saídas Digitais Unidade Terminal. Remota
- ⊗ - Borne de ligação no transformador
- ∅ - Borne de ligação da Unidade Terminal Remota (UTR)

**Figura 6 - Esquema orientativo do circuito de refrigeração forçada**



**ANEXO A - DADOS TÉCNICOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS  
TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA COM DOIS ENROLAMENTOS**

Nome do Proponente:..... Nº da Proposta:.....

Nº da Concorrência ..... Item: .....

Nº de Unidades: ..... Data: ...../...../.....

**Nota: Os proponentes deverão enviar um Anexo A completamente preenchido para cada tipo de transformador especificado.**

Item	Descrição	Unidade	Valor
<b>A.1</b>	<b>Equipamento a ser fornecido</b>		
A.1.1	Transformador 3Ø de 2 enrolamentos		
A.1.2	Designação da conexão dos enrolamentos e deslocamento angular		
<b>A.2</b>	<b>Tipo ou modelo</b>		
<b>A.3</b>	<b>Potências nominais</b>		
	a) com resfriamento natural ONAN		
	- Primário	kVA	.....
	- Secundário	kVA	.....
	b) com resfriamento forçado ONAF I		
	- Primário	kVA	.....
	- Secundário	kVA	.....
<b>A.4</b>	<b>Tensões</b>		
	a) Primário		
	- valor nominal	kV	.....
	- nº total de derivações (de plena potência)		.....
	- nº total de derivações de tensão acima da nominal		.....
	- nº total de derivações de tensão abaixo da nominal		.....
	- percentual da tensão das derivações acima da tensão nominal	%	.....
	- percentual da tensão das derivações abaixo da tensão nominal	%	.....
	- conexão		.....



## ANEXO A - DADOS TÉCNICOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS

(Continuação)

Item	Descrição	Unidade	Valor
	b) Secundário - valor nominal - nº total de derivações (de plena potência) - nº total de derivações de tensão acima da nominal - nº total de derivações de tensão abaixo da nominal - percentual da tensão das derivações acima da tensão nominal - percentual da tensão das derivações abaixo da tensão nominal - conexão	kV	.....
		kV	.....
		%	.....
		%	.....
		kV	.....
		kV	.....
<b>A.5</b>	<b>Níveis de Isolamento</b>		
	a) tensão suportável de impulso atmosférico		
	- Neutro secundário	kV pico	...../.....
	- Primário	kV pico	.....
	- Secundário	kV pico	.....
	b) tensão suportável à frequência industrial		
	- Neutro secundário	kV eficaz	...../.....
	- Primário	kV eficaz	.....
	- Secundário	kV eficaz	.....
<b>A.6</b>	<b>Correntes Nominais</b>		
	a) Primário		
	ONAN	A	.....
	ONAF I	A	.....
	b) Secundário		
	ONAN	A	.....
	ONAF I	A	.....
	c) Terciário		
	ONAN	A	.....



| | ONAF I | | A | | .....



## ANEXO A - DADOS TÉCNICOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS

(Continuação)

Item	Descrição	Unidade	Valor
A.7	<b>Corrente de excitação, com 100% da tensão nominal, medida no enrolamento:</b>		
	- Primário	A	.....
	- Secundário	A	.....
	Indicar a derivação na qual a corrente é garantida	kV	.....
A.8	<b>Perdas em vazio, com 100% da tensão nominal, nas derivações nominais, a 75°C</b>	W	.....
	Indicar as derivações	kV	.....
A.9	<b>Perdas em vazio, com 100% da tensão nominal, nas derivações de maior tensão, a 75°C</b>	W	.....
	Indicar as derivações	kV	.....
A.10	<b>Perdas em carga, nas derivações nominais, a 75°C, com 100% da tensão nominal de derivação, referidas à potência do transformador com:</b>		
	a) refrigeração natural Primário/Secundário	W	.....
	b) refrigeração forçada ONAF I Primário/Secundário	W	.....
	Indicar as derivações	kV	.....
A.11	<b>Perdas totais, nas derivações nominais, a 75°C, com 100% da tensão nominal de derivação, referidas à potência do transformador com:</b>		
	a) refrigeração natural Primário/Secundário	W	.....
	b) refrigeração forçada ONAF I Primário/Secundário	W	.....
	Indicar as derivações	kV	.....
A.12	<b>Impedâncias percentuais referidas a 75°C</b>		
	a) Primário/Secundário		
	- valor	%	.....
	- base	kVA	.....
	- relação	kV/kV	.....



**ANEXO A - DADOS TÉCNICOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS  
(Continuação)**

Item	Descrição	Unidade	Valor
<b>A.13</b> <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Outros tipos de papel (informar) .....	<b>Papel Termoestabilizado (indicar):</b>		
<b>A.14</b> a) enrolamentos b) topo do óleo	<b>Características de Elevação de Temperatura</b>	°C °C	..... .....
<b>A.15</b>	<b>Lista de Desvios e Exceções à Especificação (apresentar no Anexo)</b>		



**ANEXO B - DADOS TÉCNICOS INFORMATIVOS  
TRANSFORMADORES DE DOIS ENROLAMENTOS**

Nome do Proponente:..... Nº da Proposta:.....

Nº da Concorrência ..... Item: .....

Nº de Unidades: ..... Data: ...../...../.....

**Nota: Os proponentes deverão enviar um Anexo B completamente preenchido para cada tipo de transformador especificado.**

Item	Descrição	Unidade	Valor
<b>B.1</b>	<b>Correntes de Excitação, medidas no enrolamento:</b>		
	a) com 90% da tensão nominal		
	- Primário	A	.....
	- Secundário	A	.....
	- Indicar derivação	kV	.....
	b) com 110% da tensão nominal		
- Primário	A	.....	
- Secundário	A	.....	
- Indicar derivação	kV	.....	
<b>B.2</b>	<b>Perdas em vazio, nas derivações de maior tensão, referidas a 75°C</b>		
	<b>Indicar as derivações:</b>	KV	.....
	a) com 90% da tensão nominal	W	.....
	b) com 110% da tensão nominal	W	.....
<b>B.3</b>	<b>Potencia necessária para o resfriamento (ventiladores)</b>		
	- 1º estágio	W	.....
<b>B.4</b>	<b>Dimensões máximas</b>		
	- comprimento	mm	.....
	- largura	mm	.....
	- altura	mm	.....
	- altura até a tampa	mm	.....
	- altura para levantamento da parte ativa	mm	.....
- maior altura para retirada das buchas ou da tampa	mm	.....	
<b>B.5</b>	<b>Massas</b>		
	- parte ativa	kg	.....
	- tanque e acessórios	kg	.....
	- óleo isolante	kg	.....



	- papel isolante	kg	.....
	- total	kg	.....



**ANEXO B - DADOS TECNICOS INFORMATIVOS (Continuação)**

Item	Descrição	Unidade	Valor
<b>B.6</b>	<b>Dimensões e Pesos para Transporte</b>		
	- comprimento	mm	.....
	- largura	mm	.....
	- altura	mm	.....
	- peso de peça mais pesada	daN	.....
<b>B.7</b>	<b>Os radiadores suportam pleno vácuo?</b> ( ) Sim ( ) Não		
<b>B.8</b>	<b>Densidade máxima de fluxo com tensão e correntes nominais</b>	T	.....
<b>B.9</b>	<b>Reatância dos enrolamentos, por fase, sem o núcleo</b>		
	- Primário	$\Omega$	.....
	- Secundário	$\Omega$	.....
<b>B.10</b>	<b>Número de espiras nos enrolamentos</b>		
	- Primário		.....
	- Secundário		.....
<b>B.11</b>	<b>Regulação</b>		
	a) Primário/Secundário		
	• $\cos\phi = 0,8$ e resfriamento:		
	- ONAN	%	.....
- ONAF I	%	.....	
• $\cos\phi = 1,0$ e resfriamento:			
- ONAN	%	.....	
- ONAF I	%	.....	
<b>B.12</b>	<b>Rendimento</b>		
	a) $\cos\phi = 0,8$ e potência:		
	- 25% da nominal	%	.....
	- 50% da nominal	%	.....
	- 75% da nominal	%	.....
	- 100% da nominal	%	.....
	b) $\cos\phi = 1,0$ e potência:		
	- 25% da nominal	%	.....
- 50% da nominal	%	.....	
- 75% da nominal	%	.....	
- 100% da nominal	%	.....	



**ANEXO C - OUTRAS INFORMAÇÕES A SEREM FORNECIDAS  
COM A PROPOSTA  
TRANSFORMADORES DE DOIS ENROLAMENTOS**

**Nome do Proponente:**..... **Nº da Proposta:**.....

**Nº da Concorrência** ..... **Item:** .....

**Nº de Unidades:** ..... **Data:** ...../...../.....

**Nota: Os proponentes deverão enviar um Anexo C completamente preenchido para cada tipo de transformador especificado.**

Item	Descrição	Referência (Desenho ou catálogo)
C.1	Óleo isolante: designação, volume, tipo, características e exceções à Resolução ANP nº 25/2005 e do seu Regulamento Técnico nº 4/2005.	
C.2	Desenho de dimensões externas contendo a localização dos principais componentes do Transformador, dimensões máximas do equipamento montado, massas dos principais componentes	
C.3	Desenho de disposição e dimensões do núcleo	
C.4	Curva de Saturação	
C.5	Disposição, tipo e dimensões das bobinas dos enrolamentos em relação ao núcleo	
C.6	Curva de Sobretensões (V x t) suportadas pelo transformador	
C.7	Descrição do método utilizado no ensaio para determinação da impedância de seqüência zero.	
C.8	Aspectos nos quais o Transformador oferecido e seus acessórios não atendem às condições de carga, indicadas nas normas ANBT aplicáveis	
C.9	Processo utilizado para pintura e proteção contra a corrosão do tanque, radiadores, caixas, tubulações e demais componentes metálicos do transformador	
C.10	Pressões de operação do tanque - nominal - máxima	
C.11	Pressão de operação dos radiadores: - nominal - máxima	



C.12	Compartimentos do Transformador que não suportam pleno vácuo	
C.13	Outros catálogos e desenhos (listá-los)	



**ANEXO D - LISTA DE COMPONENTES E ACESSÓRIOS  
TRANSFORMADORES DE DOIS ENROLAMENTOS**

Nome do Proponente:..... Nº da Proposta:.....

Nº da Concorrência .....Item: .....

Nº de Unidades: ..... Data: ...../...../.....

**Nota: Os proponentes deverão enviar um Anexo D completamente preenchido para cada tipo de transformador especificado.**

Item	Descrição	Características	Quantidade fornecida por Unidade
<b>D.1</b>	Bucha do Primário:		
	- Tensão nominal (kV)		
	- Corrente nominal (A)		
	- Fabricante		
	- Tipo		
	- Tensão suportável de impulso atmosférico (kV pico)		
<b>D.2</b>	Bucha do Secundário:		
	- Tensão nominal (kV)		
	- Corrente nominal (A)		
	- Fabricante		
	- Tipo		
	- Tensão suportável de impulso atmosférico (kV pico)		
<b>D.3</b>	Bucha do Neutro do Secundário:		
	- Tensão nominal (kV)		
	- Corrente nominal (A)		
	- Fabricante		
	- Tipo		
	- Tensão suportável de impulso atmosférico (kV pico)		



### ANEXO D - LISTA DE COMPONENTES E ACESSÓRIOS (Continuação)

Item	Descrição	Características	Quantidade fornecida por Unidade
<b>D.4</b>	TC tipo Bucha para o Primário:		
	- Fabricante		
	- Tipo		
	- Classe e Carga		
	- Relação de Transformação		
	- Fator Térmico		
<b>D.5</b>	TC tipo Bucha para o Secundário:		
	- Fabricante		
	- Tipo		
	- Classe e Carga		
	- Relação de Transformação		
	- Fator Térmico		
<b>D.6</b>	TC tipo Bucha para Neutro do Secundário:		
	- Fabricante		
	- Tipo		
	- Classe e Carga		
	- Relação de Transformação		
	- Fator Térmico		
<b>D.7</b>	Caixa hermética para os terminais dos TC's de Bucha		
<b>D.8</b>	Indicador de Temperatura do enrolamento		
	- Fabricante		
	- Tipo		
	- Nº de contatos NA		
	- Faixa de ajuste dos contatos		
	- Faixa de indicação da escala do mostrador		
	- Diâmetro do mostrador		
<b>D.9</b>	Transdutor de temperatura do enrolamento:		
	- Corrente de saída		



	- Tensão de alimentação		
	- Fabricante / tipo		



### ANEXO D - LISTA DE COMPONENTES E ACESSÓRIOS (Continuação)

Item	Descrição	Características	Quantidade fornecida por Unidade
D.10	Cavidade para inserção de sonda sensora, para o indicador de temperatura do enrolamento		
D.11	Cavidade para inserção de sonda sensora, para o indicador de temperatura do óleo		
D.12	TC de Bucha para indicação de temperatura do enrolamento:		
	- Enrolamento onde está instalado o TC		
	- Fabricante		
	- Tipo		
	- Classe e carga		
	- Relação de transformação		
	- Fator térmico		
D.13	Óleo isolante 1º enchimento (massa em kg):		
	- Proponente		
	- Tipo		
D.14	Indicador de nível de óleo		
	- Fabricante		
	- Tipo		
	- Nº de contatos NA		
	- Nº de contatos NF		
	- Diâmetro do mostrador (mm)		
D.15	Relé detetor de gás tipo Buchholz		
	- Fabricante		
	- Tipo		
	- Nº de contatos NA		
	- Nº de contatos NF		
D.16	Dispositivo de sinalização de operação do relé Buchholz		
	- Fabricante		
	- Tipo		
D.17	Tanque do conservador de óleo		
D.18	Carga de nitrogênio ou ar seco para transporte (kg)		
D.19	Bolsa ou membrana de borracha sintética para o tanque do conservador		
D.20	Manômetro tipo mostrador para óleo (se aplicável)		
	- Fabricante		
	- Tipo		



## ANEXO D - LISTA DE COMPONENTES E ACESSÓRIOS (Continuação)

Item	Descrição	Características	Quantidade fornecida por Unidade
<b>D.21</b>	Indicador de temperatura do óleo isolante:		
	- Fabricante		
	- Tipo		
	- N° de contatos NA		
	- N° de contatos NF		
	- Faixa de ajuste dos contactos		
	- Faixa de indicação da escala do mostrador		
	- Diâmetro do mostrador		
<b>D.22</b>	Transdutor de temperatura do óleo isolante		
	- Corrente de saída		
	- Tensão de alimentação		
	- Fabricante		
	- Tipo		
<b>D.23</b>	Respirador com secador de ar		
	- Fabricante		
	- Tipo		
<b>D.24</b>	Válvula de alívio de sobrepresão interna		
	- N° de contatos de desligamento		
	- Indicação de operação		
	- Fabricante		
	- Tipo		
<b>D.25</b>	Ventiladores		
	- Fabricante		
	- Tipo		
	- Fluxo de ar (m <sup>3</sup> /s)		
<b>D.26</b>	Motores de acionamento dos ventiladores		
	- Fabricante		
	- Tipo		
	- Tensão (V)		
	- Corrente de partida (A)		
	- Corrente em regime permanente (A)		
	- Velocidade (rpm)		
<b>D.27</b>	Sistema de comando, controle e proteção dos motores dos ventiladores		
	- Fabricante		
	- Tipo		



## ANEXO D - LISTA DE COMPONENTES E ACESSÓRIOS (Continuação)

**Nota:** Para todos os registros listados a seguir, indicar o tipo construtivo (gaveta, esfera, borboleta, etc).

Item	Descrição	Características	Quantidade fornecida por Unidade
<b>D.28</b>	Registro de drenagem na parte inferior do tanque		
	- Fabricante		
	- Tipo		
	- Diâmetro (mm)		
<b>D.29</b>	Registro de drenagem com conexão para unidade de tratamento de óleo e redução hermética para retirada de amostras de óleo		
	- Fabricante		
	- Tipo		
	- Diâmetros (mm)		
	- Drenagem e tratamento		
	- Amostragem		
<b>D.30</b>	Registro com conexão para unidade de tratamento de óleo situada na parte superior do tanque		
	- Fabricante		
	- Tipo		
	- Diâmetro (mm)		
<b>D.31</b>	Registro com conexão para unidade de tratamento de óleo situada na parte inferior do tanque		
	- Fabricante		
	- Tipo		
	- Diâmetro (mm)		
<b>D.32</b>	Registro para retirada de amostra de óleo (não combinado com outros registros)		
	- Fabricante		
	- Tipo		
	- Diâmetro (mm)		
<b>D.33</b>	Registro para drenagem do óleo do conservador		
	- Fabricante		
	- Tipo		
	- Diâmetro (mm)		



## ANEXO D - LISTA DE COMPONENTES E ACESSÓRIOS (Continuação)

Item	Descrição	Características	Quantidade fornecida por Unidade
<b>D.34</b>	Registro de passagem entre o conservador e o relé de gás tipo Buchholz:		
	- Fabricante		
	- Tipo		
	- Diâmetro (mm)		
<b>D.35</b>	Registro de passagem entre o relé de gás tipo Buchholz e o tanque principal (idêntico a D.52):		
	- Fabricante		
	- Tipo		
	- Diâmetro (mm)		
<b>D.36</b>	Janela de visita na tampa		
	- Forma		
	- Dimensões (mm)		
<b>D.37</b>	Janela para inspeção		
	- Forma		
	- Dimensões (mm)		
<b>D.38</b>	Bloco terminal para aterramento do Transformador		
	- Secção (mm <sup>2</sup> ) dos cabos que podem ser conectados ao bloco		
<b>D.39</b>	Caixa hermética com bornes terminais para conexão de cabos de força, de proteção e de controle:		
	- Dimensões (mm)		
<b>D.40</b>	Olhal para tração do Transformador		
	- Diâmetro (mm)		
<b>D.41</b>	Olhal para levantar a tampa		
	- Diâmetro (mm)		
<b>D.42</b>	Olhal para levantar o conservador		
	- Diâmetro (mm)		
<b>D.43</b>	Olhal para levantar os radiadores		
	- Diâmetro (mm)		
<b>D.44</b>	Dispositivo para levantar o Transformador		
<b>D.45</b>	Dispositivo para levantar a parte ativa		
<b>D.46</b>	Base para arraste do Transformador		
<b>D.47</b>	Apoio para macacos		



### ANEXO D - LISTA DE COMPONENTES E ACESSÓRIOS (Continuação)

Item	Descrição	Características	Quantidade fornecida por Unidade
D.48	Placa de identificação		
D.49	Placa diagramática		
D.50	Conectores terminais do Primário:		
	- Fabricante		
	- Tipo		
D.51	Conectores terminais do Secundário:		
	- Fabricante		
	- Tipo		
	Conectores terminais do Neutro do Secundário:		
	- Fabricante		
	- Tipo		
	Outros acessórios (listar a seguir)		



**ANEXO E – COTAÇÃO DE PEÇAS DE RESERVA  
TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA**

Nome do Proponente:..... Nº da Proposta:.....

Nº da Concorrência .....Item: .....

Nº de Unidades: ..... Data: ...../...../.....

**Nota: Os proponentes deverão enviar um Anexo D completamente preenchido para cada tipo de transformador especificado.**

**E.1 - Cotação de Peças de Reserva Especificadas**

<b>Item</b>	<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade Especificada</b>	<b>Preço Unitário FOB</b>
E.1.1	Bucha do Primário, completa, com todos seus acessórios	pç	1	
E.1.2	Bucha de Secundário, completa, com todos seus acessórios	pç	1	
E.1.3	Bucha de Neutro do Secundário, completa, com todos seus acessórios	pç	1	
E.1.4	Moto-ventilador completo	cj	1	
E.1.5	Indicador de nível de óleo do tanque principal	pç	1	
E.1.6	Dispositivo de alívio de sobrepressão	pç	1	
E.1.7	Indicador de temperatura do óleo, completo	cj	1	
E.1.8	Indicador de temperatura do enrolamento	cj	1	
E.1.9	Sistema completo de indicação de temperatura do enrolamento	cj	1	
E.1.10	Relé de gás tipo Buchholz	pç	1	
E.1.11	Monitor eletrônico de temperatura (se aplicável)	pç	1	
E.1.12	Um comutador sob carga completo	cj	1	
E.1.13	Um jogo de contatos do comutador sob carga	cj	1	
E.1.14	Um moto redutor do comutador sob carga	cj	1	
E.1.15	Outros tipos de acessórios (listar a seguir)	cj	1	



**Nota:**

O Proponente deve, obrigatoriamente, cotar as peças de reserva listadas anteriormente. Os custos serão considerados na avaliação de preços das propostas.



## E.2 - COTAÇÃO DE PEÇAS DE RESERVA RECOMENDADAS

O Proponente deve completar a planilha que segue com as peças de reserva não incluídas no Anexo E.1, que em sua opinião são recomendáveis para a manutenção dos equipamentos.

Item	Descrição	Unidade	Quantidade Sugerida	Preço Unitário FOB



**Nota:**

Os custos destas peças não serão considerados na avaliação de preços da proposta.

**ANEXO F- LISTA DE DESVIOS E EXCEÇÕES À ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA**

Quaisquer características ou exigências que diferirem dessa Especificação Técnica deverão ser indicadas clara e detalhadamente abaixo. A não indicação implicará no reconhecimento por parte do Proponente de que todos os requisitos especificados serão atendidos. A constatação durante a fabricação ou inspeção de desvios ou exceções não indicados na Proposta, implicará na rejeição automática do material sem quaisquer ônus ou obrigações por parte da Contratante. A Contratante se reserva o direito de aceitar ou não os desvios e exceções apresentados.

**Nota: Os proponentes deverão enviar um Anexo F completamente preenchido para cada tipo de transformador de potência especificado. Se não houver exceções à Especificação esse fato deve ser explicitado no Anexo F de cada tipo de transformador proposto**

Item da Especificação	Desvio ou exceção apresentada



## ANEXO G - PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA COBERTOS POR ESSA ESPECIFICAÇÃO

### DESCRIÇÃO TÉCNICA DOS TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA TRIFÁSICOS

**TIPO 1** Autotransformador **138 - 69kV, Potencia ONAN 40 MVA, ONAF 50 MVA**, com Comutador de Derivações em Carga na AT, faixa de tensão - 10% e + 10% -16 x 1,25% de "UN", Diagrama Fasorial YY aterrado, terciário em  $\Delta$  13,8kV 5MVA, impedância 60 Hz - relações nominais 9% base 20 MVA, a ser utilizado em paralelo com transformador existente, tensão serviço auxiliar 220/127 Vca - 4 fios, TC's de bucha AT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1, 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, TC's de bucha de BT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, TC's de bucha de neutro: 01 para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM

**TIPO 2** Transformador **138 - 69kV, Potencia ONAN 20 MVA, ONAF 26,6 MVA**, com Comutador de Derivações em Carga na AT, faixa de tensão - 10% e + 10% -16 x 1,25% de "UN", Diagrama Fasorial YY aterrado, terciário em  $\Delta$  13,8kV 5MVA, impedância 60 Hz - relações nominais 9% base 20 MVA, a ser utilizado em paralelo com transformador existente, tensão serviço auxiliar 220/127 Vca - 4 fios, TC's de bucha AT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1, 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, TC's de bucha de BT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, TC's de bucha de neutro: 01 para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM

**TIPO 3** Transformador **138 - 34,5 kV, potencia ONAN 5 MVA, ONAF 6,25 MVA**, com comutador de derivações em carga na AT, faixa de tensão - 10% e + 10% -16 x 1,25% de "UN", Diagrama Fasorial DYn1, impedância 60 Hz - relações nominais 7% base 5 MVA, a ser utilizado em paralelo com transformador existente, tensão serviço auxiliar 220/127 Vca - 4 fios, TC's de bucha AT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1, 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, TC's de bucha de BT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, TC's de bucha de neutro: 01 para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM

**TIPO 4** Transformador **138 - 13,8kV, Potencia ONAN 20 MVA, ONAF 26,6 MVA**, com Comutador de Derivações em Carga na AT, faixa de tensão - 10% e + 10% -16 x 1,25% de "UN", Diagrama Fasorial DYn1, impedância 60 Hz - relações nominais 9% base 20 MVA, a ser utilizado em paralelo com transformador existente, tensão serviço auxiliar 220/127 Vca - 4 fios, TC's de bucha AT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1, 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, TC's de bucha de BT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, TC's de bucha de neutro: 01 para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM

**TIPO 5** Transformador **138 - 13,8kV, Potencia ONAN 10 MVA, ONAF 12,5 MVA**, com Comutador de Derivações em Carga na AT, faixa de tensão - 10% e + 10% - 16 x 1,25% de "UN", Diagrama Fasorial DYn1, impedância 60 Hz - relações nominais 8% base 10 MVA, a ser utilizado em paralelo com transformador existente, tensão serviço auxiliar 220/127 Vca - 4 fios, TC's de bucha AT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1, 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, TC's de bucha de BT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, TC's de bucha de neutro: 01 para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM



## DESCRIÇÃO TÉCNICA DOS TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA TRIFÁSICOS

**TIPO 6** Transformador **138 - 13,8kV, Potencia ONAN 5 MVA, ONAF 6,25 MVA**, com Comutador de Derivações em Carga na AT, faixa de tensão - 10% e + 10% -16 x 1,25% de "UN", Diagrama Fasorial DYn1, impedância 60 Hz - relações nominais 7% base 5 MVA, a ser utilizado em paralelo com transformador existente, tensão serviço auxiliar 220/127 Vca - 4 fios, TC's de bucha AT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1, 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, TC's de bucha de BT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, TC's de bucha de neutro: 01 para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM

**TIPO 7** Transformador **69 - 34,5kV, Potencia ONAN 20 MVA, ONAF 26,6 MVA**, com Comutador de Derivações em Carga na AT, faixa de tensão - 10% e + 10% -16 x 1,25% de "UN", Diagrama Fasorial DYn1, impedância 60 Hz - relações nominais 9% base 20 MVA, a ser utilizado em paralelo com transformador existente, tensão serviço auxiliar 220/127 Vca - 4 fios, TC's de bucha AT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1, 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, TC's de bucha de BT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, TC's de bucha de neutro: 01 para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM

**TIPO 8** Transformador **69 - 34,5kV, Potencia ONAN 10 MVA, ONAF 12,5 MVA**, com Comutador de Derivações em Carga na AT, faixa de tensão - 10% e + 10% -16 x 1,25% de "UN", Diagrama Fasorial DYn1, impedância 60 Hz - relações nominais 8% base 10 MVA, a ser utilizado em paralelo com transformador existente, tensão serviço auxiliar 220/127 Vca - 4 fios, TC's de bucha AT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1, 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, TC's de bucha de BT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, TC's de bucha de neutro: 01 para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM

**TIPO 9** Transformador **69 - 34,5kV, Potencia ONAN 10 MVA, ONAF 12,5 MVA**, com Comutador de Derivações em Carga na AT, faixa de tensão - **+8/-16 x 1,25%** de "UN", Diagrama Fasorial DYn1, impedância 60 Hz - relações nominais 8% base 10 MVA, a ser utilizado em paralelo com transformador existente, tensão serviço auxiliar **380/220** Vca - 4 fios, TC's de bucha AT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1, 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, TC's de bucha de BT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, TC's de bucha de neutro: 01 para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM

**TIPO 10** Transformador **69 - 34,5kV, Potencia ONAN 5 MVA, ONAF 6,25 MVA**, com Comutador de Derivações em Carga na AT, faixa de tensão - **- 10% e + 10% -16 x 1,25%** de "UN", Diagrama Fasorial DYn1, impedância 60 Hz - relações nominais 8% base 10 MVA, a ser utilizado em paralelo com transformador existente, tensão serviço auxiliar **220/127** Vca - 4 fios, TC's de bucha AT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1, 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, TC's de bucha de BT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, TC's de bucha de neutro: 01 para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM

**TIPO 11** Transformador **69 - 13,8kV, Potencia ONAN 20 MVA, ONAF 26,6 MVA**, com Comutador de Derivações em Carga na AT, faixa de tensão - **10% e + 10% -16 x 1,25%** de "UN", Diagrama Fasorial DYn1, impedância 60 Hz - relações nominais 9% base 20 MVA, a ser utilizado em paralelo com transformador existente, tensão serviço auxiliar **220/127** Vca - 4 fios, TC's de bucha AT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1, 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, TC's de bucha de BT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, TC's de bucha de neutro: 01 para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM



### DESCRIÇÃO TÉCNICA DOS TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA TRIFÁSICOS

**TIPO 12** Transformador **69 - 13,8kV, Potencia ONAN 20MVA, ONAF 25 MVA**, com Comutador de Derivações em Carga na AT, faixa de tensão - **+8/-16x 1,25%** de "UN", Diagrama Fasorial DYn1, impedância 60 Hz - relações nominais 8% base 10 MVA, a ser utilizado em paralelo com transformador existente, tensão serviço auxiliar **380/220** Vca - 4 fios, TC's de bucha AT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1, 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, TC's de bucha de BT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, TC's de bucha de neutro: 01 para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM

**TIPO 13** Transformador **69 - 13,8kV, Potencia ONAN 20MVA, ONAF 25 MVA**, com Comutador de Derivações em Carga na AT, faixa de tensão - **- 10% e + 10% -16 x 1,25% (-20% e +10% 24x1,25% p/EDAL)** de "UN", Diagrama Fasorial DYn1, impedância 60 Hz - relações nominais 8% base 10 MVA **(10% na base 20 MVA p/EDAL)**, a ser utilizado em paralelo com transformador existente, tensão serviço auxiliar **220/127**Vca - 4 fios, TC's de bucha AT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1, 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, TC's de bucha de BT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, TC's de bucha de neutro: 01 para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM -

**TIPO 14** Transformador **69 - 13,8kV, Potencia ONAN 15 MVA, ONAF 20 MVA**, com Comutador de Derivações em Carga na AT, faixa de tensão - **+8/-16x 1,25% (-20% e +10% 24x1,25% p/EDAL)** de "UN", Diagrama Fasorial DYn1, impedância 60 Hz - relações nominais 8% base 10 MVA **(8% na base 15 MVA p/EDAL)**, a ser utilizado em paralelo com transformador existente, tensão serviço auxiliar **380/220** Vca **(220/127 Vca p/EDAL)**- 4 fios, TC's de bucha AT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1, 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, TC's de bucha de BT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, TC's de bucha de neutro: 01 para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM

**TIPO 15** Transformador **69 - 13,8kV, Potencia ONAN 10 MVA, ONAF 12,5 MVA**, com Comutador de Derivações em Carga na AT, faixa de tensão - 10% e + 10% -16 x 1,25% de "UN", Diagrama Fasorial DYn1, impedância 60 Hz - relações nominais 8% base 10 MVA, a ser utilizado em paralelo com transformador existente, tensão serviço auxiliar **220/127** Vca - 4 fios, TC's de bucha AT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1, 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, TC's de bucha de BT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, TC's de bucha de neutro: 01 para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM

**TIPO 16** Transformador **69 - 13,8kV, Potencia ONAN 10 MVA, ONAF 12,5 MVA**, com Comutador de Derivações em Carga na AT, faixa de tensão - **+8/-16x 1,25%** de "UN", Diagrama Fasorial DYn1, impedância 60 Hz - relações nominais 8% base 10 MVA, a ser utilizado em paralelo com transformador existente, tensão serviço auxiliar **380/220** Vca - 4 fios, TC's de bucha AT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1, 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, TC's de bucha de BT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, TC's de bucha de neutro: 01 para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM

**TIPO 17** Transformador **69 - 13,8kV, Potencia ONAN 10 MVA, ONAF 12,5 MVA**, **sem** Comutador de Derivações em Carga na AT, faixa de tensão - **10% e + 10% -16 x 1,25% (-12,5% e +5% 7x2,5% p/EDAL)** de "UN", Diagrama Fasorial DYn1, impedância 60 Hz - relações nominais 8% base 10 MVA, a ser utilizado em paralelo com transformador existente, tensão serviço auxiliar **220/127** Vca - 4 fios, TC's de bucha AT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1, 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, TC's de bucha de BT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, TC's de bucha de neutro: 01 para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM



## DESCRIÇÃO TÉCNICA DOS TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA TRIFÁSICOS

**TIPO 18** Transformador 69 - 13,8kV, Potencia ONAN 5 MVA, ONAF 6,25 MVA, **com** Comutador de Derivações em Carga na AT, faixa de tensão - 10% e + 10% -16 x 1,25% de "UN", Diagrama Fasorial DYn1, impedância 60 Hz - relações nominais 7% base 5 MVA, a ser utilizado em paralelo com transformador existente, tensão serviço auxiliar **220/127** Vca - 4 fios, TC's de bucha AT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1, 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, TC's de bucha de BT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, TC's de bucha de neutro: 01 para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM

**TIPO 19** Transformador 69 - 13,8kV, Potencia ONAN 5 MVA, ONAF 6,25 MVA, **sem** Comutador de Derivações em Carga na AT, faixa de tensão +8/-16x 1,25% de "UN", Diagrama Fasorial DYn1, impedância 60 Hz - relações nominais 7% base 5 MVA, a ser utilizado em paralelo com transformador existente, tensão serviço auxiliar **380/220** Vca - 4 fios, TC's de bucha AT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1, 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, TC's de bucha de BT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, TC's de bucha de neutro: 01 para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM

**TIPO 20** Transformador 69 - 13,8kV, Potencia ONAN 5 MVA, ONAF 6,25 MVA, **sem** Comutador de Derivações em Carga na AT, faixa de tensão - 10% e + 10% -16 x 1,25% de "UN", Diagrama Fasorial DYn1, impedância 60 Hz - relações nominais 7% base 5 MVA, a ser utilizado em paralelo com transformador existente, tensão serviço auxiliar **220/127** Vca - 4 fios, TC's de bucha AT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1, 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, TC's de bucha de BT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, TC's de bucha de neutro: 01 para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM

**TIPO 21** Transformador 34,5 - 13,8kV, Potencia ONAN 5 MVA, ONAF 6,25 MVA, **sem** Comutador de Derivações em Carga na AT, faixa de tensão +1/-4x2,5% de "UN", Diagrama Fasorial DYn1, impedância 60 Hz - relações nominais 7% base 5 MVA, a ser utilizado em paralelo com transformador existente, tensão serviço auxiliar **380/220** Vca - 4 fios, TC's de bucha AT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1, 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, TC's de bucha de BT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, TC's de bucha de neutro: 01 para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM

**TIPO 22** Transformador 34,5 - 13,8kV, Potencia ONAN 5 MVA, ONAF 6,25 MVA, **com** Comutador de Derivações em Carga na AT, faixa de tensão - 10% e + 10% -16 x 1,25% de "UN", Diagrama Fasorial DYn1, impedância 60 Hz - relações nominais 7% base 5 MVA, a ser utilizado em paralelo com transformador existente, tensão serviço auxiliar **220/127** Vca - 4 fios, TC's de bucha AT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1, 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, TC's de bucha de BT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, TC's de bucha de neutro: 01 para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM

**TIPO 23** Transformador 69 - 13,8kV, Potencia ONAN 20 MVA, ONAF 26,6 MVA, **com** Comutador de Derivações SEM Carga na AT (69 kV com mais ou menos 2 x2,5%), Comutador de Tensão na BT EM CARGA (13,8 kV com mais ou menos 8 x 1,25%), Diagrama Fasorial DYN1, impedância 60 Hz - relações nominais 13,9% base 26,6 MVA, a ser utilizado em paralelo com transformador existente, tensão serviço auxiliar 380/220 Vca - 4 fios, TC's de bucha AT: 01 por fase para medição 1,2C50 FT=1 - 600/300 - 5A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1, 600/300 - 5A RM, TC's de bucha de BT: 01 por fase para medição 1,2C50 FT=1,5 - 1200 - 5 A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1,5 - 1200- 5 A RM, TC's de bucha de neutro: 01 para proteção 10B200 FT=1 - 300 - 5 A RM. CONFORME ESPECIFICAÇÃO ET-ELB-005-2012



### DESCRIÇÃO TÉCNICA DOS TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA TRIFÁSICOS

**TIPO 24** Transformador **69 - 13,8kV, Potencia ONAN 20 MVA, ONAF 26,6 MVA**, com Comutador de Derivações em Carga na AT, faixa de tensão **- 10% e + 10% -16 x 1,25%** de "UN", Diagrama Fasorial DYn1, impedância 60 Hz - relações nominais 9% base 20 MVA, a ser utilizado em paralelo com transformador existente, tensão serviço auxiliar **380/220/ Vca** - 4 fios, TC's de bucha AT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1, 600/500/450/400/300/250/ 200/150/100/50 - 5A RM, TC's de bucha de BT: 01 por fase para medição 0,3C50 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, 02 por fase para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM, TC's de bucha de neutro: 01 para proteção 10B200 FT=1 - 1400/1200/1100/900/700/600/500/300/200/100 - 5 A RM

**EDAC = Eletrobras Distribuição Acre**

**EDRO = Eletrobras Distribuição Rondônia**

**EDAL = Eletrobras Distribuição Alagoas**

**EDRR = Eletrobras Distribuição Roraima**

**EDPI = Eletrobras Distribuição Piauí**

NOTA: OS TCS DE COMPENSAÇÃO DE QUEDA NA LNHA E DE IMAGEM TÉRMICA DEVEM TER A SUA RELAÇÃO E EXATIDÃO DIMENSIONADAS PELOS RESPECTIVOS PROPONENTES / FABRICANTES.