



**MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL**  
Secretaria de Infra-estrutura Hídrica

**Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias  
Hidrográficas do Nordeste Setentrional**

**Projeto Executivo do Lote C - Eixo Leste**

# **ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA**

## **TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO DE MÉDIA TENSÃO**

**1230-EST-2801-60-08-014-R03**

**RECIFE-PE**

**C O N S Ó R C I O**

**TECHNE • PROJETEC • BRL**

**Outubro - 2008**



**PROJETEC**





**MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL**  
Secretaria de Infra-estrutura Hídrica

**Projeto de Integração do Rio São Francisco com  
Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional**

**Projeto Executivo do Lote C – Eixo Leste**

# **ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA**

## **TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO DE MÉDIA TENSÃO**

1230-EST-2801-60-08-014-R03  
RECIFE-PE

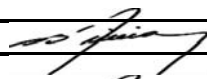
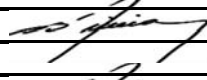
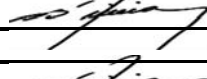

C O N S Ó R C I O

TECHNE • PROJETEC • BRLi

**Outubro-2008**



<b>Título</b> <b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA - TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO DE MÉDIA TENSÃO</b>																												<b>Número</b> <b>1230-EST-2801-60-08-014</b>							<b>Folha 1/1</b>						
Esta folha índice indica em que revisão está cada folha na emissão citada																																									
Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7	Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7	Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7	Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7						
1				X					36									71								106															
2				X					37									72								107															
3				X					38									73								108															
4				X					39									74								109															
5				X					40									75								110															
6				X					41									76								111															
7				X					42									77								112															
8				X					43									78								113															
9									44									79								114															
10									45									80								115															
11				X					46									81								116															
12									47									82								117															
13				X					48									83								118															
14				X					49									84								119															
15				X					50									85								120															
16				X					51									86								121															
17				X					52									87								122															
18				X					53									88								123															
19									54									89								124															
20									55									90								125															
21									56									91								126															
22									57									92								127															
23									58									93								128															
24									59									94								129															
25									60									95								130															
26									61									96								131															
27									62									97								132															
28									63									98								133															
29									64									99								134															
30									65									100								135															
31									66									101								136															
32									67									102								137															
33									68									103								138															
34									69									104								139															
35									70									105								140															

03	20/11/2009	Ilton Silveira	C		Revisão Geral
02	5/6/2009	Ilton Silveira	C		Revisão Geral
01	27/10/2008	Ilton Silveira	C		Revisão de Status
00	26/8/2008	Ilton Silveira	B		Emissão Inicial

Rev.	Data	Por	Em.	Aprov.	Descrição das revisões
<b>TIPO DE EMISSÃO</b>					
(A) Preliminar			(E) Para Construção		(I) de Trabalho
(B) Para Aprovação			(F) Conforme Comprado		( )
(C) Para Conhecimento			(G) Conforme Construído		( )
(D) Para Cotação			(H) Cancelado		( )

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>OBJETO E OBJETIVO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS INCLUÍDOS NO FORNECIMENTO.....</b>	<b>1</b>
1.1.1	Estação de Bombeamento EBV-1 .....	1
1.1.2	Estação de Bombeamento EBV-2 .....	1
1.1.3	Estação de Bombeamento EBV-3 .....	1
1.1.4	Estação de Bombeamento EBV-4 .....	1
1.1.5	Estrutura de Controle de Areias.....	1
1.1.6	Estrutura de Controle de Braúnas .....	2
1.1.7	Estrutura de Controle de Salgueiro .....	2
1.1.8	Estrutura de Controle de Muquém.....	2
1.1.9	Estrutura de Controle de Bagres .....	2
1.1.10	Tomada D'Água de Areias .....	2
1.1.11	Tomada D'Água de Braúnas.....	2
1.1.12	Tomada D'Água de Mandantes .....	2
1.1.13	Tomada D'Água de Salgueiro.....	2
1.1.14	Tomada D'Água de Muquém .....	3
1.1.15	Tomada D'Água de Cacimba Nova .....	3
1.1.16	Tomada D'Água de Bagres .....	3
1.1.17	Tomada D'Água de Copiti .....	3
1.1.18	Tomadas D'Água de uso difuso de: Papagaio, Lagoinha, Caraíbas, Tabuleiro dos Porcos, Cacimbinha, Cachoeira, Riacho do Mel, Caiçara e Fazenda Nova .....	3
1.1.19	Peças Sobressalentes e Ferramentas Especiais .....	3
1.1.20	Ensaio de Tipo e de Rotina.....	3
1.1.21	Embalagem e Transporte.....	3
1.1.22	Documentação .....	3
1.1.23	Coordenação e Seletividade das Proteções (fusíveis) .....	4
1.1.24	Supervisão de Montagem .....	4
<b>1.2</b>	<b>EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS EXCLUÍDOS DO FORNECIMENTO. ....</b>	<b>4</b>
<b>1.3</b>	<b>DESENHOS E DOCUMENTOS TÉCNICOS DO FORNECEDOR .....</b>	<b>4</b>
1.3.1	Apresentação .....	4
1.3.2	Desenhos e Documentos a serem Enviados para Aprovação.....	5
<b>1.4</b>	<b>COOPERAÇÃO DO FORNECEDOR COM TERCEIROS .....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>NORMAS TÉCNICAS.....</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>REQUISITOS TÉCNICOS GERAIS.....</b>	<b>9</b>
<b>3.1</b>	<b>OBJETIVO.....</b>	<b>9</b>
3.1.1	Condições Ambientais .....	9
3.1.2	Generalidades .....	9
3.1.3	Diagrama Vetorial .....	11
3.1.4	Impedâncias .....	11
3.1.5	Nível de Ruído .....	12
3.1.6	Suportabilidade a Vibrações .....	12
3.1.7	Classificação Quanto à Suportabilidade a Fenômenos Eletromagnéticos .....	12
<b>4</b>	<b>ENSAIOS.....</b>	<b>13</b>
<b>4.1</b>	<b>OBJETIVO.....</b>	<b>13</b>
<b>4.2</b>	<b>ENSAIOS DE ROTINA .....</b>	<b>14</b>

4.3	ENSAIOS DE TIPO.....	14
4.4	ENSAIOS NA OBRA .....	14
4.4.1	Requisitos Gerais .....	14
5	<b>COMPONENTES, ACESSÓRIOS, FERRAMENTAS ESPECIAIS E SOBRESSALENTES .....</b>	<b>14</b>
5.1	COMPONENTES E ACESSÓRIOS .....	14
5.2	SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO .....	14
5.3	BUCHAS E CONECTORES .....	15
5.4	COMUTADOR DE DERIVAÇÕES .....	15
5.5	PLACA DE IDENTIFICAÇÃO .....	15
5.6	INDICADOR DO NÍVEL DO ÓLEO.....	16
6	<b>REQUISITOS GERAIS PARA PEÇAS SOBRESSALENTES.....</b>	<b>16</b>
6.1	PEÇAS SOBRESSALENTES DO FORNECIMENTO.....	16
6.2	FERRAMENTAS ESPECIAIS .....	16
7	<b>INFORMAÇÕES TÉCNICAS.....</b>	<b>17</b>
7.1	GERAL .....	17
7.2	ENSAIOS .....	17
7.3	CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS .....	17
7.4	DADOS TÉCNICOS.....	18
8	<b>CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DOS TRANSFORMADORES DE SERVIÇOS AUXILIARES.....</b>	<b>18</b>
8.1	INFORMAÇÕES TÉCNICAS GARANTIDAS .....	18

## 1 OBJETO E OBJETIVO

A presente ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA define as características dos transformadores de distribuição de média tensão de 15 kV, necessários para a implantação do PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO (PISF) – LOTE C.

O fornecimento inclui projeto, fabricação, inspeção e ensaios na fábrica dos transformadores de distribuição de média tensão de 15 kV.

### 1.1 EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS INCLUÍDOS NO FORNECIMENTO

Os desenhos a seguir relacionados fazem parte desta especificação e servem de referência para o fornecimento:

- 1230-DEP-2610-60-67-001-R00 – Diagrama Unifilar de Proteção e Medição Típico das EC-TA-TAUD;
- 1230-DEP-2620-60-67-001-R00 – Diagrama Unifilar de Proteção e Medição Típico das EC-TA-TAUD;
- 1230-DEP-2630-60-67-001-R00 – Diagrama Unifilar de Proteção e Medição Típico das EC-TA-TAUD;
- 1230-DEP-2640-60-67-001-R00 – Diagrama Unifilar de Proteção e Medição Típico das EC-TA-TAUD.

#### 1.1.1 Estação de Bombeamento EBV-1

02 (dois) Transformadores de Distribuição a óleo isolante de 45 kVA, trifásico, relação de transformação 6900/13800 V, ligação delta (lado 6900 V), estrela (lado 13800 V), impedância a 75°C de 4% e perdas totais de 1000 W.

#### 1.1.2 Estação de Bombeamento EBV-2

02 (dois) Transformadores de Distribuição a óleo isolante de 112,5 kVA, trifásico, relação de transformação 6900/13800 V, ligação delta (lado 6900 V), estrela (lado 13800 V), impedância a 75°C de 4% e perdas totais de 2000 W.

#### 1.1.3 Estação de Bombeamento EBV-3

02 (dois) Transformadores de Distribuição a óleo isolante de 150 kVA, trifásico, relação de transformação 6900/13800 V, ligação delta (lado 6900 V), estrela (lado 13800 V), impedância a 75°C de 4% e perdas totais de 2600 W.

#### 1.1.4 Estação de Bombeamento EBV-4

02 (dois) Transformadores de Distribuição a óleo isolante de 112,5 kVA, trifásico, relação de transformação 6900/13800 V, ligação delta (lado 6900 V), estrela (lado 13800 V), impedância a 75°C de 4% e perdas totais de 2000 W.

#### 1.1.5 Estrutura de Controle de Areias

01 (um) Transformador de Distribuição a óleo isolante de 30 kVA, trifásico, relação de

transformação 13800/380 V, ligação delta (lado 13800 V), estrela (lado 380 V), impedância a 75°C de 4% e perdas totais de 750 W.

#### **1.1.6 Estrutura de Controle de Braúnas**

01 (um) Transformador de Distribuição a óleo isolante de 30 kVA, trifásico, relação de transformação 13800/380 V, ligação delta (lado 13800 V), estrela (lado 380 V), impedância a 75°C de 4% e perdas totais de 750 W.

#### **1.1.7 Estrutura de Controle de Salgueiro**

01 (um) Transformador de Distribuição a óleo isolante de 30 kVA, trifásico, relação de transformação 13800/380 V, ligação delta (lado 13800 V), estrela (lado 380 V), impedância a 75°C de 4% e perdas totais de 750 W.

#### **1.1.8 Estrutura de Controle de Muquém**

01 (um) Transformador de Distribuição a óleo isolante de 30 kVA, trifásico, relação de transformação 13800/380 V, ligação delta (lado 13800 V), estrela (lado 380 V), impedância a 75°C de 4% e perdas totais de 750 W.

#### **1.1.9 Estrutura de Controle de Bagres**

01 (um) Transformador de Distribuição a óleo isolante de 30 kVA, trifásico, relação de transformação 13800/380 V, ligação delta (lado 13800 V), estrela (lado 380 V), impedância a 75°C de 4% e perdas totais de 750 W.

#### **1.1.10 Tomada D'Água de Areias**

01 (um) Transformador de Distribuição a óleo isolante de 30 kVA, trifásico, relação de transformação 13800/380 V, ligação delta (lado 13800 V), estrela (lado 380 V), impedância a 75°C de 4% e perdas totais de 750 W.

#### **1.1.11 Tomada D'Água de Braúnas**

01 (um) Transformador de Distribuição a óleo isolante de 30 kVA, trifásico, relação de transformação 13800/380 V, ligação delta (lado 13800 V), estrela (lado 380 V), impedância a 75°C de 4% e perdas totais de 750 W.

#### **1.1.12 Tomada D'Água de Mandantes**

01 (um) Transformador de Distribuição a óleo isolante de 30 kVA, trifásico, relação de transformação 13800/380 V, ligação delta (lado 13800 V), estrela (lado 380 V), impedância a 75°C de 4% e perdas totais de 750 W.

#### **1.1.13 Tomada D'Água de Salgueiro**

01 (um) Transformador de Distribuição a óleo isolante de 30 kVA, trifásico, relação de transformação 13800/380 V, ligação delta (lado 13800 V), estrela (lado 380 V), impedância a 75°C de 4% e perdas totais de 750 W.



#### **1.1.14 Tomada D'Água de Muquém**

01 (um) Transformador de Distribuição a óleo isolante de 30 kVA, trifásico, relação de transformação 13800/380 V, ligação delta (lado 13800 V), estrela (lado 380 V), impedância a 75°C de 4% e perdas totais de 750 W.

#### **1.1.15 Tomada D'Água de Cacimba Nova**

01 (um) Transformador de Distribuição a óleo isolante de 30 kVA, trifásico, relação de transformação 13800/380 V, ligação delta (lado 13800 V), estrela (lado 380 V), impedância a 75°C de 4% e perdas totais de 750 W.

#### **1.1.16 Tomada D'Água de Bagres**

01 (um) Transformador de Distribuição a óleo isolante de 30 kVA, trifásico, relação de transformação 13800/380 V, ligação delta (lado 13800 V), estrela (lado 380 V), impedância a 75°C de 4% e perdas totais de 750 W.

#### **1.1.17 Tomada D'Água de Copiti**

01 (um) Transformador de Distribuição a óleo isolante de 30 kVA, trifásico, relação de transformação 13800/380 V, ligação delta (lado 13800 V), estrela (lado 380 V), impedância a 75°C de 4% e perdas totais de 750 W.

#### **1.1.18 Tomadas D'Água de uso difuso de: Papagaio, Lagoinha, Caraíbas, Tabuleiro dos Porcos, Cacimbinha, Cachoeira, Riacho do Mel, Caiçara e Fazenda Nova**

09 (nove) Transformadores de Distribuição a óleo isolante de 15 kVA, trifásico, relação de transformação 13800/380 V, ligação delta (lado 13800 V), estrela (lado 380 V), impedância a 75°C de 4% e perdas totais de 500 W.

#### **1.1.19 Peças Sobressalentes e Ferramentas Especiais**

O Fornecimento inclui o conjunto de peças sobressalentes e ferramentas especiais conforme especificado no item 6.

#### **1.1.20 Ensaio de Tipo e de Rotina**

O Fornecimento inclui os ensaios de tipo e de rotina nos transformadores, conforme especificado no item 4.

#### **1.1.21 Embalagem e Transporte**

O Fornecimento inclui as embalagens e os serviços de transporte de todos os transformadores, materiais e ferramentas a partir dos respectivos locais de origem até o local da obra.

#### **1.1.22 Documentação**

O Fornecimento inclui o conjunto de desenhos, catálogos, manuais e demais documentos de todos os transformadores e componentes a serem fornecidos.



### **1.1.23 Coordenação e Seletividade das Proteções (fusíveis)**

O CONTRATADO é responsável pela seleção e dimensionamento de todos os dispositivos de proteção e manobra dos transformadores incluídos no Fornecimento. As características indicadas para os equipamentos são orientativas. A coordenação e seletividade das proteções, bem como o dimensionamento de todos os equipamentos é responsabilidade do FORNECEDOR.

Assim o FORNECEDOR deverá submeter à aprovação da CONTRATANTE as memórias de cálculo relativas aos estudos de coordenação e seletividade das proteções do sistema, bem como de dimensionamento dos equipamentos incluídos no Fornecimento.

### **1.1.24 Supervisão de Montagem**

O Fornecimento inclui os serviços para supervisão de montagem de todos os transformadores de distribuição de 15 kV.

## **1.2 EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS EXCLUÍDOS DO FORNECIMENTO.**

Estão excluídos do Fornecimento os seguintes itens:

- a) Obras civis.
- b) Área de armazenagem dos equipamentos, materiais e dispositivos incluídos no fornecimento.
- c) Cabos de potência e de controle externos aos equipamentos fornecidos.

## **1.3 DESENHOS E DOCUMENTOS TÉCNICOS DO FORNECEDOR**

### **1.3.1 Apresentação**

Os desenhos preparados pelo FORNECEDOR deverão estar em conformidade com as normas da ABNT. Os desenhos deverão ser preferencialmente tamanho A1 exceto listas de materiais que terão tamanho A-3. Os desenhos deverão ser executados com suficiente nitidez, em mídia magnética e em Autocad.

Todos os desenhos e documentos técnicos deverão incluir nos seus quadros de títulos as seguintes indicações, bem legíveis:

- a) PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL.
- b) IDENTIFICAÇÃO DO LOCAL DA INSTALAÇÃO.
- c) Identificação do equipamento.
- d) Título do desenho ou documento.
- e) Número e série de fabricação do equipamento.
- f) Número do desenho/documento do FORNECEDOR.

g) Número do desenho/documento do CONTRATANTE.

h) Número da Ordem de Compra do CONTRATANTE.

### **1.3.2 Desenhos e Documentos a serem Enviados para Aprovação**

Para cada tipo de transformador, o FORNECEDOR deverá enviar para aprovação os desenhos e outros documentos com dados técnicos aplicáveis a seu Fornecimento, incluindo, mas não se limitando aos itens a seguir relacionados:

a) Cronograma de Documentos

Uma lista completa de todos os desenhos, dados técnicos e documentos de projeto, por título e número, que o FORNECEDOR irá fornecer, com as respectivas datas de entrega. Este cronograma deverá seguir padrão a ser definido pela CONTRATANTE e deverá ter espaço adequado para registrar o histórico de cada documento.

b) Lista de Documentos

Documentos com número próprio no qual deverão estar relacionados todos os Desenhos, Procedimentos e Ensaios, Relatórios de Ensaios e Manuais de Instruções, com os respectivos números e títulos.

c) Cronograma de Fabricação e Fornecimento

Documento mostrando as diversas etapas de fabricação, incluindo o provisionamento e ensaios.

d) Lista de Peças Sobressalentes e Ferramentas Especiais

Uma lista completa de todas as peças sobressalentes e ferramentas especiais, com respectivos preços unitários.

e) Desenhos de Arranjo Geral

Desenhos de Conjunto, indicando a relação dos componentes, materiais e acessórios do equipamento principal, contendo todos os elementos necessários ao projeto da instalação, montagem e a manutenção, tais como massas, dimensões, dados para fixação, alturas recomendadas, esforços limites, etc.

f) Folha de Dados do Equipamento

Um resumo de todas as características técnicas do equipamento, normas de fabricação, materiais, massa, métodos construtivos e outras relações de ensaios de rotina e de tipo.

g) Requisitos e Informações para o Projeto Civil.

Todas as dimensões, massa, diagrama de esforços, detalhe da base com posição e tipo dos chumbadores e posições de saída/entrada de cabos e demais detalhes necessários para que a Projetista possa dimensionar as estruturas de concreto.

#### h) Diagramas Elétricos

Desenhos contendo todos os dados relativos à parte elétrica dos transformadores, tais como: diagramas trifilares, características dos componentes, etc.

#### i) Relatórios de Ensaios

Documento contendo pelo menos a relação dos ensaios realizados, a quantidade e o número de série dos equipamentos ensaiados. O relatório propriamente dito deverá fornecer além dos resultados todos os dados necessários para a análise, interpretação e avaliação de cada ensaio.

#### j) Desenhos de Transporte

Desenhos indicando a massa, dimensões máximas externas, pontos de içamento, recomendações e cuidados especiais para cada peça isolada ou embalagem a ser utilizada durante o transporte.

#### k) Manual de Controle e Garantia da Qualidade

O FORNECEDOR deverá preparar e submeter à aprovação um Manual de Controle de Qualidade, que deverá cobrir todas as atividades que implicarão na qualidade final e desempenho do Fornecimento, conforme diretrizes da norma ISO 9001.

Este Manual consistirá basicamente de três partes:

- I. Plano de Inspeção durante a Fabricação;
- II. Plano de Inspeção durante a Montagem;
- III. Plano de Comissionamento.

Cada uma das três partes conterá basicamente os itens abaixo, sem a isto se limitarem:

- Lista das etapas a serem controladas, fazendo referência aos Cronogramas de Fabricação, Montagem e Comissionamento;
- Lista das partes pertinentes das normas adotadas;
- Descrição de todos os métodos de controle para cada item citado na lista das etapas a serem controladas;
- Cópia de todos os protocolos a serem preenchidos. Tais protocolos serão específicos para este fornecimento;
- Lista de todos os instrumentos e aparelhos de medição necessários para cada etapa;
- Programa de ensaio, detalhando a seqüência de atividades, interdependência entre elas e o tempo previsto para sua execução completa;
- Relatórios das inspeções executadas durante a fabricação, que serão incorporados

ao Manual à medida que forem sendo emitidos. O FORNECEDOR deverá emití-los até 15 (quinze) dias após a execução dos ensaios. Tais relatórios deverão incluir resultados dos ensaios, curvas, cálculos de verificação, fórmulas utilizadas na determinação dos resultados, fotos ilustrativas e análises objetivas, quando for o caso.

#### I) Manual de Montagem, Manutenção e Operação

O FORNECEDOR deverá preparar e submeter à aprovação um Manual de Montagem, Manutenção e Operação contendo todas as informações necessárias para a montagem, manutenção e operação do Fornecimento no campo. Este documento será considerado como único e final e válido para a montagem, manutenção e operação do Fornecimento.

Os Manuais de Montagem, Manutenção e Operação incluirão, mas sem se limitar, aos seguintes itens:

- Listagem e descrição detalhada de todas as atividades de montagem;
- Conjunto completo de desenhos específicos para montagem na Obra;
- Todos os desenhos que forem mencionados no manual deverão ser anexados a ele;
- Todos os protocolos de controle de montagem na Obra;
- Lista de todas as normas aplicáveis;
- Instruções de armazenagem a serem observadas na Obra;
- Todos e quaisquer requisitos a serem observados na Obra, que possam influir na futura qualidade de desempenho do equipamento;
- Indicação da quantidade estimada de força de trabalho durante a montagem na Obra e o número de supervisores de montagem recomendado pelo FORNECEDOR;
- Frequência de inspeção dos diversos componentes do Fornecimento;
- Critérios a serem observados em cada inspeção, indicando todos os pontos a serem medidos, com os valores aceitáveis. Protocolos de inspeção pertinentes devem ser anexados;
- Detalhes e roteiro completo dos serviços de substituição dos componentes, incluindo esquemas e desenhos quando necessários;
- Período recomendado para a manutenção programada dos diversos componentes do fornecimento;
- Cópias dos catálogos de todos os componentes fornecidos por subfornecedores incorporados ao Fornecimento;

- Coletânea de dados, medidas e ensaios mais importantes obtidos durante a montagem, extraídos do conjunto de protocolos de montagem e ensaios, com respectiva referência;
- Lista de normas pertinentes;
- Descrição da filosofia de operação, modos de funcionamento e limites operativos;
- Instruções detalhadas de operação, descrevendo todas as etapas de funcionamento, cuidados e restrições operativas.

m) Data Book

Caderno de ocorrências durante a fabricação, montagem e ensaios de cada equipamento, com todos os seus detalhes, principalmente relatórios de ensaios em fábrica e respectivos data sheet.

n) Memórias de Cálculo

As memórias de cálculo deverão ser apresentadas em forma de Relatório Técnico, com no mínimo os seguintes itens:

- Objetivo;
- Critérios;
- Dados de Projeto;
- Cálculos;
- Origem de cada fórmula utilizada;
- Conclusão;
- Bibliografia;
- Listagem dos softwares utilizados;
- Estudo de Proteção.

#### **1.4 COOPERAÇÃO DO FORNECEDOR COM TERCEIROS**

O FORNECEDOR deverá cooperar durante o projeto, a fabricação e a montagem na Obra, com os fornecedores de outros equipamentos e com a empresa Projetista das Estações de Bombeamento, Tomadas d'água, Estruturas de Controle e Tomadas d'água de uso difuso para que o projeto e a montagem sejam concluídos a contento e no prazo previsto.

O FORNECEDOR deverá cooperar no intercâmbio de todos os desenhos, dimensões, gabaritos e outras informações necessárias para garantir a completa coordenação do projeto, arranjo, fabricação e fornecimento de todas as conexões e equipamentos correlatos.

## 2 NORMAS TÉCNICAS

O projeto, valores nominais, características técnicas, qualidade de fabricação, armazenagem, montagem e ensaios de todos os materiais e equipamentos, objeto do fornecimento, deverão estar de acordo com as últimas edições das normas da: ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Onde as Normas da ABNT forem omissas ou inexistentes, serão aceitas as normas apropriadas e recentes da:

- ANSI - American National Standards Institute;
- DIN -Deutsche Institut für Normung;
- EIA-Electronics Industries Association;
- IEC-International Electrotechnical Commission;
- NEMA -National Electrical Manufacturers Association;
- VDE-Verband Deutscher Elektrotechniker;
- IEEE -Institute of Electrical and Electronic Engineers;
- UL-Underwriters Laboratórios Inc.;
- NEC-National Electrical Code;
- OSHA-Occupational Safety and Health Act.

## 3 REQUISITOS TÉCNICOS GERAIS

### 3.1 OBJETIVO

Esta seção fixa os requisitos técnicos para o projeto e fabricação dos equipamentos objeto desse fornecimento.

#### 3.1.1 Condições Ambientais

As Estações de Bombeamento, Tomadas d'água, Estruturas de Controle e Tomadas d'água de uso difuso serão construídas em local, onde a altitude é inferior a 1.000 m em clima temperado. A temperatura média anual é de 24°C, sendo que as temperaturas mínima e máxima são 0°C e 40°C, respectivamente.

A umidade relativa do ar pode alcançar valores de até 90% durante certos períodos do ano. A velocidade máxima do vento é de 126 km/h a temperatura de 15°C.

A chuva não é bem distribuída durante o ano. A área de maior incidência pluviométrica registra uma média anual de 800 mm.

#### 3.1.2 Generalidades

Os transformadores deverão ter todos os enrolamentos em cobre, imersos em óleo

isolante, refrigerados por circulação natural, sendo o primário ligado em delta e o secundário em estrela, com neutro acessível para aterramento rígido.

Os transformadores deverão ser dotados de comutador de derivação sem tensão com 05 (cinco) posições, com as seguintes relações de transformações:

- **Para os transformadores de 6900/13800 V:** 7200-6900-6600-6300-6000/13800-7967 V;
- **Para os transformadores de 13800/380 V:** 14400-13800-13200-12600-12000/380-220 V.

O óleo isolante fornecido deverá atender ao que estabelece as últimas edições das normas vigentes particularmente no que diz respeito a sua não interação química, com qualquer material aplicado nos transformadores.

A frequência de operação para todos os tipos de transformadores é de 60 Hz.

Todos os materiais isolantes aplicados nos transformadores deverão pertencer à classe A de temperatura (105°C), ou superior e de acordo com a última edição da NBR 5356.

Os transformadores serão de classe de sobre elevação de temperatura de 55°C atendendo, portanto no que se referem às sobre elevações de temperatura média do óleo e enrolamento, do topo do óleo e do ponto mais quente, bem como às sobrecargas admissíveis e de acordo com as últimas edições das normas NBR 5356 e NBR 5416.

Os transformadores deverão ser dimensionados e construídos de modo a suportar os efeitos térmicos e dinâmicos de eventuais curto circuitos, conforme estabelece a última edição da NBR 5356.

### 3.1.2.1 Características Principais da Isolação

#### a) Enrolamentos de 6900 e 13800 V

- Isolamento..... uniforme;
- Nível de isolamento..... 15 kV;
- Tensão nominal.....6900/13800 V;
- Derivações para os trafos de 13800/380 V ..... 14400-13800-13200-12600-12000;
- Derivações para os trafos de 6900/13800 V ..... 7200-6900-6600-6300-6000.

#### b) Tensões suportáveis (para os trafos de 6900/13800 e 13800/380 V):

- Impulso, onda plena (1,3/50µs) ..... 95 kV pico;
- Impulso, onda cortada em 2,0 µs ... 105 kV pico;
- Aplicadas a 60 Hz (01 minuto) ..... 34 kV eficaz;
- Induzida (7200 ciclos) ..... 27,6 kV eficaz.



c) Enrolamentos de 380/220 V

- Isolamento..... uniforme;
- Nível de isolamento ..... 1,2 kV;
- Tensão nominal..... 380/220 V.
- Tensões suportáveis:
  - Aplicadas a 60 Hz (01 minuto) ..... 10 kV eficaz;
  - Induzida (7200 ciclos) ..... 880 V eficaz.

d) Buchas dos enrolamentos de 6900/13800 V

- Nível básico de impulso (mínimo) .... 95 kV pico;
- Tensão suportável a 60 Hz:
  - A seco (01 minuto) ..... 34 kV eficaz;
  - Sob chuva (01 minuto) ..... 34 kV eficaz.

e) Buchas dos enrolamentos de 380 V

- Nível básico de impulso (mínimo) .... 30 kV pico;
- Tensão suportável a 60 Hz
  - À seco (01 minuto) ..... 10 kV eficaz;
  - Sob chuva (01 minuto) ..... 10 kV eficaz.

f) Tampa dos Transformadores

As tampas dos transformadores deverão ser fixadas por meio de parafusos, tendo o formato e inclinação adequadas para impedir acúmulo de água e incrustação de poeira em sua superfície.

### 3.1.3 Diagrama Vetorial

Deverá constar na placa de identificação do transformador sendo o grupo de ligações Dy1, conforme a última edição da NBR 5356, adotado para os tipos de transformadores.

### 3.1.4 Impedâncias

As impedâncias de todos os transformadores referidas à temperatura de 75°C, na base da respectiva potência nominal de cada transformador, deverá ser 4%, consideradas as tolerâncias das normas citadas.

### 3.1.5 Nível de Ruído

- Os transformadores deverão ter nível máximo de ruído..... 50 Db.

O FORNECEDOR deverá fornecer todos os dispositivos necessários para proteger e garantir o perfeito funcionamento dos equipamentos elétricos contra interferências e surtos de tensão que possam ocorrer nas alimentações fornecidas pela CONTRATANTE.

### 3.1.6 Suportabilidade a Vibrações

#### a) Suportabilidade a Vibrações

No que se refere à suportabilidade aos esforços vibracionais, destacam-se os blocos estruturais da estação de bombeamento, da tomada d'água, estrutura de controle e os locais próximos aos transformadores onde se esperam razoáveis índices de vibração em baixa frequência.

Para suportabilidade a vibrações, as seguintes classes deverão ser atendidas conforme a norma IEC 870-2-1:

ASPECTO	CLASSE
VIBRAÇÕES EM BAIXA FREQUÊNCIA	VL3
VIBRAÇÕES EM ALTA FREQUÊNCIA	VH1
SEVERIDADE VIBRACIONAL	VS2
CLASSE DE TEMPO	VT1

#### b) Suportabilidade a Choques Mecânicos

Choques mecânicos têm possibilidade maior de ocorrer durante o transporte, em situações de operação e manutenção em bancada e em equipamentos sujeitos à manuseio e/ou previstos para aplicações portáteis.

### 3.1.7 Classificação Quanto à Suportabilidade a Fenômenos Eletromagnéticos

#### a) Suportabilidade à Tensão de Frequência Nominal

Quanto ao nível de suportabilidade dos transformadores a sobretensões de modo comum à frequência industrial, os equipamentos deverão atender a norma IEC 870-2-1 Suportabilidade à Tensão de Impulso.

Quanto ao nível de suportabilidade dos transformadores a sobretensões elevadas de curta duração, os equipamentos deverão atender a norma IEC 870-2-1.

#### b) Suportabilidade a Transitórios Rápidos Repetitivos

Quanto ao nível de suportabilidade dos transformadores quando submetidos a transitórios de tensão rápidos repetitivos (como os originados por interrupção de cargas indutivas e repique de contatos de relés), os equipamentos deverão atender a última edição da norma IEC 1000-4-4.

c) Suportabilidade a Ondas Oscilatórias

Quanto ao nível de suportabilidade dos transformadores quando submetidos a ondas oscilatórias amortecidas (como as induzidas por descargas atmosféricas, ou resultantes de chaveamentos com reacendimento de arcos em média e alta tensão), os transformadores instalados no campo deverão atender a última edição da norma IEC 1000-4-12.

d) Suportabilidade a Descargas Eletrostáticas

Quanto ao nível de susceptibilidade dos equipamentos às descargas eletrostáticas provocadas pelo contato de operadores, os equipamentos deverão atender a última edição da norma IEC 1000-4-2.

e) Suportabilidade a Campos Magnéticos

Quanto à capacidade de suportar os efeitos dos campos magnéticos, os equipamentos instalados na Sala de Controle Central deverão atender a última edição da norma IEC 1000-4-8.

f) Suportabilidade a Campos Elétricos

Quanto à capacidade de suportar os efeitos dos campos elétricos, os equipamentos deverão ser capazes de operar em ambientes onde os níveis dos campos elétricos poderão atingir até 5 kV/m.

## **4 ENSAIOS**

### **4.1 OBJETIVO**

Este item especifica as inspeções e ensaios a serem realizados em todos os transformadores constantes desta Especificação Técnica.

Todos os transformadores deverão ser completamente montados e ensaiados na fábrica do FORNECEDOR conforme especificado a seguir e em conformidade com as normas técnicas aplicáveis.

Os ensaios de rotina, conforme as normas mencionadas anteriormente deverão ser executadas nos transformadores completamente montados e pintados.

Os ensaios de rotina em equipamentos e materiais realizados durante o processo de fabricação deverão ser feitos de acordo com as normas técnicas aplicáveis e procedimentos usuais do FORNECEDOR. Os procedimentos de controle de Qualidade do FORNECEDOR deverão ser descritos no Manual de Controle de Qualidade.

Quando da realização dos ensaios de rotina nos transformadores, com a presença do inspetor da CONTRATANTE, o FORNECEDOR deverá colocar à disposição da CONTRATANTE os relatórios dos ensaios de rotina e os certificados dos ensaios de tipo, quando aceitos pela CONTRATANTE, referentes aos equipamentos citados acima.

Os transformadores de potência deverão ser ensaiados de acordo com a última edição da norma NBR-10295.

## **4.2 ENSAIOS DE ROTINA**

Deverão ser executados os seguintes ensaios de rotina:

- Inspeção visual e verificação dimensional;
- Resistência ôhmica dos enrolamentos;
- Relação de transformação;
- Determinação do deslocamento angular;
- Resistência de isolamento;
- Determinação das perdas em vazio e corrente de excitação;
- Determinação das perdas em curto circuito e tensões de curto circuito;
- Ensaio de estanqueidade;
- Ensaio do óleo isolante.

## **4.3 ENSAIOS DE TIPO**

Os ensaios de tipo deverão comprovar que os equipamentos propostos para o Fornecimento atendem a todos os requisitos especificados.

Deverão ser apresentados os certificados dos ensaios de tipo realizados em equipamentos idênticos:

## **4.4 ENSAIOS NA OBRA**

### **4.4.1 Requisitos Gerais**

Os ensaios de campo deverão ser realizados de acordo com as recomendações das normas técnicas aplicáveis. O equipamento de ensaio e o pessoal necessário serão fornecidos pela CONTRATANTE. O FORNECEDOR deverá fornecer uma relação dos instrumentos necessários.

## **5 COMPONENTES, ACESSÓRIOS, FERRAMENTAS ESPECIAIS E SOBRESSALENTES**

### **5.1 COMPONENTES E ACESSÓRIOS**

Neste item estão indicados os componentes e acessórios mínimos, com os quais deverão ser fornecidos os transformadores.

### **5.2 SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO**

O sistema de refrigeração dos transformadores deverá ser dimensionado de modo a garantir os limites de elevação de temperatura especificados.

### 5.3 BUCHAS E CONECTORES

- As buchas dos enrolamentos de 6900/13800 V deverão ser localizadas na tampa do transformador;
- As buchas de tensão inferior deverão ser localizadas na lateral do tanque;
- Todas as buchas deverão ser providas de terminais de chapa de cobre estanhado com quatro furos padrão NEMA.

### 5.4 COMUTADOR DE DERIVAÇÕES

Os transformadores deverão ser equipados com comutador de derivação a vazio nos enrolamento de 6900 (para os transformadores de 6900/13800 v) e 13800 V (para os transformadores de 13800/380 v), os quais deverão estar de acordo com a última edição da NBR 5440.

### 5.5 PLACA DE IDENTIFICAÇÃO

As placas de identificação dos transformadores deverão ser confeccionadas em aço inoxidável, com espessura não inferior a 01 (um) mm e fixadas por parafusos de mesmo material em posição perfeitamente visível gravadas em português, em baixo relevo e com tinta indelével, contendo no mínimo os dados a seguir:

- O nome do equipamento: “TRANSFORMADOR TRIFÁSICO”;
- O nome do fabricante e data de fabricação;
- O número de série da unidade;
- Tipo;
- Frequência;
- Número de fases;
- A potência nominal em kVA;
- As tensões nominais e derivações dos enrolamentos;
- As correntes nominais e derivações dos enrolamentos;
- O diagrama fasorial;
- As impedâncias (%) do transformador a 75°C, na base da sua potência nominal;
- Manual de instruções;
- O tipo e o volume em litros do óleo isolante da unidade;
- O peso total da unidade em kgf.

## **5.6 INDICADOR DO NÍVEL DO ÓLEO**

Deverá ser fornecido como indicado na última edição da NBR 5440.

## **6 REQUISITOS GERAIS PARA PEÇAS SOBRESSALENTES**

As peças sobressalentes a serem fornecidas deverão obrigatoriamente ser idênticas às fornecidas nos transformadores e serem intercambiáveis com as mesmas, sem necessidade de ajustes. Todas as peças sobressalentes deverão ser ensaiadas de acordo com as normas aplicáveis.

Todas as peças sobressalentes deverão ser embaladas de forma a suportar sem deterioração armazenagens por longos períodos, em caixas separadas e identificadas.

Inscrições claramente visíveis em cada caixa deverão indicar as peças nelas contidas e a utilização de cada peça.

Peças pequenas sujeitas a perdas deverão ser acondicionadas em embalagens plásticas fechadas, com inscrições indicando a sua utilização. Materiais sujeitos a oxidação ou ao ataque de fungos deverão ser devidamente protegidos e acondicionados em embalagens seladas, com as inscrições indicando a sua utilização. Estas embalagens poderão então ser acondicionadas em caixas junto com as outras peças.

Todas as inscrições feitas nas caixas e embalagens deverão ser em língua portuguesa. O tamanho e o conteúdo das inscrições deverão ser submetidos à aprovação da CONTRATANTE.

No Manual de Instruções para Manutenção deverá constar uma lista das peças sobressalentes indicando a caixa e a embalagem onde a mesma poderá ser encontrada.

### **6.1 PEÇAS SOBRESSALENTES DO FORNECIMENTO**

Os seguintes sobressalentes são de responsabilidade do FORNECEDOR.

As peças sobressalentes deverão ser fornecidas para um período não inferior a 5 anos ou no mínimo as quantidades indicadas a seguir:

- 01 (um) transformador trifásico, relação 6900/13800 V com potência de 45 kVA;
- 02 (dois) transformadores trifásicos, relação 6900/13800 V com potência de 112,5 kVA;
- 01 (um) transformador trifásico, relação 6900/13800 V com potência de 150 kVA;
- 03 (três) transformadores trifásicos, relação 13800/380 V com potência de 15 kVA;
- 03 (três) transformadores trifásicos, relação 13800/380 V com potência de 30 kVA.

### **6.2 FERRAMENTAS ESPECIAIS**

Os transformadores cobertos por estas Especificações Técnicas deverão ser projetados de modo a evitar a necessidade de ferramentas especiais para instalação e manutenção.

Se forem necessárias ferramentas especiais, o Fornecimento deverá incluir além dos conjuntos necessários a montagem, dois conjuntos de quaisquer ferramentas especiais, chaves e dispositivos que não deverão ser utilizados durante a montagem dos equipamentos.

## **7 INFORMAÇÕES TÉCNICAS**

### **7.1 GERAL**

Antes da assinatura do contrato deverão ser apresentadas todas as informações abaixo relacionadas. Desenhos e dados deverão apresentar-se suficientemente claros e detalhados para possibilitarem uma avaliação completa e efetiva de como foram atendidas as disposições da presente especificação.

Quaisquer correções ou modificações que possam vir a se tornar necessárias nas informações prestadas, com a finalidade de atender todas as exigências do Contrato, estarão sujeitas a aprovação, e não eximem o FORNECEDOR de fornecer o equipamento nas condições contratadas.

- Dados de Fabricação;
- Tipo e designação do Fabricante;
- Relação de Normas que o FORNECEDOR pretende utilizar na fabricação;
- Histórico de fornecimento dos transformadores com características iguais ou comparáveis aquelas dos transformadores que estão sendo oferecidos, que o FORNECEDOR tenha anteriormente fabricado incluindo descrição, valores nominais, nomes de compradores, locais de instalação, ano de fabricação e datas de energização.

### **7.2 ENSAIOS**

Relatórios completos de ensaios de tipo, relativos aos equipamentos idênticos ao proposto.

Relação e descrição dos ensaios de controle de qualidade dos materiais, acessórios e fabricação destes equipamentos.

Detalhes dos procedimentos, roteiros de ensaios que serão usados para ensaiar o desempenho dos transformadores de acordo com as Normas padrões, bem como a descrição do local de realização dos mesmos.

### **7.3 CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS**

Todos os dados declarados pelo FORNECEDOR nos itens de Características Garantidas deverão ser garantidos.

Os ensaios para verificação dos valores garantidos deverão ser realizados na fábrica do FORNECEDOR e em conformidade com as normas relacionadas nestas Especificações Técnicas.

Os valores garantidos deverão independer de quaisquer tolerâncias permitidas por norma



e erros de medição, exceto onde especificado de forma diferente nos Documentos de Contrato.

#### 7.4 DADOS TÉCNICOS

Quaisquer alterações dos Dados Técnicos, discriminados a seguir, que venham a ser consideradas necessárias, depois da aceitação da Proposta, para que o FORNECEDOR forneça os equipamentos e os materiais de acordo com os Documentos de Contrato, estarão sujeitos à aprovação, e de modo nenhum eximirão o FORNECEDOR de sua obrigação de fornecê-los aos preços estabelecidos.

### 8 CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DOS TRANSFORMADORES DE SERVIÇOS AUXILIARES

O fornecedor deverá oferecer na sua proposta as informações técnicas listadas a seguir, reservando-se a contratante o direito de recusar qualquer oferta com informações dúbias ou faltantes.

Todas as informações serão consideradas como garantidas, e como tal, passando a fazer parte do contrato do fornecimento.

#### 8.1 INFORMAÇÕES TÉCNICAS GARANTIDAS

a)	Tipo de Transformador	
-	De acordo com a tipificação desta especificação	
-	De acordo com a tipificação do fabricante	
b)	Relação de Transformação Nominal	
c)	Potência nominal	kVA
d)	Tensões Nominais	
-	Enrolamento primário 6900 V	V
-	Enrolamento primário 13800 V	V
-	Enrolamento secundário 13800 V	V
-	Enrolamento secundário 380 V	V
e)	Tensões de Derivação (Primário dos transformadores)	
-	Primeira derivação	V
-	Segunda derivação	V
-	Terceira derivação	V
-	Quarta derivação	V
-	Quinta derivação	V
f)	Correntes Nominais	
-	Enrolamento primário 6900 V	A
-	Enrolamento primário 13800 V	A
-	Enrolamento secundário 13800 V	A
-	Enrolamento secundário 380 V	A
g)	Corrente de Derivação (Primário dos transformadores)	
-	Primeira derivação	A

-	Segunda derivação	A
-	Terceira derivação	A
-	Quarta derivação	A
-	Quinta derivação	A
i)	Sobre Elevações Máximas das Temperaturas	
-	Média dos enrolamentos	°C
-	Do ponto mais quente	°C
-	Do óleo médio	°C
-	Do topo do óleo	°C
j)	Impedâncias a 75°C e na base da potência nominal.	%
k)	Capacidade de curto circuito dos enrolamentos sob tensão nominal a 60 Hz, durante 02 (dois) segundos	
-	Enrolamento primário 6900 V	MVA
-	Enrolamento primário 13800 V	MVA
-	Enrolamento secundário 13800 V	MVA
-	Enrolamento secundário 380 V	MVA
l)	Características da Isolação	
-	Enrolamento primário 6900 V	kV
-	Enrolamento primário 13800 V	kV
-	Enrolamento secundário 13800 V	kV
-	Enrolamento secundário 380 V	kV
m)	Tensões de Ensaio	
-	Impulso, onda plena (1,2/50µs)-pico.	kV
-	Impulso, onda cortada (2,0µs)-pico.	kV
-	Tensão induzida (7200 ciclos)-eficaz	kV
-	Tensão aplicada a 60 Hz eficaz	kV
n)	Característica das Buchas	
-	Terminais do enrolamento de tensão superior 6900 V	
-	Fabricante	
-	Tipo	
-	Tensão nominal	kV
-	Corrente nominal-eficaz	A
-	Nível de impulso-pico	kV
-	Tensão aplicada a 60Hz, 01 minuto a seco-eficaz	kV
-	Tensão aplicada a 60Hz, 01 minuto sob chuva-eficaz	kV
-	Terminais do enrolamento de tensão superior 13800 V	
-	Fabricante	
-	Tipo	
-	Tensão nominal	kV
-	Corrente nominal-eficaz	A

-	Nível de impulso-pico	kV
-	Tensão aplicada a 60Hz, 01 minuto a seco-eficaz	kV
-	Tensão aplicada a 60Hz, 01 minuto sob chuva-eficaz	kV
-	Terminais do enrolamento de 13800 V	
-	Fabricante	
-	Tipo	
-	Tensão nominal	kV
-	Corrente nominal-eficaz	A
-	Nível de impulso-pico	kV
-	Tensão aplicada a 60Hz, 01 minuto a seco-eficaz	kV
-	Tensão aplicada a 60Hz, 01 minuto sob chuva-eficaz	kV
-	Terminais do enrolamento de 380 V	
-	Fabricante	
-	Tipo	
-	Tensão nominal	kV
-	Corrente nominal-eficaz	A
-	Nível de impulso-pico	kV
-	Tensão aplicada a 60Hz, 01 minuto a seco-eficaz	kV
-	Tensão aplicada a 60Hz, 01 minuto sob chuva-eficaz	kV
-	Terminais do neutro 13800 V	
-	Fabricante	
-	Tipo	
-	Tensão nominal	kV
-	Corrente nominal-eficaz	A
-	Nível de impulso-pico	kV
-	Tensão aplicada a 60 Hz, 01 minuto a seco-eficaz.	kV
-	Tensão aplicada a 60 Hz, 01 minuto sob chuva-eficaz.	kV
-	Terminais do neutro 380 V	
-	Fabricante	
-	Tipo	
-	Tensão nominal	kV
-	Corrente nominal-eficaz	A
-	Nível de impulso-pico	kV
-	Tensão aplicada a 60 Hz, 01 minuto a seco-eficaz.	kV
-	Tensão aplicada a 60 Hz, 01 minuto sob chuva-eficaz.	kV
o)	Perdas Máximas a 75°C nas bases das potências e tensões nominais.	
-	Em vazio (Potência)	
-	A 95% de Un	W
-	A 100% de Un	W

-	A 105% de Un	W
-	Totais (Potência), em todas as derivações a 100% de un.	
-	Na primeira derivação	W
-	Na segunda derivação	W
-	Na terceira derivação	W
-	Na quarta derivação	W
-	Na quinta derivação	W
p)	Resistência Ohmica dos enrolamentos a 75°C	
-	Enrolamento primário 6900 V	
-	Na primeira derivação	ohms
-	Na segunda derivação	ohms
-	Na terceira derivação	ohms
-	Na quarta derivação	ohms
-	Na quinta derivação	ohms
-	Enrolamento primário 13800 V	
-	Na primeira derivação	ohms
-	Na segunda derivação	ohms
-	Na terceira derivação	ohms
-	Na quarta derivação	ohms
-	Na quinta derivação	ohms
-	Na primeira derivação	ohms
-	Enrolamento secundário 380 V	ohms
q)	Nível máximo de ruído à tensão nominal	dB
r)	Pesos aproximados	
-	Parte ativa	kgf
-	Tanques e acessórios	kgf
-	Óleo isolante	kgf
-	Peso total	kgf
s)	Dimensões aproximadas	
-	Altura total	mm
-	Altura do tanque	mm
-	Largura	mm
-	Comprimento	mm
t)	Características do óleo isolante	
-	Fornecedor	
-	Referência	