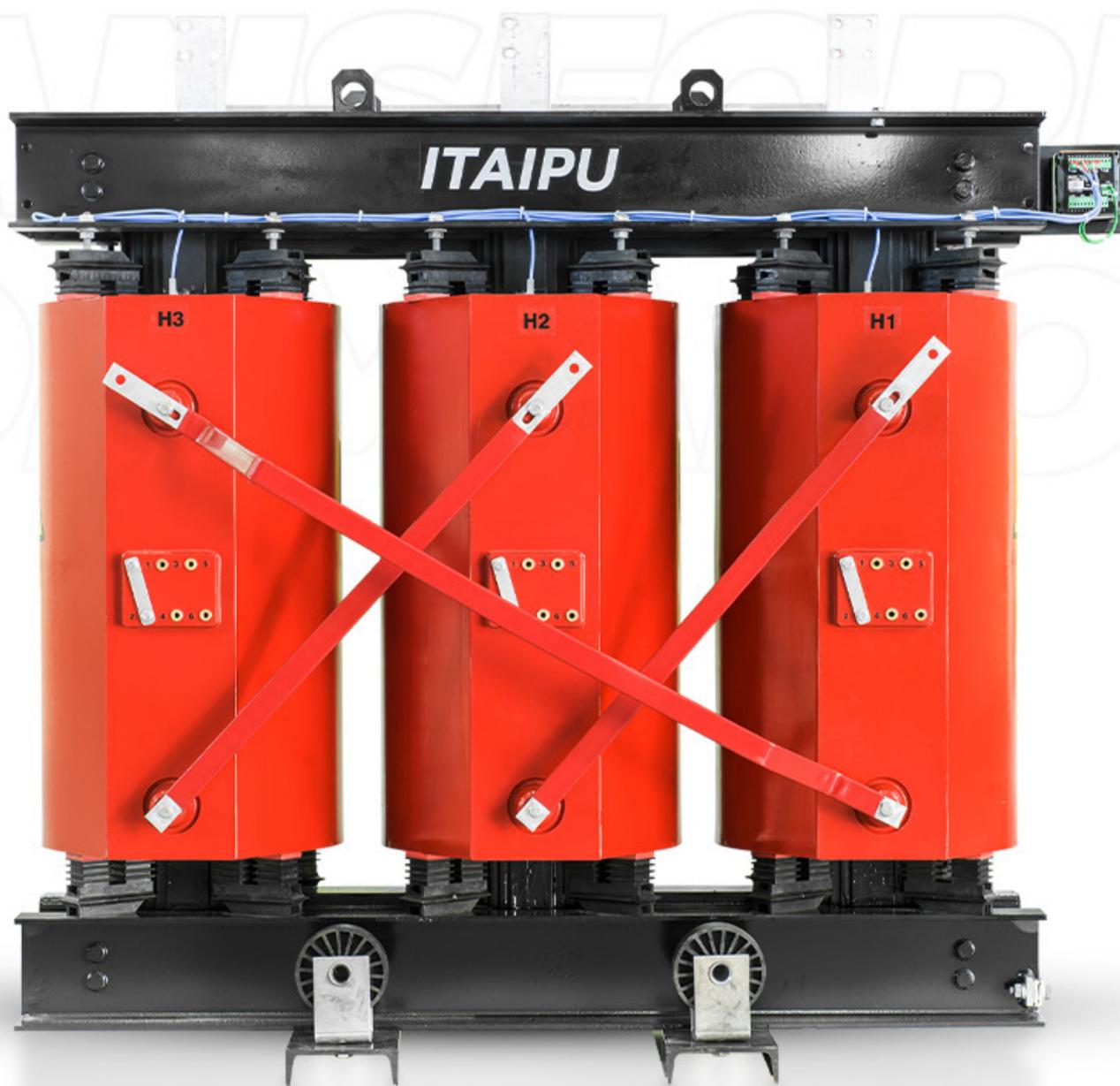




**Manual de instalação
e operação para
Transformadores do
Tipo Seco Encapsulado**



itaiputransformadores.com.br

Av. Sérgio Abdul Nour, 2106 - Distrito Industrial II
14900 000 - Itápolis/SP - Brasil - +55 16 3263 9400

ÍNDICE

GENERALIDADES	3
MEDIDAS DE SEGURANÇA	3
1. APLICAÇÃO	3
2. INFORMAÇÕES TÉCNICAS DO TRANSFORMADOR	3
3. TRANSPORTE	4
4. DESCARGA E MANUSEIO	4
5. ARMAZENAGEM	4
6. INSTALAÇÃO DE TRANSFORMADORES A SECO	5
6.1. <i>Informações gerais</i>	5
6.2. <i>Local de instalação</i>	5
6.3. <i>Ventilação</i>	5
7. ESPAÇAMENTOS MÍNIMOS PARA OPERAÇÃO E INSTALAÇÃO DE TRANSFORMADORES A SECO	6
8. LIGAÇÕES, CONEXÕES E ATERRAMENTO.	8
9. DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO TÉRMICA (MONITOR DE TEMPERATURA)	9
10. ENERGIZAÇÃO	10
11. MANUTENÇÃO	11
12. ENSAIOS	11
13. ADESIVOS OBRIGATÓRIOS NO TRANSFORMADOR	11
13.1 <i>Adesivo para marcação dos terminais de Alta e Baixa tensão</i>	11
13.2 <i>Adesivos para marcação dos taps</i>	12
13.3 <i>Adesivo de descarga</i>	12
13.4 <i>Adesivo do logotipo da empresa</i>	12
13.5 <i>Adesivo para içamento do transformador</i>	13
13.6 <i>Adesivo para transporte</i>	13
14. GARANTIA	13

GENERALIDADES

Este manual contém informações a serem seguidas em relação a TRANSPORTE, DESCARGA, ARMAZENAGEM, INSTALAÇÃO, ENERGIZAÇÃO, MANUTENÇÃO e GARANTIA de transformadores a seco. O correto atendimento às instruções deste manual proporcionará um melhor desempenho do transformador, prolongando a sua vida útil.

Norma de referência para transformadores à seco é a NBR-5356-11

MEDIDAS DE SEGURANÇA

Este equipamento deve ser manuseado e instalado por profissionais qualificados e habilitados na operação de equipamentos elétricos de alta tensão, pois este tipo de equipamento oferece riscos e perigo de morte.

Devem ser seguidas as normas regulamentadoras aplicáveis a este equipamento, como a NR-10 e demais normas pertinentes.

1. APLICAÇÃO

Este manual se aplica a todos os transformadores a seco encapsulados em resina epóxi, de qualquer potência, classe de tensão ou grau de proteção.

2. INFORMAÇÕES TÉCNICAS DO TRANSFORMADOR

As informações técnicas referente ao transformador encontram-se na placa de identificação fixada em um suporte, onde o mesmo encontra-se na viga superior do transformador.

Deverá conter obrigatoriamente as seguintes informações:

- Potência (kVA);
- Norma aplicável;
- Impedância;
- Frequência;
- NBI;
- Número de série;
- Data de fabricação;
- Diagrama de ligação;
- Tensão primária e secundária;
- Peso total (Kg)

Recomendamos que sempre seja verificado se o transformador está ligado na tensão correspondente a rede elétrica, comparando o diagrama de ligações com o painel de ligação das bobinas. Os transformadores são fornecidos sempre com as ligações de alta tensão no tap de maior tensão, cabe ao cliente verificar se está de acordo com a tensão da concessionária local.

3. TRANSPORTE

Após realização dos ensaios no laboratório, o transformador está liberado para embalagem. Os transformadores são embalados em fábrica da forma mais adequada para assegurar as proteções necessárias para o transporte, durante o transporte o transformador deve estar protegido contra intempéries climáticas (Umidade e Poeira).

A fixação e amarração do transformador são de responsabilidade do transportador. No recebimento do equipamento aconselhamos que o cliente realize uma inspeção verificando se o transformador está devidamente protegido e se houve danos no equipamento durante o transporte. Se for detectado avaria no equipamento, comunicar imediatamente o setor de Qualidade da Itaipu para serem tomadas as providências necessárias.

4. DESCARGA E MANUSEIO

A descarga e manuseio do transformador são sempre de responsabilidade do comprador, salvo em casos de negociação durante o pedido de compra, este trabalho deve sempre ser executado por pessoal qualificado. Aconselhamos que o transformador seja retirado do caminhão e levado até o local definitivo de instalação com sua embalagem original utilizando empilhadeira para evitar qualquer dano no equipamento. Se for necessário içar, deverão ser utilizados os quatro olhais fixados nas vigas superiores, em um ângulo mínimo de 60° para evitar que o transformador sofra deformações. Esta informação também encontra-se no adesivo fixado na viga superior do equipamento. Durante o manuseio o transformador não deverá sofrer com movimentos bruscos ou impactos para que sua forma construtiva não seja afetada. Em caso de movimentação por arraste deverá ser executado sobre as rodas bidirecionais fornecidas juntas com o transformador fixadas em sua base, nenhum esforço deverá ser feito sobre os barramentos ou bobinas do transformador, o que pode causar danos irreversíveis comprometendo o seu funcionamento. Para movimentação todo esforço deve ser feito sobre as vigas ou base do transformador.

Observação: Os transformadores equipados com gabinete (Caixa de Proteção) não devem ser içados pelos olhais do gabinete. Deverão ser removidas as tampas de inspeção superiores do mesmo e içar utilizando os quatro olhais das vigas superiores do transformador. Esta informação encontra-se nos adesivos fixados externamente no próprio gabinete.

5. ARMAZENAGEM

Os transformadores, quando não energizados imediatamente, devem ser armazenados com sua embalagem original de fábrica, se for necessário a retirada da embalagem para inspeção, deverá ser colocada imediatamente uma proteção de plástico para evitar a contaminação por poeira e umidade. O lugar deve ser abrigado, seco, isento de poeiras e gases corrosivos, de preferência em seu lugar de instalação definitiva.

Os transformadores podem ser armazenados por tempo indeterminado sem sofrer alterações em suas características isolantes, desde que armazenados conforme instruções acima mencionadas.

Após o período de armazenagem o transformador pode ser energizado normalmente, seguindo as instruções de instalação contidas no manual, sem haver necessidade de secagem dos enrolamentos desde que o local de armazenagem não proporcione umidade elevada.

6. INSTALAÇÃO DE TRANSFORMADORES A SECO

6.1. Informações gerais

A instalação dos transformadores a seco deve ser executada por pessoal qualificado e habilitado, e devem ser seguidas as normas regulamentadoras para instalações elétricas se atentando para as informações técnicas referentes aos transformadores a seco.

Seguir sempre os procedimentos de segurança especificados na NR-10.

6.2. Local de instalação

Os transformadores a seco encapsulados são projetados e produzidos para operarem a uma temperatura ambiente máxima de 40°C e a altitude máxima de 1000 m acima do nível do mar, exceto quando especificado pelo comprador. O ambiente de instalação do transformador deve ser em um local abrigado protegido de intempéries climáticas, e deverão ser instalados sobre superfície nivelada e resistente para suportar seu peso.

6.3. Ventilação

O local de instalação deve possuir condições adequadas de ventilação para refrigeração do transformador, de forma que se adquira uma ventilação natural apropriada, este é um fator fundamental para o correto funcionamento do transformador a seco. É importante que as entradas de ar estejam localizadas na parte inferior e as saídas estejam localizadas na parte superior com aberturas suficientes para circulação de aproximadamente 2,5 metros cúbicos de ar por minuto/kW de perda, conforme figura abaixo:

Figura 1: Transformador em cubículo ou gabinete.

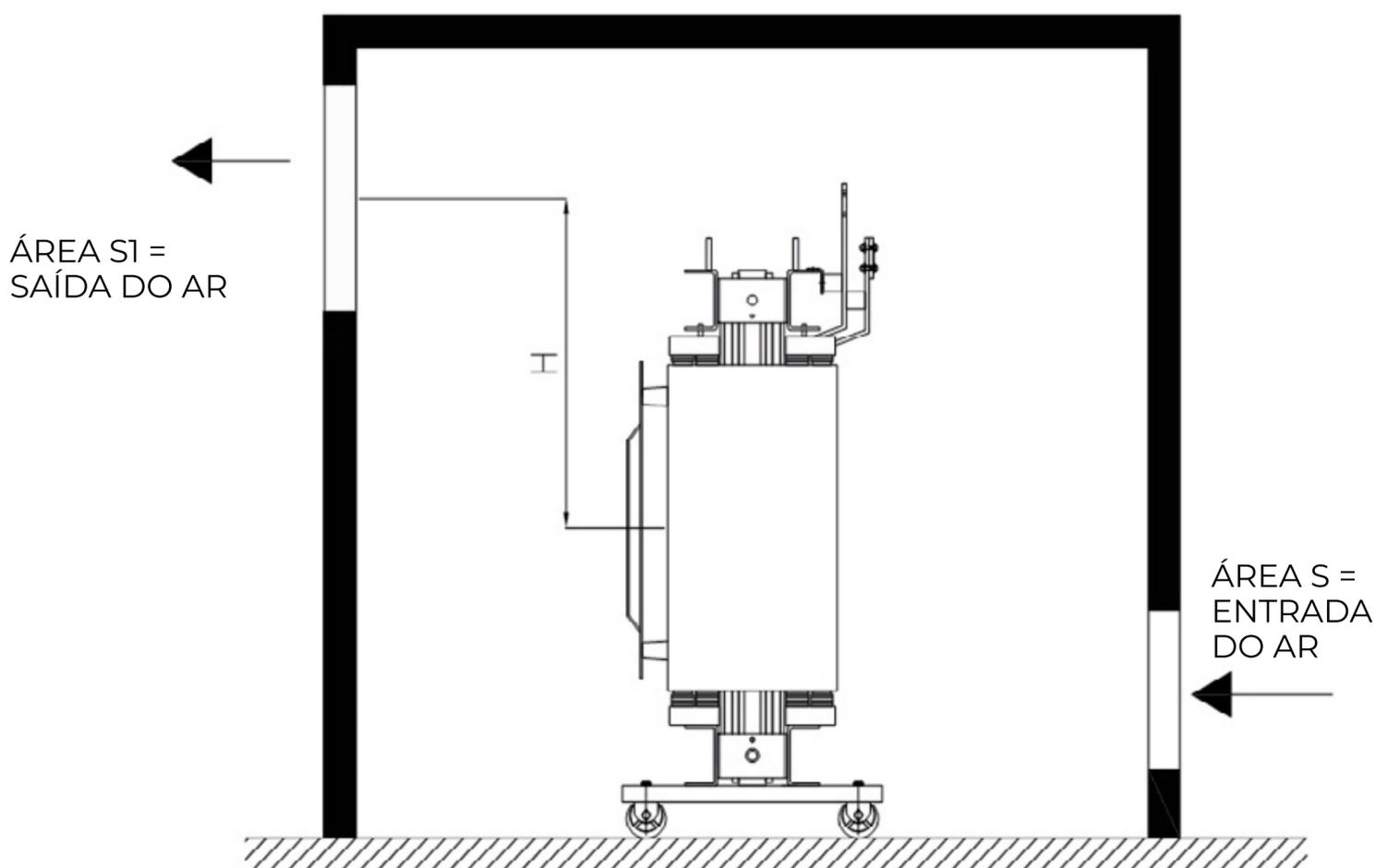


Imagem meramente ilustrativa.

Sendo definidas as aberturas mínimas S e S1 equações abaixo:

$$S = \frac{0,187 \times P}{\sqrt{H}}$$
$$S1 = S \times 1,1$$

Sendo:

S = Área mínima de ventilação da abertura inferior (m²)

S1 = Área mínima de ventilação da abertura superior (m²)

P = Perdas Totais (kW)

H = Distancia entre as áreas de ventilação (m)

7. ESPAÇAMENTOS MÍNIMOS PARA OPERAÇÃO E INSTALAÇÃO DE TRANSFORMADORES A SECO

Os transformadores a seco quando instalados, devem estar afastados de qualquer outro equipamento ou paredes a uma distancia mínima conforme padronizado na tabela abaixo:

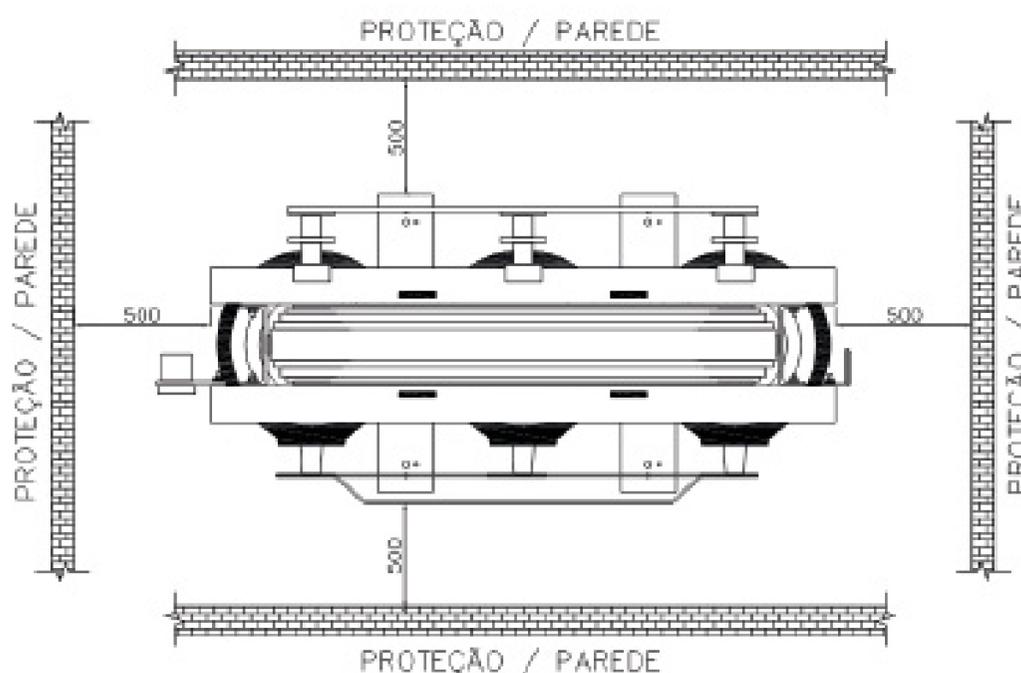
Figura 2: Espaçamentos externos mínimos para transformadores secos:

Tensão máxima do equipamento kV (eficaz)	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico pleno kV (cristal)	Espaçamento mínimos em ar	
		Fase-terra (mm)	Fase-fase (mm)
1	2	3	4
0,6		25	25
1,2		25	25
7,2	40	45	60
	60	65	90
15	95	130	160
	110	150	200
24,2	125	170	220
	150	200	280

Os valores da tabela referenciados são de valores mínimos em ar, recomendamos para uma melhor margem de segurança na instalação fazer um acréscimo nos valores de no mínimo 50 mm.

Segue abaixo a figura 3, detalhando as distâncias a ser respeitadas na instalação do transformador, para evitar qualquer problema de espaçamento entre o transformador e a parede ou proteção instalado no espaço de energização.

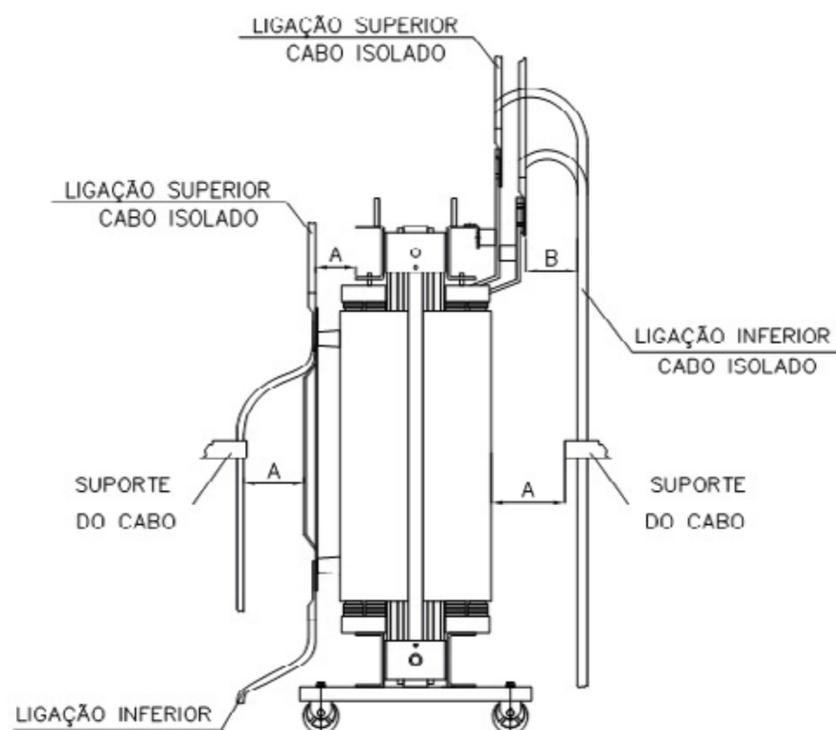
Figura 3: Espaçamento do transformador para proteção/parede.



Esses espaçamentos são os recomendados para uma melhor instalação do transformador.

Segue abaixo a figura 4, detalhando como devem ser instalados os cabos que alimentarão o transformador, seguindo as distancias mínimas conforme a tabela da figura 2.

Figura 4: Espaçamento para instalação dos cabos no transformador.



TENSÃO (kV)	NBI (kV)	A (mm)	B (mm)
15	95 / 1,2	130	25
25	125 / 1,2	170	25

Obs.: Distâncias conforme tabela da NBR 10295

8. LIGAÇÕES, CONEXÕES E ATERRAMENTO.

As ligações do transformador devem ser realizadas de acordo com o diagrama de gravado na placa de identificação.

Antes de realizar as conexões é necessário certificar-se que o transformador está sem tensão até o final do processo de instalação.

Os cabos e barras a serem instalados no transformador devem estar corretamente dimensionados atentando para que as conexões estejam devidamente apertadas a fim de evitar sobreaquecimento no transformador.

Efetuar o aperto das conexões e barras respeitando os valores de aperto em função do diâmetro dos parafusos conforme tabela abaixo:

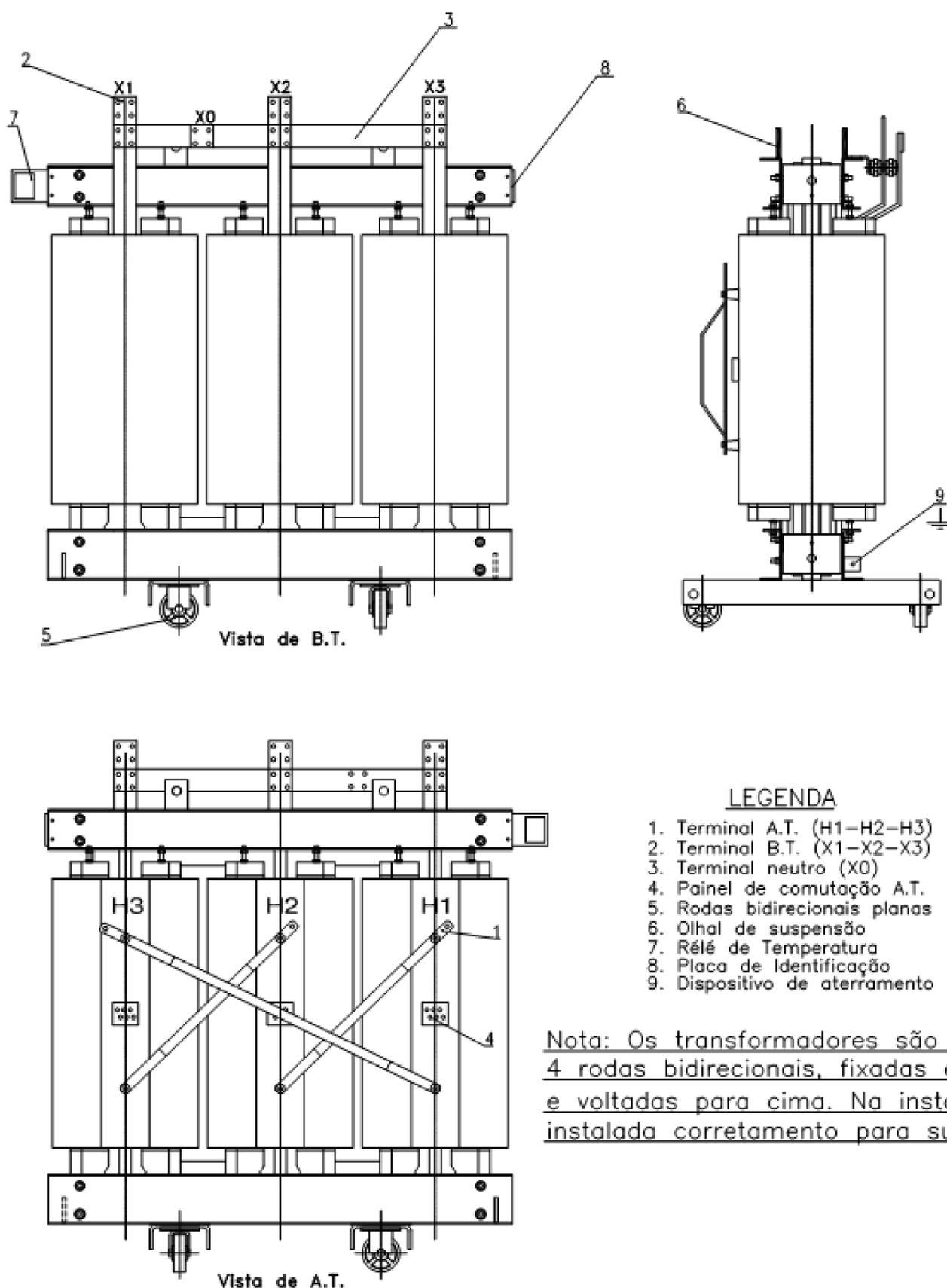
Parafuso	M8	M10	M12	M16
Momento de Aperto em N.m	2	2	2	2

Os transformadores a seco possuem dois terminais de aterramento fixados diagonalmente opostos nas vigas inferiores. O cabo terra deverá ser conectado a um desses pontos, o que estiver mais próximo. Se atentar para o aperto adequado do aterramento.

Nos transformadores com gabinete de proteção os terminais se encontram na parte externa do mesmo.

Sempre que houver a necessidade de alterações nas derivações das bobinas, executar conforme descrito no diagrama de ligações.

Figura 5: Desenho dimensional do transformador a seco grau de proteção IP-00.



9. DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO TÉRMICA (MONITOR DE TEMPERATURA)

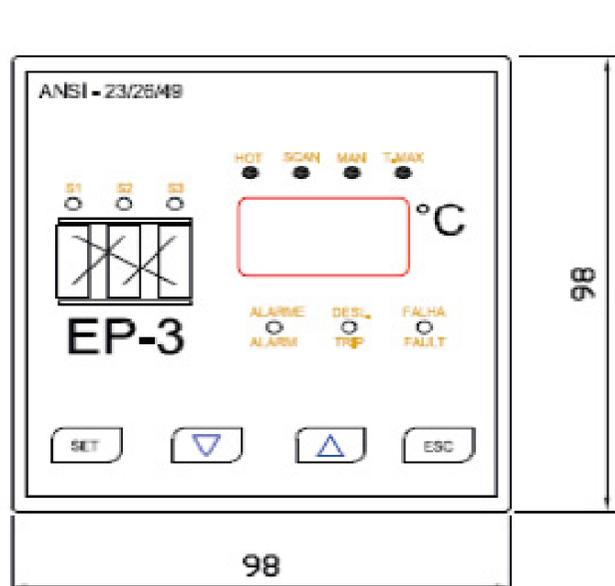
Todos os transformadores do tipo seco devem estar com o dispositivo de proteção térmica instalada em um suporte, localizado na viga superior do transformador.

É o único componente para depurar e proteger transformadores elétricos de MT a seco.

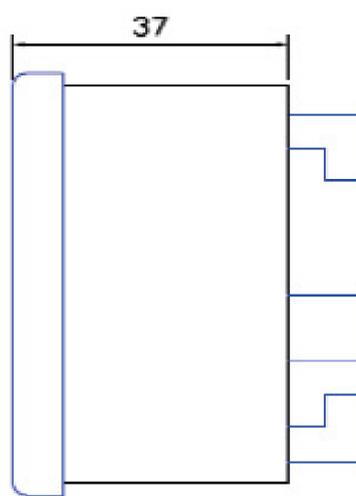
Seu desempenho permite as seguintes características abaixo:

- **Proteger o transformador contra sobrecargas térmicas;**
- **Condição da temperatura de operação com ventilação forçada;**
- **Verificar a temperatura Ambiente onde o transformador será instalado;**

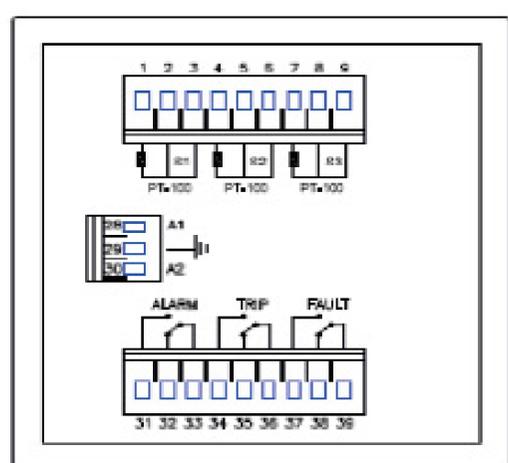
Segue Abaixo o detalhamento das ligações do dispositivo de proteção térmica e suas dimensões:



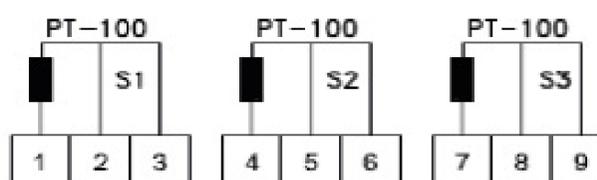
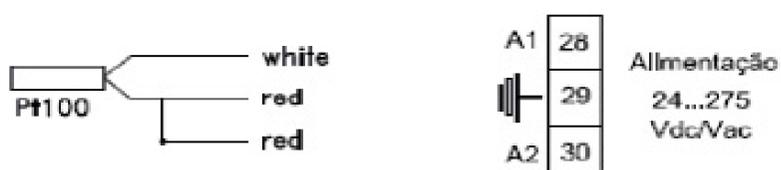
VISTA FRONTAL



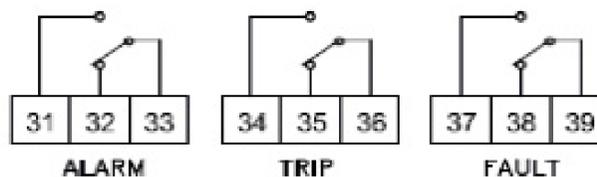
VISTA LATERAL



VISTA TRASEIRA
DETALHADA



Entradas para o PT-100



Relés para alarme das saídas

Ajuste de temperatura:

Alarme: 140oC • Desligamento: 150oC

10. ENERGIZAÇÃO

A energização do transformador poderá ser realizada somente após a verificação conforme instruções descritas abaixo:

- Verificar se as tensões do transformador estão de acordo com o previsto para o local de instalação.
- Verificar se as ligações dos taps (link) estão conectados igualmente nas três bobinas.
- Verificar se as distâncias estão de acordo com as especificadas neste manual.
- Verificar se os cabos e barras conectadas ao transformador estão bem apertados.
- Verificar se não há nenhum objeto sobre o transformador ou próximo a ele no local de instalação.

No caso do transformador não ser energizado na data da entrega, armazenar em local adequado conforme descrito nesse manual. Antes de energizar há a necessidade de uma limpeza com pano limpo e seco para remoção de poeiras ou outras impurezas acumuladas no período de inatividade.

11. MANUTENÇÃO

Conforme descrito anteriormente neste manual, qualquer tipo de intermédio no transformador deverá ser seguido os procedimentos conforme descrito na norma regulamentadora NR-10 ou qualquer outra relacionada à segurança e operação de equipamentos elétricos.

Recomendamos realizar uma inspeção visual periódica no transformador a cada 6 meses. Este prazo de manutenção visual é para referência, ficando a critério do cliente se deve reduzir o período, não recomendamos realizar em prazos maiores de 6 meses.

Segue abaixo algumas recomendações essenciais a serem seguidas no processo de manutenção do transformador:

- Inspeção visual do local;
- Limpeza no equipamento e nos acessórios, removendo poeiras ou outros tipos de sujeira depositados no transformador;
- Verificar se as conexões dos cabos, barras, ligações e parafusos do transformador estão bem apertados;
- Verificar se não houve sobreaquecimento nas conexões dos taps e nas ligações;
- Realizar limpeza nos canais de ventilação das bobinas;
- Verificar se o aterramento está conectado corretamente ao transformador;
- Verificar se o sistema de proteção térmica está funcionando corretamente;

12. ENSAIOS

Os transformadores a seco são ensaiados conforme norma ABNT NBR10295 e NBR5356.

13. ADESIVOS OBRIGATÓRIOS NO TRANSFORMADOR

Abaixo, estão listados os adesivos que devem estar no transformador obrigatoriamente.

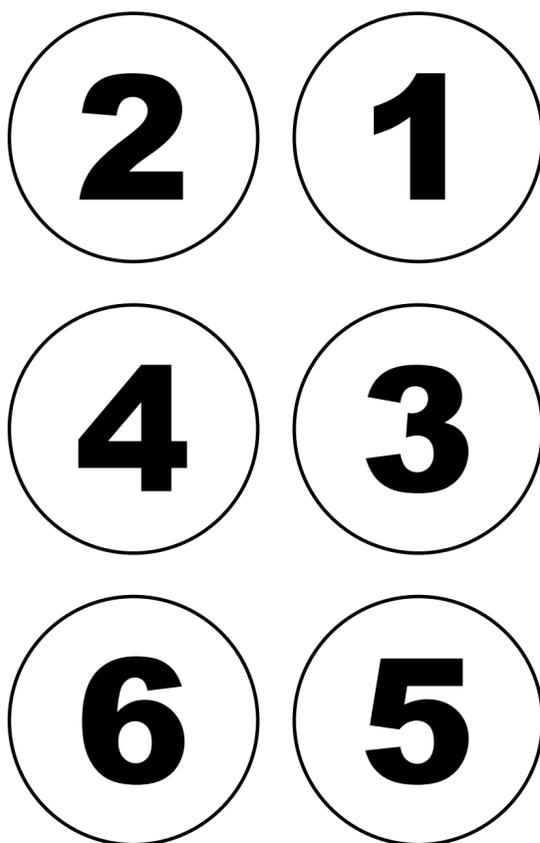
13.1 Adesivo para marcação dos terminais de Alta e Baixa tensão

Adesivos para marcações dos terminais de Alta tensão (H1, H2 e H3) e de baixa tensão (X0, X1, X2 e X3).



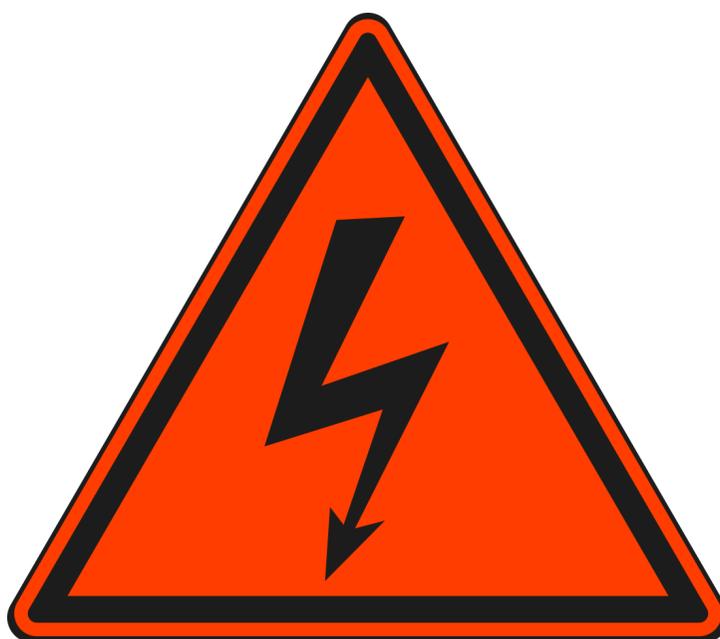
13.2 Adesivos para marcação dos taps

Adesivos para as marcações dos tap's, localizado na caixa de comutação da bobina de Alta Tensão.



13.3 Adesivo de descarga

Adesivo de descarga, localizado nas bobinas de Alta tensão.



13.4 Adesivo do logotipo da empresa

Adesivo da logomarca Itaipu, devendo estar esse localizado na viga superior do transformador.



13.5 Adesivo para içamento do transformador

Adesivo para içamento do transformador, sendo esse localizado na viga superior do transformador.



13.6 Adesivo para transporte

Adesivo de transporte, sendo esse adesivo localizado ao lado do adesivo de içamento do transformador, localizados na viga superior do transformador.



14. GARANTIA

A Indústria de Transformadores Itaipu oferece garantia de seus produtos contra defeitos de fabricação, desde que seguidos corretamente os procedimentos de Transporte, Descarga, Armazenagem, Instalação, Energização e Manutenção descritos neste manual.

A garantia é válida por um período de 24 meses a contar da data da emissão da nota fiscal, a reparação ou substituição de algum componente não prorrogará o período estipulado.



itaiputransformadores.com.br

Av. Sérgio Abdul Nour, 2106 - Distrito Industrial II
14900 000 - Itápolis/SP - Brasil - +55 16 3263 9400