

www.sigmatransformadores.com.br  
SIGMA EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS LTDA  
AV. DAS INDÚSTRIAS, 45 ÁREA INDUSTRIAL II  
LAGOA VERMELHA – RS  
CNPJ: 93734911/0001-23  
INSCR. EST.: 071/0036353 CEP 95.300-000  
FONE / FAX: (54) 3358-2085 / 3358-2454 / 3358-2583



# MANUAL DE INSTRUÇÕES

## TRANSFORMADOR TRIFÁSICO DE DISTRIBUIÇÃO DE ATÉ 300 kVA



## SUMÁRIO

|          |   |    |
|----------|---|----|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO</b> .....                             | 05 |
| <b>2</b> | <b>INSTRUÇÕES BÁSICAS</b> .....                     | 06 |
| 2.1      | SOBRE O TRANSFORMADOR .....                         | 06 |
| 2.2      | INSTRUÇÕES GERAIS .....                             | 06 |
| 2.3      | RECEBIMENTO .....                                   | 06 |
| 2.4      | INSPEÇÃO DE CHEGADA .....                           | 07 |
| 2.5      | DESCARREGAMENTO E MANUSEIO .....                    | 07 |
| 2.6      | ARMAZENAGEM .....                                   | 07 |
| <b>3</b> | <b>INSTALAÇÃO</b> .....                             | 07 |
| 3.1      | CONSIDERAÇÕES GERAIS .....                          | 07 |
| 3.2      | LIGAÇÕES .....                                      | 08 |
| 3.3      | ATERRAMENTO DO TANQUE .....                         | 10 |
| 3.4      | PROTEÇÃO E EQUIPAMENTOS DE MANOBRA .....            | 10 |
| <b>4</b> | <b>ACESSÓRIOS E INDICADORES</b> .....               | 10 |
| 4.1      | SUPORTE DE PARA-RAIOS (OPCIONAL) .....              | 10 |
| 4.2      | INDICADOR INTERNO DO NÍVEL DE ÓLEO (OPCIONAL) ..... | 10 |
| 4.3      | BUCHAS (OPCIONAL) .....                             | 11 |
| 4.4      | TERMINAIS DE CONEXÃO .....                          | 11 |
| 4.5      | ALÇAS DE IÇAMENTO .....                             | 11 |
| 4.6      | ABERTURA PARA INSPEÇÃO (OPCIONAL) .....             | 11 |
| 4.7      | PLACA DE IDENTIFICAÇÃO .....                        | 12 |
| 4.8      | COMUTADORES .....                                   | 12 |
| 4.9      | VÁLVULA DE ALÍVIO DE PRESSÃO (OPCIONAL) .....       | 13 |
| 4.10     | RODAS (OPCIONAL) .....                              | 13 |
| <b>5</b> | <b>ENERGIZAÇÃO</b> .....                            | 13 |
| <b>6</b> | <b>MANUTENÇÃO</b> .....                             | 14 |
| <b>7</b> | <b>DESENHO TÉCNICO</b> .....                        | 15 |



## 1) INTRODUÇÃO

Este manual visa fornecer informações necessárias para o recebimento, instalação e manutenção dos transformadores trifásicos de 15 a 300 kVA.

Os transformadores SIGMA são projetados e construídos rigorosamente segundo as normas ABNT em suas últimas edições.

Recomendamos a leitura das seguintes normas:

### **NBR 7036**

Recebimento, instalação e manutenção de transformadores de potência para distribuição imersos em líquido isolante. Procedimento.

### **NBR 5416**

Aplicação de cargas em transformadores de potência. Procedimento.

### **NBR 5440**

Transformadores para redes aéreas de distribuição . Requisitos.



FIGURA 1: Transformador trifásico de distribuição

É essencial ter em mãos as publicações sobre instalação de transformadores emitidas pelas concessionárias de energia da região, visto que muitas delas têm caráter normativo.

## 2) INSTRUÇÕES BÁSICAS

### 2.1) SOBRE O TRANSFORMADOR

Nossos transformadores são construídos com núcleos de aço silício Grão Orientado (GO) de alta permeabilidade magnética, o que confere baixas perdas de energia para ativação do transformador.

Neste núcleo, é montado o enrolamento de cobre eletrolítico por onde circulam as correntes de carga do transformador.

Normalmente o enrolamento de baixa tensão é montado mais próximo ao núcleo, o que facilita a isolação entre o cobre e o núcleo de aço silício, que é aterrado. Após a instalação do enrolamento de Baixa Tensão (BT), é colocado o enrolamento de Alta Tensão (AT), sendo que este fica em contato direto com a rede de alta tensão da concessionária e alimenta o transformador. Este fato requer maiores cuidados com a isolação, em virtude da existência do maior risco de falhas, as quais podem implicar na queima do equipamento.

Depois de concluída a montagem dos enrolamentos, deve ser feita a ligação dos enrolamentos do comutador, o qual é usado para ajustar a tensão de entrada no transformador com a tensão da rede da concessionária no ponto de ligação, ou seja, o comutador tem por finalidade ajustar e compatibilizar as duas tensões. Os comutadores, possuem normalmente 3 TAPs (escolhas), sendo que os mesmos podem apresentar outras escolhas conforme pedido do cliente. Para transformadores de classe 24,2 kV (transformadores que estão instalados em redes que possuem 23.100 V na Alta Tensão), os TAPs são divididos em 23.100 V, 22.000 V e 20.900 V. Para transformadores instalados na classe 15 kV (redes de alta tensão que possuem 13.800 V) os TAPs são divididos em 13.800 V, 13.200 V e 12.600 V.

### 2.2) INSTRUÇÕES GERAIS

Todos que trabalham em instalações elétricas, seja na montagem, operação ou manutenção, deverão ser constantemente informados e atualizados sobre as normas e prescrições de segurança que regem o serviço, e deverão sempre ser aconselhados a segui-las.

O responsável deverá certificar-se que, antes do início do trabalho, todos os procedimentos foram devidamente observados e preparados, alertando sempre todo o seu pessoal para os perigos inerentes a realização da tarefa. Recomenda-se que estes serviços sejam efetuados por pessoal devidamente qualificado.

Equipamentos para combate a incêndios e avisos sobre primeiros socorros não devem faltar no local de trabalho, estando sempre em lugares bem visíveis e acessíveis, garantindo dessa forma a segurança na realização do trabalho.

### 2.3) RECEBIMENTO

Os transformadores SIGMA sofrem uma série de ensaios antes de serem enviados para o cliente, são os chamados testes de rotina, os quais visam garantir o perfeito funcionamento do transformador para o fim que foi projetado. Para um bom funcionamento do seu transformador, você também pode seguir algumas dicas:

Procure manter o transformador em local limpo, seco e abrigado antes da instalação do mesmo.

Não armazene o equipamento em contato direto com o solo.

#### CUIDADO

Não deixe nenhum objeto sobre o transformador ou em situações que possam danificar o equipamento.

## 2.4) INSPEÇÃO DE CHEGADA

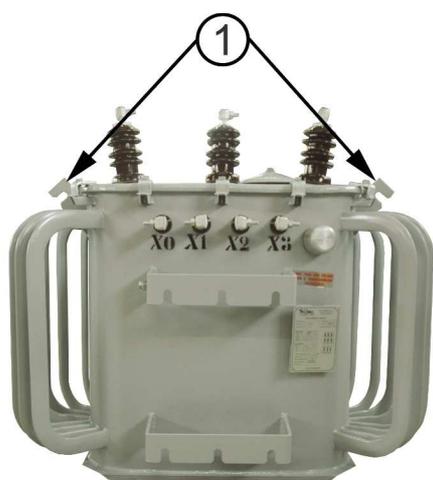
A inspeção preliminar de chegada deverá ser feita no transformador, por pessoal especializado, antes do descarregamento, visando identificar eventuais danos provocados durante o processo de transporte, no qual devem ser verificadas as suas condições externas, acessórios e componentes quanto a deformações, estado de pintura, vazamentos de óleo e seu nível. Caso for constatado alguma ocorrência deve-se entrar em contato com o fabricante para que sejam tomadas as devidas providências.

## 2.5) DESCARREGAMENTO E MANUSEIO

Todos os serviços de descarregamento e locomoção do transformador devem ser executados e supervisionados por pessoal especializado, obedecendo-se as normas de segurança e utilizando-se os pontos de apoios apropriados.

A descarga e manuseio do transformador devem ser feitos com equipamento adequado, como por exemplo: guindaste ou empilhadeira, que tenham capacidade compatível com a massa do transformador.

A movimentação deve ser feita exclusivamente pelas alças de içamento.



1 - Alças de içamento

FIGURA 2: Indicação das alças de içamento

## 2.6) ARMAZENAGEM

Caso o transformador não seja instalado imediatamente, ele deverá ser armazenado, preferencialmente em lugar abrigado, seco, isento de poeiras e gases corrosivos, colocando-o sempre em posição normal e afastado de área com grande circulação de pessoas.

Não deverá ser colocado nenhum tipo de objeto sobre ou próximo ao equipamento, evitando gerar danos ao equipamento.

## 3) INSTALAÇÃO

### 3.1) CONSIDERAÇÕES GERAIS

Antes da instalação do transformador, deve ser verificada a disponibilidade das ferramentas e equipamentos adequados, assim como de pessoal qualificado para o procedimento.

Deve-se observar as seguintes instruções:

- Evitar a instalação em dias chuvosos;
- Realizar a inspeção visual do conjunto, principalmente das buchas, conectores e acessórios, para constatação de eventuais danos ou vazamentos decorrentes do manuseio e transporte do transformador;
- Verificar se os dados constantes na placa de identificação estejam coerentes com o sistema em que o transformador será instalado e a correta posição (escolha) do comutador;
- Verificar as conexões de aterramento do transformador;
- Atentar para as ligações do primário e do secundário;

•Para içamento do transformador, os cabos utilizados devem ser fixados nas alças de içamento.

•Caso o transformador seja para instalação em plataforma, atender ao nivelamento da base e a resistência das fundações sobre as quais será instalado o equipamento.

•Caso o transformador seja para instalação em postes, é importante se certificar que o poste suporte o esforço gerado pelo equipamento correspondente a sua massa.

### 3.2) LIGAÇÕES

Os transformadores trifásicos de distribuição são compostos por três buchas de Alta Tensão (AT) e quatro buchas de Baixa Tensão (BT). Essas buchas são dotadas de terminais para a ligação do equipamento com a rede de distribuição. Os terminais de AT são identificados como H1, H2 e H3 e os terminais de BT são identificados como X0, X1, X2 e X3. Devemos atentar as identificações dos terminais para que seja possível a correta ligação do transformador, a ligação feita de forma errada pode danificar o equipamento.

Os transformadores são dotados de comutadores de tensões, os comutadores são dispositivos que alteram a relação de transformação do equipamento. É de extrema importância atentar as posições do comutador e realizar a adequação ao sistema antes ligação do equipamento. Normalmente os transformadores são fabricados conforme as derivações da Tabela 1, lembrando que caso sejam necessárias outras derivações ou uma quantidade maior das mesmas, suas configurações devem seguir as que estão descritas na placa de identificação do equipamento.

| Classe kV | Derivação n° | Tensão V      |                           |
|-----------|--------------|---------------|---------------------------|
|           |              | Primário (FF) | Secundário                |
| 15        | 1-A          | 13 800        | 380/ 220<br>ou<br>220/127 |
|           | 2-B          | 13 200        |                           |
|           | 3-C          | 12 600        |                           |
| 24,2      | 1-A          | 23 100        | 380/220<br>ou<br>220/127  |
|           | 2-B          | 22 000        |                           |
|           | 3-C          | 20 900        |                           |

NOTA: FF = tensão entre fases



Os transformadores, por padrão, são despachados de fábrica com o comutador de derivações na posição 1-A (13800 V ou 23100 V).

Os comutadores só podem ser operados com o equipamento desenergizado.

As ligações do secundário do transformador seguem por padrão a Tabela 2, que identifica as tensões obtidas entre os pontos do secundário. Por exemplo: se for conectada uma carga entre os pontos X0 e X1, estará sendo aplicada nessa carga uma tensão de 220 V (transformadores com o secundário de 380/220 V) ou 127 V (transformadores com o secundário de 220/127 V).

| Tensões do Secundário (V) | Terminais                     | Tensão Obtida (V) | Ligação |
|---------------------------|-------------------------------|-------------------|---------|
| <b>380 / 220</b>          | X1 - X2<br>X2 - X3<br>X3 - X1 | 380               |         |
|                           | X0 - X1<br>X0 - X2<br>X0 - X3 | 220               |         |
| <b>220 / 127</b>          | X1 - X2<br>X2 - X3<br>X3 - X1 | 220               |         |
|                           | X0 - X1<br>X0 - X2<br>X0 - X3 | 127               |         |

Tabela 2 – Ligações do secundário

Importante ressaltar que o transformador possui uma corrente transitória de magnetização (corrente de inrush). A mesma é causada pelo sobre fluxo magnético transitório que ocorre no núcleo do transformador.

Essa corrente tem como característica um alto valor de pico inicial que pode chegar a vinte vezes o valor da corrente nominal do transformador.

A corrente de inrush normalmente é percebida no momento da ligação do transformador, sendo que será necessário prever o sistema de proteção para que não haja problemas na ligação e na operação.

As buchas do transformador são dotadas de terminais fabricados com uma liga metálica apropriada para oferecer boa condutividade elétrica, porém, não se deve apertar demais os parafusos conectores e nem permitir que os mesmos fiquem submetidos a esforços mecânicos, pois isto poderá danificar as buchas ou mesmo provocar vazamentos de óleo. Os cabos da rede secundária podem ser bastante pesados e, neste caso, deve-se

providenciar um apoio para os mesmos no ponto de conexão com o objetivo de evitar que o seu peso seja suportado pelas buchas.

As buchas de porcelana têm por finalidade apenas a isolação. São materiais que não suportam esforço elevado e deve-se ter cuidado na hora da fixação dos terminais para que não haja dano nas buchas. Também deve-se ter cuidado com a chave de aperto do terminal para que não ocasione impactos.

Os transformadores são equipados com terminais equivalentes a potência e a tensão do primário e do secundário do transformador, levando em consideração sua classe de tensão para isolação.

### 3.3) ATERRAMENTO DO TANQUE

O tanque conta com pontos específicos para aterramento do mesmo. É necessário que se providencie um bom sistema de aterramento para garantir a descarga de correntes de fuga e a segurança das instalações, pois dessa maneira uma eventual falha de isolamento será imediatamente percebida.

A seção do condutor de aterramento deverá ser compatível com as possíveis correntes de fuga.

O sistema de aterramento pode ser feito na forma de uma malha, formado por cabos de cobre nu conectados a hastes de ferro cobreadas ou galvanizadas.

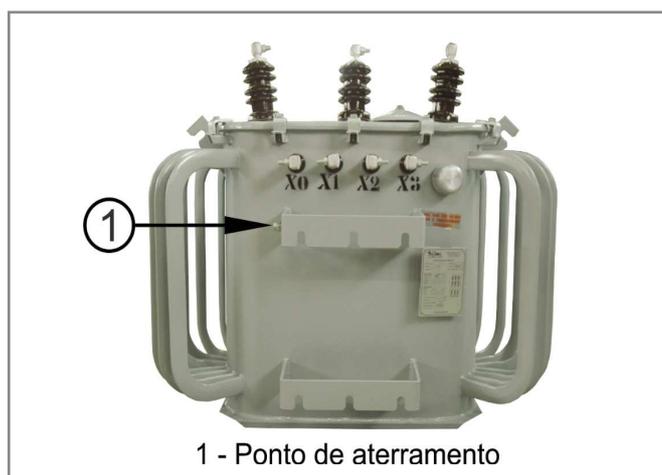


FIGURA 3: Indicação do ponto e aterramento

### 3.4) PROTEÇÃO E EQUIPAMENTOS DE MANOBRA

Os transformadores devem ser protegidos contra sobrecargas, curto-circuito e surtos de tensão, através de chaves fusíveis, disjuntores, seccionadores, para-raios, etc., que deverão ser adequadamente dimensionados para serem coordenados com o transformador e testados antes de fazer as conexões.

## 4) ACESSÓRIOS E INDICADORES

Os acessórios e indicadores tem por finalidade permitir a operação e manutenção do equipamento, sendo que alguns desses itens são de caráter opcional.

### 4.1) SUPORTE DE PARA-RAIOS

**OPCIONAL**

Os transformadores, caso solicitado, podem vir acompanhados de um suporte de para-raios fixado junto a tampa do transformador.



FIGURA 4: Vista lateral do suporte de para-raios



FIGURA 5: Vista superior do suporte de para-raios

### 4.2) INDICADOR INTERNO DO NÍVEL DE ÓLEO

Os transformadores têm um traço demarcatório interno indelével indicando o nível do líquido isolante a 25°C, pintado em cor contrastante com o acabamento interno do tanque, do mesmo lado do suporte para fixação no poste, sendo visível retirando-se a tampa do tanque.



FIGURA 6: Indicador interno do nível de óleo

### 4.3) BUCHAS

As buchas têm por finalidade a isolação elétrica dos terminais com o corpo do transformador. São utilizadas buchas do tipo não-capacitivo e sua isolação é constituída de porcelana. As buchas utilizadas são fabricadas para trabalhar nas classes de tensões de 1.3 kV, 15 kV e 24,2 kV.



FIGURA 7:  
Bucha para 1,3 Kv

FIGURA 8:  
Bucha para 15 kv

FIGURA 9:  
Bucha para 24,2 kv

### 4.4) TERMINAIS DE CONEXAO

Os terminais de conexão são colocados junto as buchas de isolamento, nos transformadores até 300 kVA os terminais do secundário (BT) podem ter capacidades de corrente em três níveis diferentes, podem ser de 160 A, 400 A ou 800 A.

A capacidade de corrente irá variar conforme a tensão aplicada aos terminais do secundário. Os terminais de BT são identificados como X0, X1, X2 e X3, sendo eles as saídas do transformador. Já os terminais de AT são identificados como H1, H2 e H3, os quais são conectados à rede que chega ao ponto de distribuição.



FIGURA 10: Bucha e terminal de alta tensão (AT)

### 4.5) ALÇAS DE IÇAMENTO

As alças de içamento devem ser utilizadas sempre que houver a necessidade de erguer o equipamento. Seus pontos de içamento são indicados conforme a Figura 11.

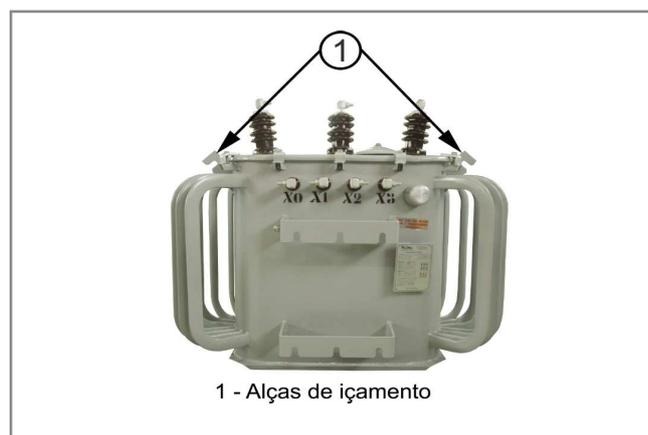


FIGURA 11: Indicação das alças de içamento

### 4.6) ABERTURA PARA INSPEÇÃO

**OPCIONAL**

A abertura de inspeção, caso solicitada, fica localizada na tampa do tanque. Para sua abertura é necessário retirar o parafuso de fixação da tampa. É recomendável não abrir a tampa de inspeção em dias chuvosos ou com muita umidade.



FIGURA 12: Tampa de inspeção

#### 4.7) PLACA DE IDENTIFICAÇÃO

A placa de identificação do transformador informa as principais características de construção e operação do equipamento, onde é possível verificar os esquemas de ligações e as tensões de operações. É de extrema importância a verificação dos dados de placa do equipamento anteriormente a qualquer operação do equipamento.

A Figura 13 é um exemplo de modelo de placa de identificação.



Av. das Indústrias, 45 - Área Industrial II  
Lagoa Vermelha - RS - CEP: 95.300-000  
CNPJ 93734911/0001-23  
Fone: (54) 3358-2085

**TRANSFORMADOR TRIFÁSICO**

Nº  Data Fabricação

Potência  kVA Norma  NBR 5440

Impedância  % Tipo óleo isolante  A

| ALTA TENSÃO |      | TERMINAIS      |      |      |
|-------------|------|----------------|------|------|
| Tensão V    | Pos. | Comutador Liga |      | Lig. |
| 23.100      | 1    | 7-10           | 8-11 | 9-12 |
| 22.000      | 2    | 10-4           | 11-5 | 12-6 |
| 20.900      | 3    | 4-13           | 5-14 | 6-15 |

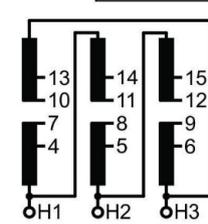
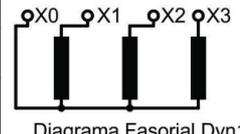



Diagrama Fasorial Dyn1

| BAIXA TENSÃO |           |       |       |
|--------------|-----------|-------|-------|
| Tensão V     | Terminais |       | Lig.  |
| 380          | X1-X2     | X2-X3 | X3-X1 |
| 220          | X0-X1     | X0-X2 | X0-X3 |

Volume  L Massa total  kg PI Nº  64

Elevação de temperatura óleo / enrolamento  50 / 55 °C

Material dos enrolamentos AT / BT

Nível de eficiência  E Isento de PCB

**INDÚSTRIA BRASILEIRA**

FIGURA 13: Placa de identificação

#### 4.8) COMUTADORES

É um dispositivo mecânico que permite variar o número de espiras dos enrolamentos de alta tensão. O comutador de derivações tem por finalidade corrigir o desnível de tensão existente nas redes de distribuição,

devido à queda de tensão ocorrida ao longo das mesmas.

Os transformadores, por padrão, são despachados de fábrica com o comutador de derivações na posição 1-A (13800 V ou 23100 V). Os comutadores só podem ser operados com o equipamento desenergizado.

Para ser possível a realização das mudanças de posições, é necessário retirar a tampa metálica e afrouxar o parafuso de fixação de posição. Para esse procedimento é necessário ter em mãos uma chave do tipo fenda de espessura na ponta de 1,2 mm. Após afrouxar o parafuso até um ponto que permita o deslocamento do cursor, deve-se deslocar o mesmo até a indicação desejada e realizar o aperto do parafuso de fixação da posição.

O parafuso de fixação da posição está identificado na Figura 14. O procedimento descrito no parágrafo anterior é o mesmo para o comutador de derivações e para o comutador de classe.



FIGURA 14: Comutador e indicação do parafuso de fixação de posição

#### 4.9) VÁLVULA DE ALÍVIO DE PRESSÃO

**OPCIONAL**

A válvula é um dispositivo mecânico de proteção contra excesso de pressão que proporciona o alívio de pressão no transformador durante condições de excesso de pressão, com recomposição automática da vedação quando a pressão cai. A mesma tem disponível um anel de extração de aço inoxidável conectado para permitir a operação manual, vista que a mesma consiste em puxar o anel em sentido contrário ao dispositivo.



FIGURA 15: Válvula de alívio de pressão

#### 4.10) RODAS

**OPCIONAL**

Os transformadores de 225 kVA ou 300 kVA podem vir acompanhados, como opcional, de rodas para a instalação em plataformas. Para a instalação das rodas, é necessário o uso de equipamento para içamento devidamente dimensionado para a operação.

As rodas devem ser instaladas na base do transformador, para fins de transporte, sendo fixadas em cima da base do transformador. Para a instalação, as mesmas deverão ser posicionadas na parte inferior da base.

Deve-se observar os seguintes cuidados:

- Caso for previsto trilhos para instalação,

verificar o alinhamento das rodas antes de apoiá-las nos trilhos.

- Depois de feita a instalação das rodas, certificar-se que o transformador descerá evitando inclinações do transformador.



FIGURA 16: Vista frontal da roda



FIGURA 17: Vista lateral da roda

#### 5) ENERGIZAÇÃO

A energização é o passo final para a colocação do transformador em funcionamento.

Antes de sua energização, são recomendados os seguintes passos:

- Ajustar e travar a posição dos comutadores conforme recomendado pela operação do sistema.
- Verificar se as conexões do primário e do secundário estão de acordo com a placa de identificação do equipamento.
- Todo período de instalação, ensaios e energização, deve ser acompanhado por pessoal especializado.

## 6) MANUTENÇÃO

Deverá ser feita uma inspeção visual periódica das partes externas do transformador, afim de verificar inconformidades em relação a vazamentos de óleo, danos nas buchas e terminais, condições dos cabos de conexão. Também importante verificar se há vibração do tanque e danos na pintura. Caso haja alguma inconformidade, deverá ser previsto o reparo ou substituição do equipamento.

Caso possível, é recomendado a verificação do nível de óleo do transformador, tendo como base a marcação interna do nível de óleo a 25 °C. A verificação pode ser feita pela janela de inspeção, caso o equipamento possua, ou pela retirada da tampa.

É importante observar que algumas ocorrências exigem o desligamento imediato do equipamento, pois colocam o equipamento e as instalações em risco iminente, essas ocorrências são:

- Ruído interno anormal;
  - Vazamento significativo de óleo;
  - Defeito nos conectores e/ou buchas;
-



[www.sigmatransformadores.com.br](http://www.sigmatransformadores.com.br)  
SIGMA EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS LTDA  
AV. DAS INDÚSTRIAS, 45 ÁREA INDUSTRIAL II  
LAGOA VERMELHA – RS  
CNPJ: 93734911/0001-23  
INSCR. EST.: 071/0036353 CEP 95.300-000  
FONE / FAX: (54) 3358-2085 / 3358-2454 / 3358-2583