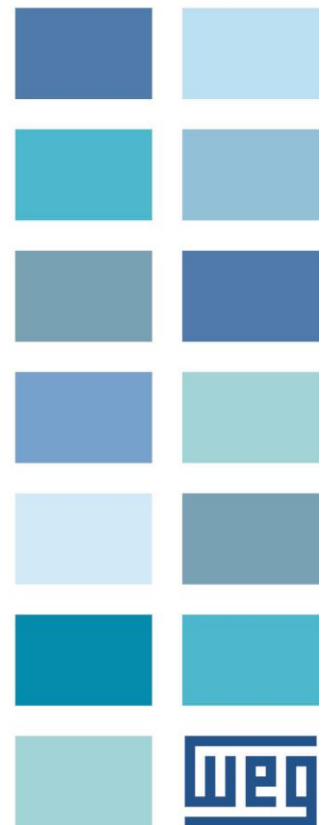
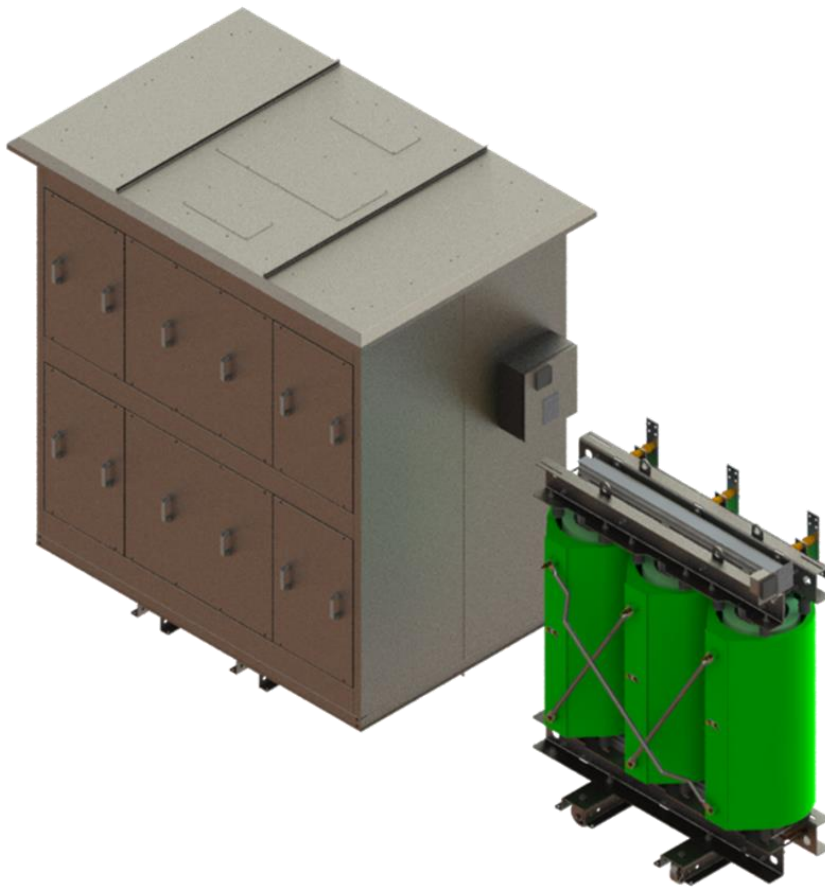


# Transformador a Seco

## Manual de Instalação, Operação e Manutenção





# Manual de Instalação, Operação e Manutenção

N<sup>o</sup> do Documento: 10000647758

Idioma: Português

Prezado Cliente,

Obrigado por adquirir o transformador da WEG. É um produto desenvolvido com níveis de qualidade e eficiência que garantem um excelente desempenho.

A energia elétrica exerce um papel de relevante importância para o conforto e bem-estar da humanidade, sendo o transformador elétrico um dos equipamentos responsável pela geração, transmissão e distribuição desta energia, por isso este precisa ser identificado e tratado como uma máquina cujas características envolvem determinados cuidados, dentre os quais os de armazenagem, instalação e manutenção.

Assim indicamos ler atentamente este manual antes de proceder à instalação, operação ou manutenção do transformador, assegurando uma operação segura e contínua, além de garantir a sua segurança e de suas instalações. Caso as dúvidas persistam, solicitamos contatar a WEG.

Mantenha este manual sempre próximo ao seu transformador, para que possa ser consultado quando necessário.



### ATENÇÃO!

1. É imprescindível seguir os procedimentos contidos neste manual para que a garantia tenha validade.
2. Os procedimentos de instalação, operação e manutenção do transformador deverão ser feitos por pessoal qualificado.



### NOTA!

1. A reprodução das informações deste manual, no todo ou em partes, é permitida desde que a fonte seja citada;
2. Caso este manual seja extraviado, entre em contato com a WEG para que outra cópia seja fornecida.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>INSTRUÇÕES BÁSICAS</b> .....	<b>6</b>
2.1	INSTRUÇÕES GERAIS .....	6
2.2	FORNECIMENTO .....	7
2.2.1	<i>Local de recebimento</i> .....	7
2.2.2	<i>Inspeção de recebimento</i> .....	7
2.2.3	<i>Descarregamento e manuseio</i> .....	8
2.3	ARMAZENAGEM .....	10
<b>3</b>	<b>INSTALAÇÃO DE TRANSFORMADORES A SECO</b> .....	<b>10</b>
3.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	10
3.2	CONDIÇÕES ESPECIAIS .....	12
3.2.1	<i>Requisitos básicos para instalação</i> .....	13
3.2.2	<i>Bloqueio do fluxo de ar do invólucro de proteção</i> .....	15
3.3	NÍVEL DE RUÍDO .....	16
3.4	ALTITUDES DE OPERAÇÃO .....	17
3.5	DISTÂNCIAS NECESSÁRIAS PARA OPERAÇÃO .....	17
3.6	LIGAÇÕES .....	17
3.6.1	<i>Conexão dos barramentos</i> .....	18
<b>4</b>	<b>SISTEMA DE PROTEÇÃO E MANOBRA</b> .....	<b>18</b>
4.1	PARA-RAIOS .....	19
4.2	MONITOR DE TEMPERATURA .....	19
<b>5</b>	<b>COMISSIONAMENTO</b> .....	<b>20</b>
5.1	RELAÇÃO DE INSTRUMENTOS .....	20
5.2	RELAÇÃO DOS ENSAIOS E VERIFICAÇÕES .....	20
5.3	PLANILHA DE ENSAIOS ELÉTRICOS .....	21
5.4	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO .....	26
5.5	PROTEÇÃO ANTICORROSIVA .....	27
5.5.1	<i>Inspeção visual</i> .....	27
5.5.2	<i>Preparação de superfície e pintura – invólucro de proteção</i> .....	27
5.5.3	<i>Preparação de superfície e pintura – ferragens e núcleo</i> .....	28
<b>6</b>	<b>ENERGIZAÇÃO</b> .....	<b>28</b>
6.1	ENERGIZAÇÃO DE TRANSFORMADOR PARA RETIFICADOR APÓS FALHA DO SISTEMA .....	29
<b>7</b>	<b>COLOCANDO O TRANSFORMADOR EM OPERAÇÃO</b> .....	<b>29</b>
<b>8</b>	<b>VERIFICAÇÕES PÓS ENERGIZAÇÃO</b> .....	<b>30</b>
<b>9</b>	<b>MUDANÇA DE DERIVAÇÃO/TENSÃO</b> .....	<b>30</b>
<b>10</b>	<b>MANUTENÇÃO PREVENTIVA</b> .....	<b>30</b>
<b>11</b>	<b>LIMPEZA</b> .....	<b>32</b>
<b>12</b>	<b>CLASSE DE PROTEÇÃO ESPECIAL DE TRANSFORMADORES A SECO</b> .....	<b>33</b>
12.1	INTRODUÇÃO .....	33
12.2	MANUTENÇÃO PREVENTIVA E LIMPEZA .....	33
12.2.1	<i>Procedimentos</i> .....	34
12.3	INVÓLUCRO DE PROTEÇÃO E ACESSÓRIOS .....	35



---

12.3.1	<i>Montagem do invólucro de proteção e acessórios .....</i>	35
12.3.2	<i>Cuidados durante a montagem do invólucro de proteção e acessórios.....</i>	36
12.3.3	<i>Acesso para conexões de alta e baixa tensão do transformador.....</i>	36
<b>APÊNDICE A - CUIDADOS COM ASPECTOS AMBIENTAIS.....</b>		<b>38</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Este manual visa dar informações necessárias ao transporte, armazenagem, instalação e manutenção de transformadores a seco WEG. O atendimento a estas instruções proporcionará um melhor desempenho do transformador, além de prolongar a sua vida útil.

Os transformadores WEG são projetados e construídos rigorosamente segundo normas ABNT em suas últimas edições, estando, por isso, os dados deste manual sujeitos a modificações sem prévio aviso. Recomendamos àqueles que desejarem aprofundar-se no assunto, a leitura das seguintes normas:

- NBR 5356-11: Transformadores de Potência Secos;
- NBR 5356-7: Transformadores de Potência;
- NBR 13297: Recebimento, instalação e manutenção de transformadores de potência secos – Procedimento (\*);
- IEC 60076-11: Dry-type Power Transformers;
- IEC 60076-12: Loading Guide for Dry-type Power Transformers.

É muito importante ainda, ter em mãos as publicações e especificações sobre a instalação de transformadores, emitidas pelas concessionárias de energia de sua região, visto que muitas delas têm caráter normativo. Para maiores esclarecimentos, consulte nosso Departamento de Assistência Técnica, através do contato indicado no final deste manual.

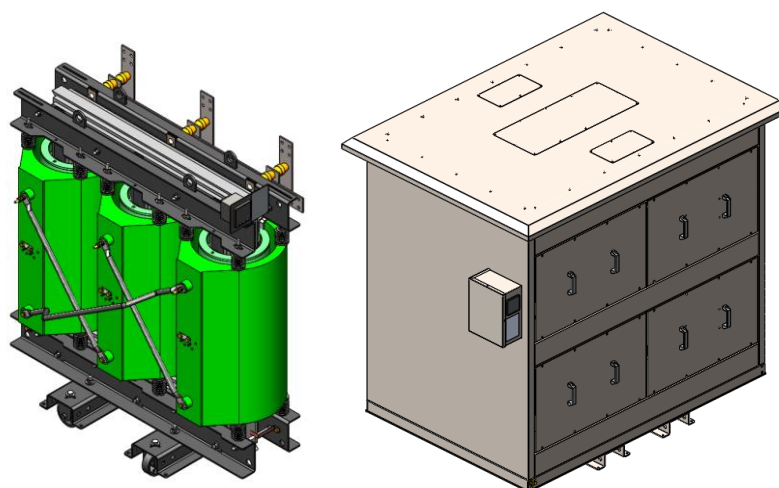


Figura 01 - Transformador a seco (modelos IP-00 e com invólucro de proteção)

## 2 INSTRUÇÕES BÁSICAS

### 2.1 INSTRUÇÕES GERAIS

Todos que trabalham em instalações elétricas, seja na montagem, operação ou manutenção, deverão ser permanentemente informados e atualizados sobre as normas e prescrições de segurança que regem o serviço, e orientados a segui-las. Cabe ao responsável certificar-se, antes do início do trabalho, de que tudo foi devidamente observado e alertar sua equipe para os perigos inerentes à tarefa proposta.

O local de trabalho deve estar de acordo com as normas de segurança atuais que regem as atividades. Em outras palavras, é exigido o mesmo contar com equipamento para combate a incêndios e avisos sobre primeiros socorros, em lugares bem visíveis e acessíveis.

É de fundamental importância que os procedimentos de instalação, operação e manutenção do transformador sejam efetuados por equipe qualificada.

## 2.2 FORNECIMENTO

Os transformadores depois de ensaiados e liberados, são embalados na fábrica de forma adequada ao seu transporte, evitando exposição a intempéries, de forma a garantir a integridade operacional do transformador.

### 2.2.1 Local de recebimento

Sempre que possível, o transformador deve ser descarregado diretamente sobre sua base definitiva. Quando for necessário o descarregamento em local provisório, deve ser verificado se o local oferece plenas condições de segurança e distribuição de esforço na base de apoio, bem como se o local é limpo, nivelado e abrigado.

### 2.2.2 Inspeção de recebimento



#### ATENÇÃO!

Remover a embalagem plástica com cuidado, não expondo o transformador a agentes ambientais e também para que, posteriormente, seja possível reaproveitá-la para armazenagem após efetuar os procedimentos de inspeção.

Com o propósito de identificar qualquer dano ocorrido durante o transporte, deve-se efetuar uma inspeção minuciosa de recebimento antes do descarregamento do equipamento, ainda sobre o meio utilizado para transporte. Devem ser feitos registros (fotos) do recebimento. Esta inspeção deve contemplar as seguintes verificações:

- O estado da embalagem;
- As características da placa de identificação, que devem estar de acordo com o pedido;
- A inexistência de fissuras, arranhões ou amassados nos corpos isolantes, acessórios ou invólucro de proteção;
- A totalidade dos conectores e acessórios (conforme lista de materiais);
- A inexistência de peças soltas (Parafusos, porcas, travessas, barramentos e etc.), bem como o aperto das conexões aparafusadas tanto elétricas como mecânicas;

Ademais, a lista de materiais expedida deve ser conferida. Caso seja evidenciado algum desvio ou incidente relacionado a transporte, proceder conforme indicações a seguir:

- Notificar imediatamente o representante WEG;
- Efetuar ressalva detalhando o desvio no verso do conhecimento de transporte, conforme Termo de Garantia;
- Enviar e-mail para Assistência Técnica WEG [weg-astec@weg.net](mailto:weg-astec@weg.net), com cópia para [wtd-sinistros@weg.net](mailto:wtd-sinistros@weg.net), contendo fotos do equipamento ainda sobre a carroceria do caminhão, fotos de avarias e, informando ainda sobre número de série do equipamento.



#### ATENÇÃO!

Para ter direito à garantia, o **CLIENTE** deve atender às especificações dos documentos técnicos da **WEG**. Danos causados, em decorrência do transporte, deverão ser informados à **WEG** em um período máximo de 48 horas (quarenta e oito horas).

**CUIDADO!**

Nunca exercer esforços sobre os barramentos, bobinas ou calços das mesmas. Qualquer deslocamento pode afetar as características elétricas do equipamento ou mesmo causar danos no momento da energização.

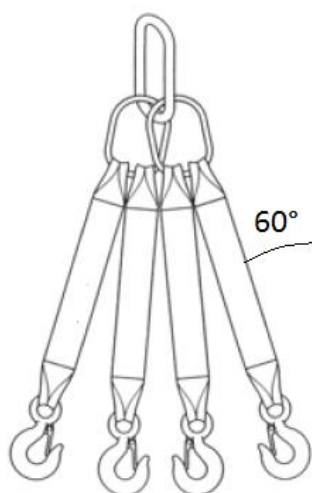
### 2.2.3 Descarregamento e manuseio

Todos os serviços de descarregamento e locomoção do transformador devem ser executados e supervisionados por pessoal especializado e atendendo aos cuidados que uma carga de peso significativo requer, obedecendo-se as normas de segurança e utilizando-se os pontos de apoio apropriados. O transformador tipo seco sempre deverá ser manipulado em ambiente abrigado. Se o transformador for exposto a umidade durante manuseio ou estoque, este deverá ser cuidadosamente inspecionado e testado antes da energização para determinar será necessária uma secagem mais abrangente.

**ATENÇÃO!**

Ao descarregar ou movimentar o transformador, é indicada a realização de uma inspeção minuciosa deste, de acordo com procedimento apresentado na seção 2.2.2.

Em relação aos procedimentos de içamento e tração, estes devem ser feitos pelos pontos indicados no desenho dimensional, não devendo utilizar-se outros pontos, o que pode acarretar graves danos ao transformador e mesmo às pessoas envolvidas na manipulação. Como equipamentos de içamento, devem ser empregadas cintas. Estas devem estar em perfeitas condições e serem apropriadas para a carga em questão. Além disso, é requerido que as mesmas atendam a quantidade de olhais de içamento em sua totalidade, contendo gancho ou anilha em suas extremidades e que não exceda o ângulo de 60° da cinta ao eixo vertical de referência.



**Figura 02** - Cinta para içamento

Em caso de deslocamento por arraste, o mesmo deverá ser feito sobre as rodas, quando fornecidas com o transformador, base de arraste ou dispositivos apropriados que suportem o peso informado na placa de identificação. Caso seja escolhida a movimentação através de tração, deve-se tomar os devidos cuidados para evitar o tombamento do transformador.



A movimentação do transformador com empilhadeira só pode ocorrer quando o mesmo possuir pallet compatível com a operação. Durante o manuseio com empilhadeira o transformador não pode ser exposto a ângulo de inclinação superior a 10° visto o risco de tombamento assim como a necessidade de utilizar empilhadeira compatível ao peso e dimensões do transformador. É necessária atenção em relação ao posicionamento do transformador junto a empilhadeira a fim de não causar danos ao transformador.

Para direcionar o transformador, os esforços devem estar concentrados somente sobre as vigas de prensagem do núcleo ou da base.

**Importante: Para o içamento de transformadores providos de invólucro de proteção, devem ser tomadas as seguintes precauções:**

- 1) A tampa contida no teto do invólucro deve ser removida e o transformador içado sempre pelos olhais das vigas superiores do transformador (internamente ao invólucro de proteção, conforme Figura 03). Caso necessário todo o teto do invólucro pode ser removido;
- 2) Evitar que elementos de fixação, ferramentas, partículas ou resíduos, caiam sobre a parte ativa do transformador podendo causar danos irreversíveis ao transformador;
- 3) O processo de remoção das tampas para acesso aos olhais de içamento e posterior içamento deve ser feito de maneira cuidadosa para evitar danos às chapas do invólucro.



### ATENÇÃO!

Olhais de içamento das ferragens internas para fixação das cintas / cabos de movimentação encontram-se conforme indicado na Figura 03 abaixo.

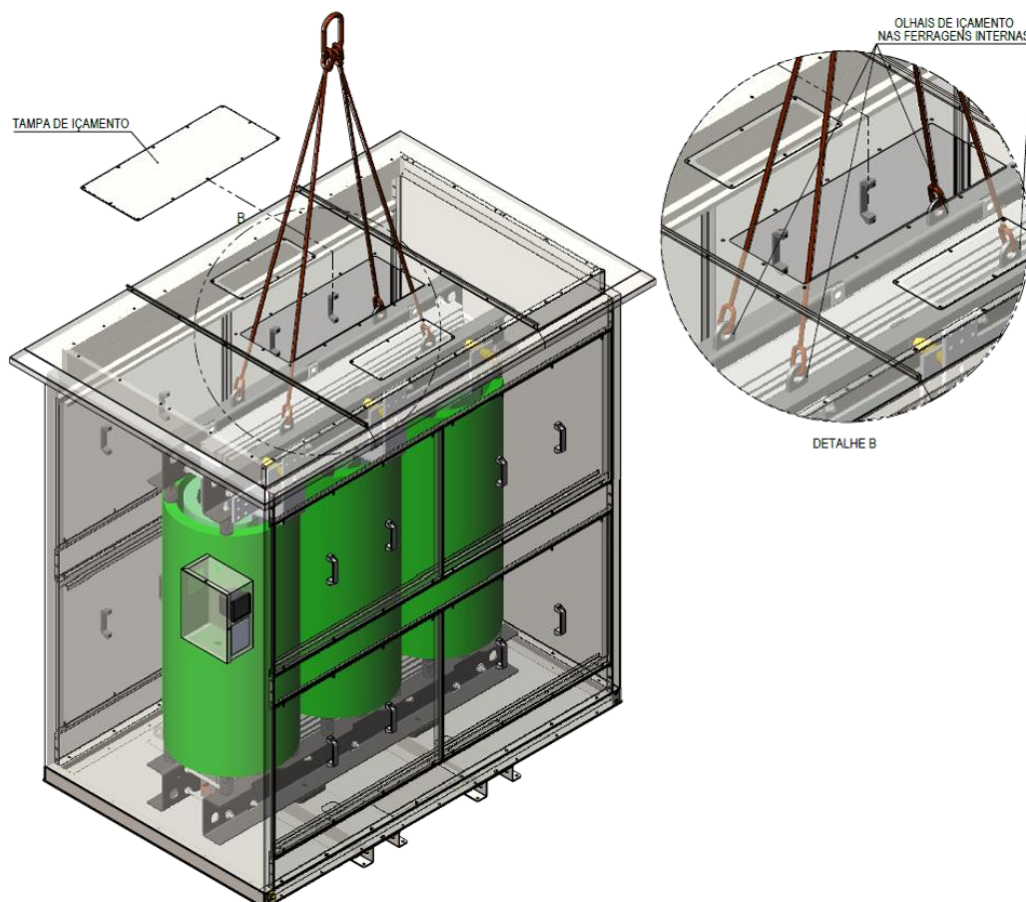


Figura 03 - Içamento do conjunto (transformador e invólucro de proteção)

Nas operações de movimentação levar em conta que o transformador não pode sofrer impactos. Logo, toda a movimentação deve ser efetuada de forma meticulosa a fim de assegurar a integridade do equipamento.

### 2.3 ARMAZENAGEM

Os transformadores, quando não instalados imediatamente, devem ser armazenados, com sua embalagem original de fábrica, em lugar abrigado, totalmente seco, isento de poeiras e gases corrosivos, colocando-os sempre em posição normal e afastados de áreas com muito movimento ou sujeitas à colisão. Determina-se ainda, pela utilização de uma proteção de plástico para evitar deposição de sujeira e, para evitar a exposição a umidade, o emprego de pacotes de sílica gel sobre peças como núcleo (4x, sobre culatras superior e inferior), enrolamentos (4x) e o fundo do invólucro (6x). Com o seguimento dessas orientações, o equipamento poderá ser armazenado por mais tempo sem sofrer alteração de suas características de isolação.

Os componentes e acessórios, quando retirados do transformador para transporte ou para armazenamento, devem ser armazenados em locais adequados, seguindo o mesmo procedimento dos transformadores.

Após o período de armazenagem, o transformador a seco poderá ser energizado, seguindo as respectivas instruções contidas neste Manual.

Ressaltamos que a responsabilidade de armazenagem dos equipamentos entregues no local designado pelo cliente, são de responsabilidade do **CLIENTE**. Todos os materiais de transformadores secos devem ser armazenados em local abrigado e seco.

## 3 INSTALAÇÃO DE TRANSFORMADORES A SECO

### 3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os transformadores a seco WEG são projetados de forma a operar a temperatura ambiente máxima de 40°C e altitude máxima de 1000m.s.n.m, exceto quando diferentemente solicitado. **O ambiente de instalação deve ser em um local abrigado com ventilação necessária para a sua correta refrigeração.** Transformadores secos não podem ser diretamente expostos a intempéries exceto quando há aplicações especiais de grau de proteção, como por exemplo com o invólucro de proteção IP54 – conforme anexo A.

Antes de qualquer providência para instalação do transformador, deve ser verificada a disponibilidade de pessoal qualificado, assim como de equipamentos e ferramentas adequadas. O fabricante do transformador não é responsável por sua instalação, a menos que tal fato conste expressamente na ordem de compra. A instalação deve ser realizada de acordo com leis correntes, normas, e instruções do fabricante. Informamos que possuímos na WEG a Seção de Comissionamento e Start-Up, que atua na área de prestação de serviços, assim como vendas de partes e peças de transformadores. Caso julgar necessária a visita de um técnico especializado, ou equipe para instalação, mediante vossa solicitação, este canal poderá apresentar uma proposta comercial para prestação do serviço.

Segue abaixo informações de contato.

Dados para contato:  
Fone: (47) 3231 – 8146  
E-mail: wtd-parts@weg.net



#### ATENÇÃO!

Para os serviços de instalação, é indispensável a observação da NR 10 – SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE.

Antes da instalação do transformador, deve ser feita uma verificação constando, o mínimo, dos seguintes itens:

- Inspeção visual completa a fim de certificar que não ocorreram danos durante o manuseio do transformador;
- Verificação do nivelamento adequado da base;
- Fixação correta do transformador à base definitiva;
- Confirmação de que os dados de placa estão compatíveis com a especificação técnica do equipamento;
- Avaliação das conexões de aterramento do transformador.



### ATENÇÃO!

Para o reaperto das conexões elétricas e mecânicas, seguir os passos descritos a seguir.

- Reaperto de todas as conexões (ver Figura 04):
  1. Afrouxar as porcas internas dos tirantes horizontais superiores;
  2. Reaperto as porcas dos tirantes verticais nas armaduras superior e inferior;
  3. Reaperto as porcas externas e internas dos tirantes horizontais superiores;
  4. Afrouxar as porcas internas dos tirantes horizontais inferiores;
  5. Reaperto as porcas externas e internas dos tirantes horizontais inferiores;
  6. Reaperto as demais conexões mecânicas (invólucro de proteção, rodas, aterramento, etc.);
  7. Reaperto todas as conexões elétricas.

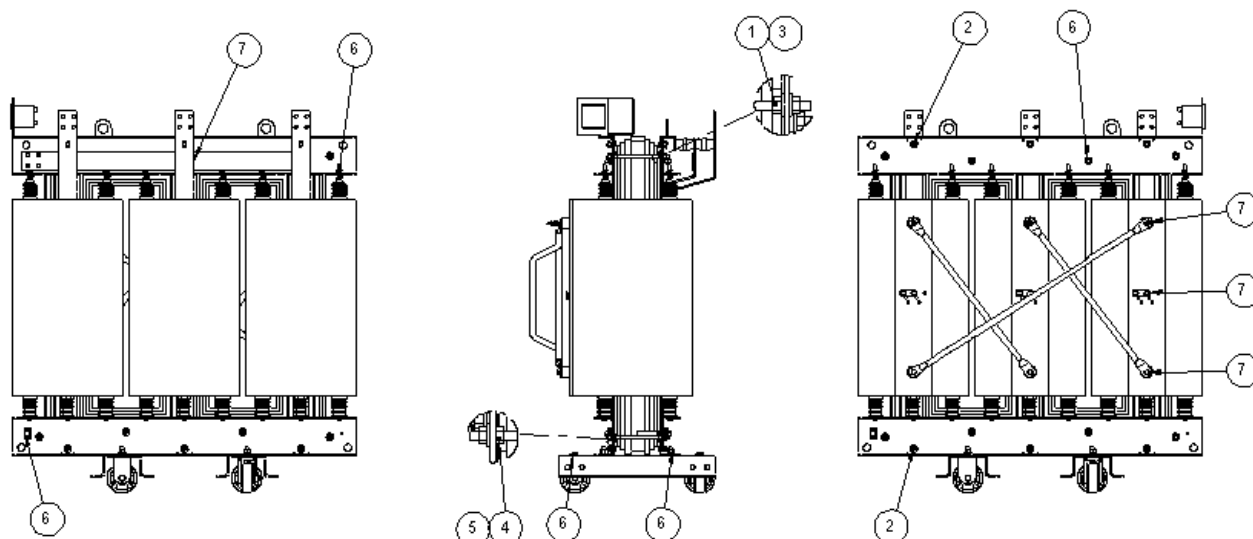


Figura 04 - Reaperto das conexões

Tabela 01 - Torque em parafusos de barramentos para conexão

Barramentos				
BITOLA	Classe 5.6	Classe 8.8	Inox: A2-70 A4-70	Latão 70/30
<b>M8</b>	18	24	22	4
<b>M10</b>	33	48	45	9
<b>M12</b>	57	84	78	15
<b>M16</b>	135	200	190	38
<b>M20</b>	260	390	375	74

Tabela 02 - Torque em parafusos da estrutura do transformador

Estrutura do transformador			
BITOLA	Classe 5.6	Classe 8.8	Inox: A2-70 A4-70
<b>M6</b>	5	10	8
<b>M8</b>	12	25	20
<b>M10</b>	24	49	40
<b>M12</b>	42	84	70
<b>M16</b>	103	206	168
<b>M20</b>	201	403	328

Os valores citados nas tabelas 1 e 2 são expressos em **N.m**.

Utilizar pasta lubrificante na parafusaria de inox a fim de evitar o efeito de soldagem por fricção.



### **CUIDADO!**

Nunca energizar o transformador sem conferir o aperto das conexões elétricas e mecânicas.

## 3.2 CONDIÇÕES ESPECIAIS

Constituem condições especiais de funcionamento, transporte ou instalação, aquelas que podem exigir construção especial, valores nominais diferenciados, cuidados especiais no transporte, instalação ou mesmo funcionamento do transformador.

Exemplos destas condições especiais são:

- Instalação em altitudes superiores a 1000m.s.n.m e temperaturas superiores a 40°C;
- Exposição à umidade excessiva, atmosfera salina, gases ou fumaça prejudiciais ao equipamento;
- Exposição a pó prejudicial como pó de minério de ferro e enxofre;
- Exposição a materiais explosivos na forma de gases ou pó;
- Exigência de isolamento diferente do especificado para o equipamento;
- Limitação do espaço de instalação;
- Transporte, instalação e armazenagem em condições distintas das especificadas neste manual;
- Risco de vibrações anormais e abalos sísmicos;

Estes fatores devem sempre ser verificados a fim de, proporcionar adequada e obrigatória análise prévia à energização do transformador, objetivando melhor performance, e como fator de prevenção para acidentes ou danos ao equipamento.

### 3.2.1 Requisitos básicos para instalação

Os transformadores a seco deverão ser instalados sobre superfície adequadamente nivelada e resistente para suportar seu peso. Quando os transformadores forem dotados de rodas, garantir que o equipamento esteja apoiado por igual em todos os pontos da base, a fim de garantir sua estabilidade e evitar deformações.

Nas instalações dos transformadores, devem ser considerados cuidadosamente os seguintes fatores:

- Deve haver um espaço mínimo de 0,5m entre transformadores e, entre estes e paredes ou muros, proporcionando uma ventilação minimamente apropriada;
- O local onde será colocado o transformador deve ser bem ventilado, de maneira a ser assegurada uma ventilação apropriada, visto que este é um parâmetro fundamental ao correto funcionamento do transformador a seco. Neste sentido, é importante que existam entradas de ar localizadas na parte inferior de uma das paredes e saídas na parte superior das paredes opostas. Estas aberturas devem ser suficientes para circulação de aproximadamente 5m<sup>3</sup> de ar por minuto para cada kW de perda (ver cálculo simplificado a seguir).



#### NOTA!

A ventilação adequada na sala do transformador confere ao equipamento vida útil conforme norma e respectiva estabilidade operacional, evitando desligamentos por sobretemperatura.

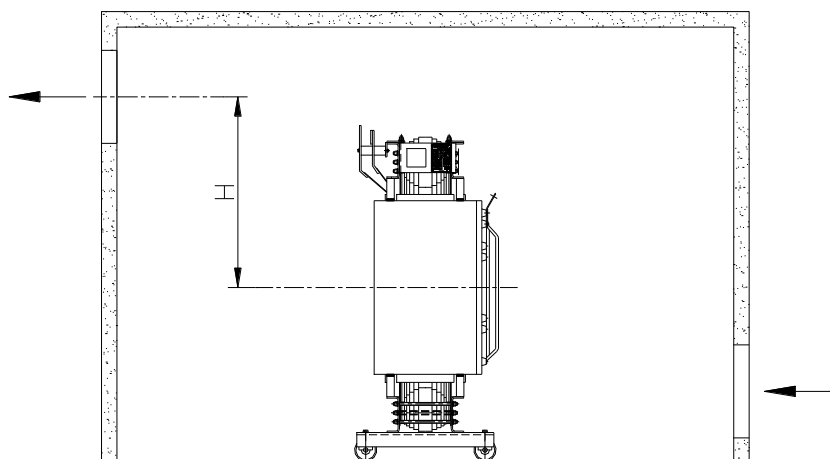


Figura 05 - Entradas de ar para ventilação natural

Em casos onde a ventilação natural não é suficiente, podem-se instalar ventiladores a fim de aumentar o fluxo de ar na sala conforme Figura 06, ou preferencialmente, adotar a climatização da sala onde irá operar o transformador.

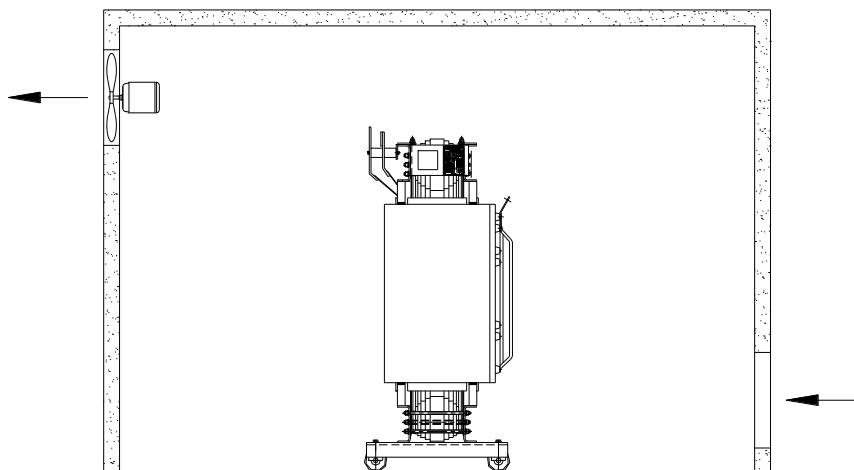


#### ATENÇÃO!

Ressaltamos que a instalação de exaustores ou ventilação forçada, implica em aumento da condição ruidosa do local onde o transformador está instalado.

**CUIDADO!**

Caso seja adotada a climatização da sala elétrica onde se encontra o transformador, não direcionar o equipamento utilizado para climatização diretamente sobre o transformador, evitando desta forma a condensação de água sobre o mesmo. Este contato com a água pode causar a queima do transformador.



**Figura 06** - Ventilação através de exaustão

Para um cálculo aproximado do tamanho das aberturas ou o fluxo de ar necessário na sala pode-se utilizar as expressões abaixo, tomando como diferença de 15°C de temperatura entre o ar que entra na sala e o ar que sai da mesma:

$$S = 0,3 \times \frac{P_t}{\sqrt{H}}$$

$$S' = 1,1 \times S$$

$$V = 5 \times P_t$$

onde:

$P_t$  = perdas totais do transformador dissipadas a 120°C [kW] especificadas na Folha de Dados enviada na documentação do transformador

$S$  = superfície da abertura inferior [m<sup>2</sup>]

$S'$  = superfície da abertura superior [m<sup>2</sup>]

$H$  = distância medida entre a metade da altura do transformador e a metade da saída de ar superior [m] (vide Figura 05)

$V$  = volume do ar de refrigeração [m<sup>3</sup>/min]

**Exemplo:** Instalação de 2 transformadores de 2.000kVA

Perda total  $P_t$  de um transformador seco de 2MVA a 120°C = 27kW

Distancia  $H$  entre a metade da altura do transformador e a metade da saída de ar superior: 1,5m

$$S = 0,3 \times \frac{27 \times 2}{\sqrt{1,5}} = 13,2 m^2$$

$$S' = 1,1 \times 13,2 = 14,5 m^2$$

Pela área encontrada, sabemos que será necessária a instalação de ventilação forçada na sala. A vazão mínima dos motoventiladores será:

$$V = 5 \times 27 \times 2 = 270 m^3 / \text{min}$$

Este exemplo desconsidera a existência de invólucro de proteção.



### CUIDADO!

A alteração do invólucro de proteção e/ou grau de proteção do transformador sem uma avaliação técnica WEG caracteriza perda de garantia.

### 3.2.2 Bloqueio do fluxo de ar do invólucro de proteção

A instalação do transformador deve ser em um local apropriado (de acordo com o grau de proteção), com ventilação necessária para a sua correta refrigeração, conforme exemplo da Figura 07.



### ATENÇÃO!

Não obstruir a circulação de ar na região inferior do invólucro de proteção.

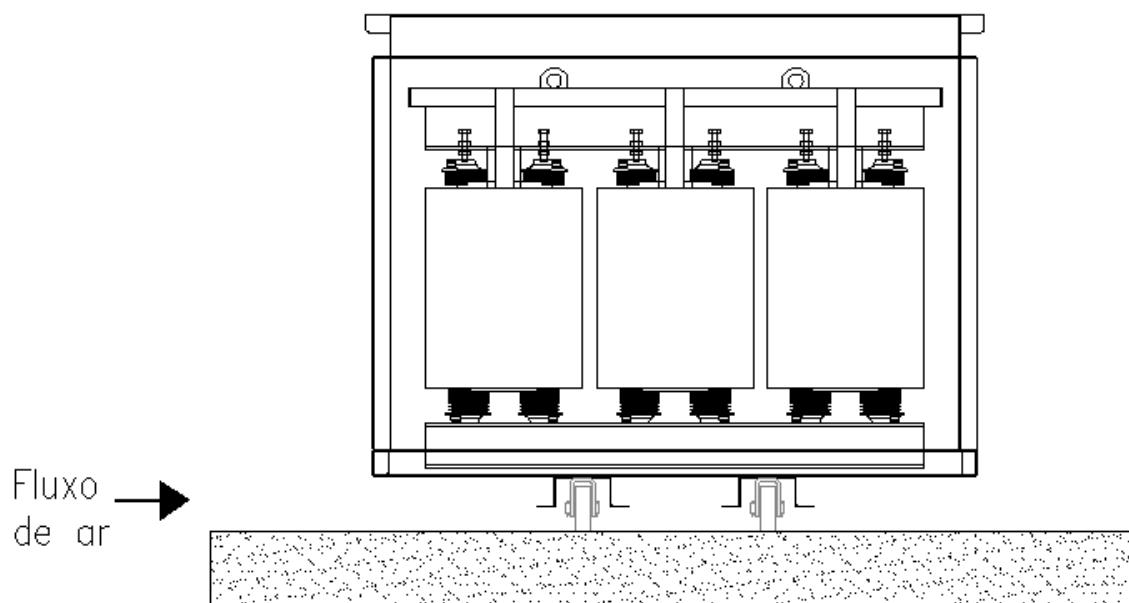


Figura 07 - Fluxo de ar sem obstrução

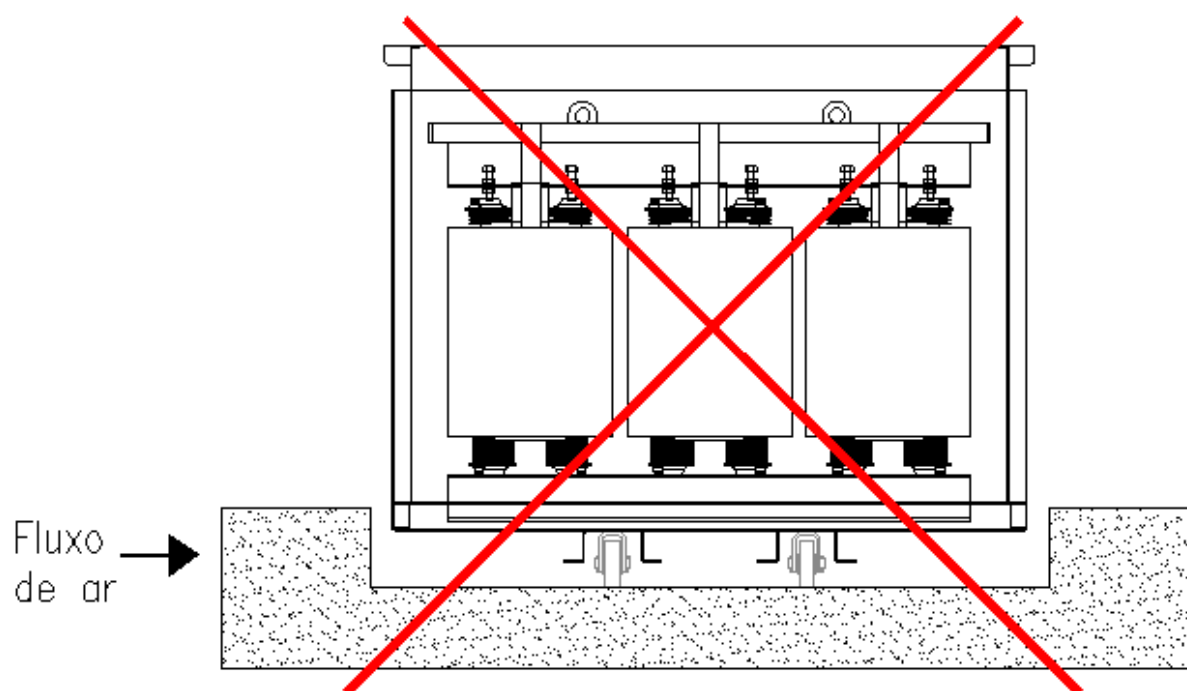


Figura 08 - Fluxo de ar com obstrução

### 3.3 NÍVEL DE RUÍDO

Há uma série de precauções básicas de instalação que se cuidadosamente observadas e seguidas, irão possibilitar um nível de ruído convergente com o previsto nas normas. Seguem abaixo alguns itens relevantes.

- Antes de conectar o transformador ao sistema, verifique a posição correta do painel de comutações, conforme a tensão de rede. Caso estiver na posição incorreta, o circuito magnético poderá se tornar saturado e o nível de ruído aumentar notavelmente.
- Evitar instalação em cantos ou cubículos, locais com baixo pé direito (teto próximo do transformador), salas com três cantos (formato triangular) que irão atuar como “megafones”, de modo a amplificar o som;
- Se possível, opte por local de instalação distante da área em que o ruído traria maior desconforto, como por exemplo, escritórios, recepções;
- Evite a instalação em salões e corredores estreitos ou em cantos de escadas. O ruído do transformador reverbera a partir das paredes, potencializando o ruído, causando a formação de indesejáveis decibéis adicionais;
- A operação temporária e experimental de um transformador em uma sala ou área, se possível, irá indicar rapidamente a melhor localização e orientação do som emitido;
- Há também a opção de utilizar materiais para isolamento acústico do local onde o transformador será instalado. Este item deve ser verificado com empresa especializada;
- Para instalação em armação estrutural, parede, teto ou coluna, há a possibilidade de utilização de calços flexíveis para apoio do transformador, que funcionam como “amortecedores de ruído”.
- Verifique se as quatro rodas do transformador estão firmemente posicionadas no chão.
- Os valores de ruído estão especificados na Folha de Dados do transformador, e para medição do mesmo seguir conforme ABNT NBR 7277.



### 3.4 ALTITUDES DE OPERAÇÃO

Os transformadores são projetados e construídos conforme as normas aplicáveis, para instalações até 1.000m.s.n.m acima do nível do mar. Em altitudes superiores a 1.000m.s.n.m, o transformador terá sua capacidade reduzida ou necessitará de um sistema de refrigeração mais eficaz.

### 3.5 DISTÂNCIAS NECESSÁRIAS PARA OPERAÇÃO

Os transformadores devem ser instalados incluindo os respectivos cabos de alimentação, observando-se as distâncias dielétricas necessárias para cada classe de tensão. Por segurança a WEG indica os distanciamentos elétricos entre cabos, barramentos, buchas e partes metálicas segundo os valores especificados na tabela abaixo.

Tabela 03 - Espaçamentos externos mínimos para transformadores a seco

Classe de Tensão do Equipamento [kV](eficaz)	Tensão de Impulso Atmosférico [kV]	Espaçamento Mínimo Com Isolação [mm]	Espaçamento Mínimo Sem Isolação [mm]
1,1	----	20	25
3,6	20	30	40
7,2	40	35	45
	60	50	65
15	95	80	130
	110	100	150
24,2	125	130	170
	150	160	200
36,2	150	160	200
	170	200	240
	200	250	300

### 3.6 LIGAÇÕES

Durante este processo deve ser isolada a parte inferior do barramento a fim de se evitar que as partículas retiradas se desloquem para o interior das bobinas.

As ligações do transformador devem ser realizadas de acordo com o diagrama de ligações de sua placa de identificação. **É importante que se verifique se os dados da placa de identificação estão coerentes com o sistema ao qual o transformador será instalado.**

As terminações devem ser suficientemente flexíveis a fim de evitar esforços mecânicos causados pela expansão e contração dos cabos nela conectados. Estas terminações admitem consideráveis pesos de condutores, mas devem ser evitadas longas distâncias sem suportes. Os cabos ou barras devem estar corretamente dimensionados e as conexões devidamente apertadas a fim de evitar sobreaquecimento. Transformadores a seco WEG possuem marcação dos terminais conforme normas aplicáveis ou conforme solicitado, as quais devem ser rigorosamente analisadas previamente à execução das ligações.

ANTES DE OPERAR  
REAPORTE TODAS AS CONEXÕES  
ELÉTRICAS E MECÂNICAS

Figura 09 - Exemplo de marcação presente nos terminais

O circuito de proteção térmica, quando existente, deve ser conectado conforme manual de ligação do mesmo.

A malha de terra deverá ser ligada aos terminais próprios por meio de cabo de cobre com seção adequada.

Os terminais de alta tensão do transformador a seco WEG podem ser de cobre, alumínio ou latão.

Os terminais de baixa tensão geralmente são em alumínio de liga especial e garantem as qualidades eletromecânicas desejadas para uma boa conexão. Excepcionalmente esses terminais podem ser de cobre, conforme solicitação do cliente ou conforme diretriz de projeto. O material dos terminais de baixa tensão será o mesmo dos enrolamentos, o qual é informado na folha de dados do transformador.

Para efetuar as conexões adequadamente são necessários alguns cuidados, como segue:

- **Preparação da Superfície:** Antes de realizar qualquer ligação ou conexão, as superfícies de alumínio/cobre devem ser processadas a fim de retirar a fina camada de óxido que se cria espontaneamente em contato com o ar. A remoção desta camada de óxido pode ser efetuada com escova de aço, lixa fina, raspagem, etc.

Para os casos em que o barramento possuir tratamento químico (estanho/prata), apenas deverá ser feita limpeza com uma flanela seca.

Após efetuar a preparação da superfície, conforme descrito anteriormente, o barramento deverá passar por processo de limpeza com uma flanela seca.

### 3.6.1 Conexão dos barramentos

Os barramentos após estarem com suas superfícies limpas, estarão aptos a serem conectados. Porém é necessário que a conexão seja efetuada o mais breve possível, dada a possibilidade de criação de uma nova camada de óxido sobre o contato.

Deve-se também avaliar o tipo de conexão, conforme destacamos abaixo:

- **Conexão Alumínio-Alumínio:** Os terminais do transformador e os barramentos a serem conectados, devem receber o tratamento de modo idêntico, preparando a superfície conforme citado anteriormente.



#### ATENÇÃO!

Verificar sempre a existências de conexões entre cobre e alumínio. Estas conexões requerem cuidados especiais.

- **Conexão Alumínio-Cobre:** Quando for efetuada uma conexão entre materiais (barramentos) de cobre e alumínio, indica-se que estes barramentos possuam tratamento químico (estanho/prata). Além deste tratamento pode-se também ser utilizado placas de cobre nu ou elemento bimetálico, com o intuito de melhorar as conexões.
- **Material empregado para a conexão:** Todas as peças, porcas, parafusos e arruelas lisas devem ser protegidos contra corrosão.
- **Pressão de contato:** Os parafusos devem ser apertados com uma chave com um dinamômetro ou chave limitadora de torque, para se obter uma distribuição uniforme de pressão de contato, conforme torques indicados na Tabela 01. É indicado realizar um reaperto dos parafusos após 4 (quatro) semanas de uso, a fim de equalizar eventuais acomodações (ver Tabela 01 deste manual).

## 4 SISTEMA DE PROTEÇÃO E MANOBRA

O transformador deve ser protegido contra sobrecargas, curto-circuito e surtos de tensão, sendo utilizados para isso disjuntores, seccionadores, para raios e outros dispositivos, definidos pela norma, os quais devem ser providenciados, pelo responsável pela instalação.

Previamente à energização todos estes componentes devem ser detalhadamente testados de acordo com as normas aplicáveis a cada um deles.

**ATENÇÃO!**

O dimensionamento do sistema de proteção e manobra é de responsabilidade do cliente.

#### 4.1 PARA-RAIOS

Quando para-raios forem instalados junto à parte ativa do transformador, os mesmos não podem ter seus terminais de terra ligados em eventuais pontos de aterramento situados na parte superior do transformador. Os mesmos devem ser aterrados em paralelo à estrutura do transformador, ou seja, aterramento individual.

No caso de transformadores que possuam para-raios de fábrica (fornecidos pela WEG com o transformador), a ligação do equipamento à terra já estará efetuada. Basta verificar o torque aplicado aos conectores e realizar a conexão do terminal destinado à fase com a respectiva fase do transformador.

#### 4.2 MONITOR DE TEMPERATURA

O monitor de temperatura é utilizado nos transformadores a seco com a finalidade de monitorar a temperatura no interior dos enrolamentos.

Desta forma o monitor de temperatura recebe o valor da resistência através de um sensor PT100, e o transforma em temperatura equivalente, a qual é vista no monitor de temperatura, com painel frontal digital.

O monitor de temperatura desempenha diversas funções de controle e acionamento de contatos. Para o monitor digital é possível, através do teclado frontal, configurar os parâmetros de sua atuação e posteriormente podem ser lidos os valores medidos e parametrizados, como ventilação, alarmes e desligamentos.



Figura 10 - Monitor de temperatura (digital)

**NOTA!**

Todos os monitores de temperatura, quando fornecidos com os transformadores WEG, são devidamente parametrizados em fábrica conforme indicado no esquema topográfico do mesmo. Caso o mesmo necessite ser substituído, deverá ser contatada a assistência técnica da WEG, através do contato indicado no final deste manual.

**NOTA!**

O sistema de proteção térmica protegerá o transformador quando este estiver operando com temperaturas superiores às máximas especificadas. Os valores de elevação de temperatura e temperatura máxima do transformador são especificados na Folha de Dados.

**ATENÇÃO!**

A alimentação do monitor de temperatura deverá ser de fonte externa, e não do secundário do transformador, separando sistema de potência do sistema de comando/controle.

## 5 COMISSIONAMENTO

Após o posicionamento do transformador em sua base de operação e antes de sua instalação/energização, devem ser executados os ensaios elétricos de campo, visando certificar a integridade operacional do equipamento.

A empresa responsável por estes serviços deverá disponibilizar:

- Equipe especializada;
- Instrumentos devidamente aferidos e com o certificado de calibração válido.

### 5.1 RELAÇÃO DE INSTRUMENTOS

- Medidor de relação de transformação (TTR);
- Medidor de resistência ôhmica;
- Medidor de resistência do isolamento;
- Multímetro;
- Alicates amperímetro;
- Termo higrômetro.

### 5.2 RELAÇÃO DOS ENSAIOS E VERIFICAÇÕES

Ensaio:

- Relação de transformação em todas as fases e todos os tap's do transformador;
- Resistência ôhmica dos enrolamentos em todas as fases e todos os tap's do transformador;
- Resistência do isolamento dos enrolamentos do transformador;
- Resistência do isolamento de toda a fiação do painel de controle do transformador, caso aplicável.

Verificações:

- Avaliar a programação do monitor de temperatura;
- Efetuar a simulação de atuação dos contatos do monitor de temperatura;
- Após energização do painel de controle, verificar sentido de rotação dos motores dos ventiladores, ajustes dos disjuntores e sistema de aquecimento do painel, caso aplicável.

**ATENÇÃO!**

No painel de controle:  
Verificar o aperto de todas as conexões elétricas de bornes e componentes.


---

Nota: Os registros dos ensaios realizados devem ser datados e assinados pelo responsável pela sua execução. Sem tal assinatura, não serão considerados válidos pelo fabricante ou seu preposto. Todos os registros devem ser arquivados, e se necessário, devem ser disponibilizados para o fabricante para consulta e verificação dos resultados, conforme informações contidas no Termo de Garantia.


### 5.3 PLANILHA DE ENSAIOS ELÉTRICOS


- Planilha do ensaio de relação de transformação;
- Planilha do ensaio de resistência ôhmica dos enrolamentos;
- Planilha do ensaio de resistência do isolamento;
- Ensaio do monitor de temperatura do transformador;
- Ensaio de relação de transformação;
- Ensaio de resistência ôhmica dos enrolamentos.



 <i>Transformando energia em soluções</i>	<b>Ensaio de Relação de Transformação</b>	Data:						
Cliente:								
Potência:	kVA	Tipo Lig.:	Nº Série:					
Tens. Prim.:	kV	Tens. Sec:	kV CP:					
<b>Sequência dos Tap's</b>	<b>Relação de Transformação</b>							
Tap's	Tensão do Tap (kV)	FASE 1		FASE 2		FASE 3		Rel. Nominal
		Medido	Erro (%)	Medido	Erro (%)	Medido	Erro (%)	
<b>Observações:</b>								



 Transformando energia em soluções		<b>Ensaio de Resistência Ôhmica dos Enrolamentos</b>			Data:	
Cliente:						
Potência:		kVA	Nº Série:		CP:	
Tens. Prim.:		kV	Tens. Sec.:		Temp. ambiente: °C	
Sequência dos Tap's		Resistência Ôhmica ( $\Omega$ )				
Tap's'	Tensão do Tap (kV)	FASE 1		FASE 2		FASE 3
<b>Enrolamento de Baixa Tensão</b>						
Conexão	Tensão (kV)	X1-X2		X2-X3		X3-X1
Ensaio realizado por:				Inspeccionado por:		

 Transformando energia em soluções		<b>Ensaio de Resistência do Isolamento</b>		Data:
Cliente:				
Potência:	kVA	Nº Série:	CP:	
Tens. Prim.:	kV	Tens. Sec.:		
Temp. Amb:	°C	Tens. de ensaio:	kV	
<b>Conexões</b>		<b>Resistência de Isolamento (MΩ)</b>		
Terminal "LINE"	ALTA	ALTA	BAIXA	
Terminal "EARTH"	MASSA	BAIXA	MASSA	
Terminal "LINE"	BAIXA	MASSA	ALTA	
	Medidas (MΩ)	Medidas (MΩ)	Medidas (MΩ)	
Tempo de Ensaio	30 seg.			
	1 min.			
	2 min.	-----	-----	-----
	3 min.	-----	-----	-----
	4 min.	-----	-----	-----
	5 min.	-----	-----	-----
	6 min.	-----	-----	-----
	7 min.	-----	-----	-----
	8 min.	-----	-----	-----
	9 min.	-----	-----	-----
10 min.	-----	-----	-----	-----
Índice de Absorção $I_A = R_{1'}/R_{1/2}'$				
Índice de Polarização $I_P = R_{10'}/R_{1'}$				
<b>Observações:</b>				
<b>Ensaio realizado por:</b>			<b>Inspecionado por:</b>	





#### 5.4 CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO

Objetivo: A finalidade deste item é verificar se as condições elétricas do transformador e dos circuitos elétricos estão satisfatórias para sua operação no sistema.

**Tabela 04** - Valores de referência para critério de aceitação

ITEM	DESCRIÇÃO	VALORES DE REFERÊNCIA
1	Relação de transformação do transformador;	$\pm 0,5\%^*$
2	Resistência ôhmica dos enrolamentos do transformador;	Máximo 5% acima em comparação ao valor da medição de fábrica
3	Resistência do isolamento dos enrolamentos do transformador	AT-M: $\geq 1 \text{ M}\Omega/5\text{KV}$ AT-BT: $\geq 1 \text{ M}\Omega/5\text{KV}$ BT-M: $\geq 1 \text{ M}\Omega/2\text{KV}$
4	Resistência do isolamento de toda a fiação do painel de controle;	$\geq 0,5 \text{ G}\Omega / 500 \text{ Vcc}$
5	Programação dos monitores de temperatura	Conforme Esquema topográfico
6	Efetuar a simulação de atuação do monitor de temperatura do transformador.	Operação dos contatos conforme Diagrama

(\*). Esse valor eventualmente pode ser flexibilizado conforme indicado na Folha de Dados.



#### ATENÇÃO!

Informar imediatamente a WEG sobre qualquer condição de anormalidade nos resultados dos ensaios realizados antes da energização, com risco de causar mau funcionamento do equipamento. Este é um procedimento obrigatório para fins de manutenção e garantia contratual do equipamento. Dúvidas relacionadas a ensaios de comissionamento para equipamentos novos, ou avaliação destes, podem ser direcionadas ao canal [wtd-comissionamento@weg.net](mailto:wtd-comissionamento@weg.net).

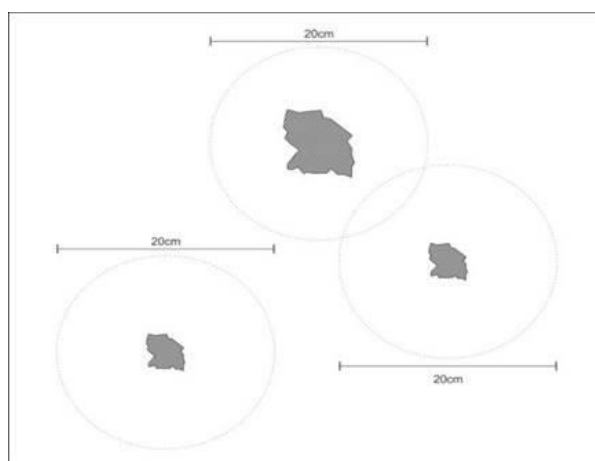
## 5.5 PROTEÇÃO ANTICORROSIVA

Os sistemas de pintura do invólucro de proteção e das ferragens e núcleo deverão estar perfeitamente íntegros para garantir a proteção anticorrosiva prevista pelo projeto do equipamento.

Para garantir a integridade do sistema de pintura, possíveis danos causados no transporte e/ou montagem deverão ser restaurados o mais brevemente possível.

### 5.5.1 Inspeção visual

- Realizar inspeção visual para identificar todos os pontos danificados ou que necessitem de recuperação;
- Considerar na inspeção que o reparo deve abranger não apenas a área pontual do dano;
- Para o reparo deve ser considerado um círculo de 20 cm de diâmetro à volta do ponto danificado. Quando este círculo englobar outro ponto danificado, o mesmo deve ser novamente ampliado em 20 cm (conforme Figura 11 – **Orientação: área de recuperação**).
- ).



**Figura 11** – Orientação: área de recuperação

### 5.5.2 Preparação de superfície e pintura – invólucro de proteção

Obs.: a pintura original utiliza tinta pó, mas retoques têm de ser feitos com tinta líquida; com isso nos locais onde houve dano poderá haver diferença de aspecto visual devido à textura da tinta pó que a tinta líquida não irá reproduzir com perfeição.

- Efetuar lavagem para remoção de contaminantes; utilizar água doce limpa e detergentes biodegradáveis;



#### NOTA!

Utilizar água doce limpa em volume suficiente para remoção do resíduo de detergentes.



#### ATENÇÃO!

O descarte de resíduos deve considerar os requisitos ambientais locais.

- Proceder lixamento do substrato para criar perfil de ancoragem, e leve quebra de brilho da tinta próximo ao dano (alguns centímetros em volta). Recomenda-se lixa grão 150.
- Efetuar limpeza com diluente para remoção de poeiras e possíveis contaminações; utilizar estopas novas e limpas.
- Preparar tinta poliuretano acrílico alifático W-THANE HBA 501 da cor do invólucro\*. Por tratar-se de tinta bicomponente, atenção especial à relação (volume de A x volume de B) e à vida útil da mistura.
- Efetuar a repintura da região danificada estendendo sobre a região previamente lixada, em volta do dano – espessura seca de 90 a 100 micrômetros.
- Para tentar reproduzir o aspecto texturizado da tinta pó, utilizar rolo de espuma e sem diluição da tinta.
- Aguardar tempo de secagem conforme Boletim Técnico e reinspecionar. Pode-se retocar alguns pontos, se necessário, dentro do intervalo de repintura.

\*Havendo dúvida quanto à cor do invólucro e/ou código da tinta, consultar Assistência Técnica WEG.

### 5.5.3 Preparação de superfície e pintura – ferragens e núcleo

- Isolar ou proteger componentes, acessórios, fiação, evitando qualquer possibilidade de dano ou contaminação com pó ou tinta.
- Proceder lixamento manual/mecânico para quebra do brilho. Recomenda-se lixa grão 120.
- Remover com aspirador de pó toda partícula solta/resíduo gerado durante a preparação da superfície.
- Efetuar limpeza com diluente para a remoção de poeiras e possíveis contaminações; utilizar estopas novas e limpas.
- Preparar tinta W-THERM HPD 364 preta conforme Boletim Técnico. Por tratar-se de tinta bicomponente, atenção especial à relação (volume de A x volume de B) e à vida útil da mistura.
- Aplicar pintura por rolo ou trincha:
  - Rolo: Utilizar rolos de lã de carneiro ou de lã sintética;
  - Trincha: Recomendado somente para retoques de pequenas áreas.
- Após secagem ao toque, repetir operação (2ª demão).
- Aguardar tempo de secagem conforme Boletim Técnico e reinspecionar. Pode-se retocar alguns pontos, se necessário, dentro do intervalo de repintura.



#### **ATENÇÃO!**

O descarte de resíduos deve considerar os requisitos ambientais locais.

## 6 ENERGIZAÇÃO

A energização é o passo final na sequência de colocação em serviço de um transformador. Algumas vezes a energização é feita imediatamente após a instalação. Entretanto, é comum a energização ser realizada muito tempo após a instalação, com diversos eventos de obra que podem alterar as condições iniciais nas quais o transformador se encontrava. Em ambos os casos, a energização somente deve ser feita após executadas as verificações específicas indicadas abaixo:

- Avaliar os resultados obtidos nos relatórios de ensaios elétricos de comissionamento realizados em campo e comparar com os relatórios de ensaios de fábrica;
- Avaliar se a posição de taps do comutador está de acordo com a condição de tensão do sistema;
- Para a operação de transformadores em paralelo, verificar se a ligação está com a polaridade correta;
- Verificar se as conexões dos cabos ou barras estão corretamente ligadas e posicionadas de forma adequada. O cabeamento não deve passar entre as barras de alta tensão (fechamento) mas sim estarem fixadas ao invólucro com dispositivos conforme necessidade;
- Verificar se o cabo de aterramento está corretamente ligado ao conector (parafuso) previsto para esta finalidade
- Para transformadores providos de monitor de temperatura, conferir a ligação do circuito, certificando-se se a tensão está de acordo e se os contatos de alarme e desligamento estão ligados aos respectivos circuitos, conforme esquema topográfico;
- Verificar se não existe materiais, equipamentos ou outras impurezas sobre o transformador, entre as bobinas ou impedindo a ventilação nos canais de resfriamento. A limpeza deverá ser feita conforme item 11 deste manual;



### ATENÇÃO!

A observância de todas as condições supracitadas é OBRIGATÓRIA e condição básica para a manutenção e validação da garantia contratual.

### 6.1 Energização de Transformador para Retificador após Falha do Sistema

Quando houver uma parada do sistema em função da ocorrência de um problema (ou seja, quando a parada não tiver sido gerada por um desligamento voluntário dos operadores), o transformador somente poderá ser energizado novamente após a execução dos seguintes procedimentos:

1. Desconexão dos cabos de alimentação do transformador e da carga;
2. Execução do ensaio de resistência ôhmica em todos os enrolamentos (BT e AT), entre fases e entre fase-neutro (este último quando aplicável);
3. Execução do ensaio de relação de transformação em todos os taps;
4. Execução do ensaio de resistência do isolamento de todos os enrolamentos entre si e contra a terra;
5. Se todos os ensaios anteriores apresentarem resultados satisfatórios comparativamente aos relatórios de fábrica, fazer a desmagnetização do núcleo conforme segue:
  - Com uma fonte de tensão variável adequada, aplicar uma rampa de tensão do remanente da fonte até a tensão nominal do transformador pelo lado da BT com a alta tensão em aberto e no maior tap. Manter esta tensão por 2 minutos.

Após estes procedimentos com resultados satisfatórios o transformador poderá ser reenergizado. Estas operações devem estar documentadas.



Seguindo o procedimento de reenergização após falha do sistema, fica garantido que o transformador não sofreu danos devido a curtos-circuitos externos.

## 7 COLOCANDO O TRANSFORMADOR EM OPERAÇÃO

Uma vez com o transformador conectado ao sistema de alta tensão:

- A tensão será aplicada no transformador em vazio e observada por uma hora. Nenhuma anomalia deve ocorrer durante este período de tempo;
- A tensão deverá ser medida nos terminais de alta tensão e nos terminais de baixa tensão para conferir se atende aos valores necessários para o perfeito funcionamento do transformador;
- Aplicar a carga progressivamente até a potência nominal ser alcançada e verificar a temperatura do transformador.



### ATENÇÃO!

O transformador deve ser energizado inicialmente em vazio.

## 8 VERIFICAÇÕES PÓS ENERGIZAÇÃO

- Verificar as tensões de entrada e saída do transformador;
- Após decorridas 24 horas da colocação em cargas, verificar se a temperatura registrada no monitor de temperatura, está de acordo com o limite registrado na placa de identificação do transformador;
- Proceder com inspeção termográfica do transformador após decorridas 24 horas de sua operação em carga, visando avaliar/identificar possíveis pontos quentes em conexões elétricas de cabos e barramentos;
- Atenção para a ocorrência de ruídos audíveis muito elevados.



### ATENÇÃO!

Em se detectando qualquer anormalidade nas verificações pós – energização, a Assistência Técnica WEG deverá ser contatada imediatamente.

## 9 MUDANÇA DE DERIVAÇÃO/TENSÃO

O transformador a seco é provido de um painel com terminais nas bobinas de alta tensão que possibilitam a mudança de derivação para a regulação da tensão de saída. Esta atividade deve ser executada somente com o transformador desenergizado e devidamente aterrado.



### ATENÇÃO!

Toda vez que o painel for manipulado, é necessário repetir o ensaio de resistência ôhmica dos enrolamentos na nova posição de trabalho definida. Os valores obtidos deverão ser avaliados e comparados com as medições realizadas nos ensaios de fábrica.

## 10 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Os transformadores a seco WEG necessitam de pouca manutenção, o que representa uma das vantagens deste tipo de transformador. Contudo, é necessário fazer um acompanhamento constante a fim de se evitar problemas como acúmulo de poeira e outras impurezas (o que pode causar perda na capacidade de refrigeração e consequente perda de potência), deformações de sua estrutura e condições das conexões elétricas, entre outras. Desta forma, os equipamentos a seco devem ser verificados a cada ano de operação.

O procedimento de manutenção preventiva deve ser implementado conforme instruções abaixo, podendo sofrer variações de acordo a agressividade existente no local de instalação. Ademais, todas as precauções estipuladas pela legislação vigente também devem ser levadas em consideração.

1. Proceder com inspeção termográfica do transformador durante a sua operação em carga, visando avaliar/identificar possíveis pontos quentes em conexões elétricas de cabos e barramentos;



### NOTA!

Caso o ensaio de inspeção termográfica identificar pontos quentes em conexões elétricas, proceder com a manutenção corretiva e aplicar o torque de aperto conforme Tabela 01;



### CUIDADO!

Antes de dar continuidade ao procedimento de manutenção preventiva devem ser seguidas as medidas apresentadas a seguir:

- Desconecte os terminais de alta e baixa tensão, deixando o transformador desenergizado;
- Usando uma haste isolante nos terminais de alta e baixa tensão, os mesmos devem ser aterrados para assegurar que não existe mais nenhuma carga estática;
- Os terminais devem então ser curto-circuitados e aterrados;
- Nunca trabalhe nos transformadores ou qualquer equipamento elétrico sozinho.

2. Realizar inspeção visual geral do transformador e sua instalação;
3. Avaliar o alinhamento dos calços de fixação de bobinas e aplicar o torque de aperto conforme Tabela 02;
4. Executar a limpeza conforme especificado no item 11;
5. Certificar a atuação dos contatos do monitor de temperatura;
6. Certificar se o aterramento está corretamente conectado ao terminal previsto.



### NOTA!

A limpeza do transformador e do ambiente onde este se encontra são indispensáveis para o correto funcionamento do mesmo, devendo fazer parte dos itens de verificação durante a manutenção periódica. Deve ser realizada ao menos uma limpeza anual no equipamento e respectivo cubículo / sala de instalação.

**Tabela 05 - Causas de defeitos e correções**

ITEM	ANORMALIDADES	CAUSA PROVÁVEL	CORREÇÃO
1	Sobreaquecimento nos terminais AT, BT e pontos de conexão e painel de comutação.	Mau contato.	Limpeza de áreas de contatos. Reapertar porcas e parafusos.
2	Sobreaquecimento do	Sobrecarga acima do previsto.	Diminuir carga.

	transformador		Aumentar a refrigeração.
		Circulação de ar de refrigeração insuficiente.	Limpar canais de ar de refrigeração do transformador. Verificar dutos e aberturas para circulação do ar de refrigeração quanto ao dimensionamento e às obstruções.
		Temperatura do ar de refrigeração acima da temperatura prevista.	Diminuir carga. Aumentar a circulação do ar de refrigeração.
3	Atuação do relé de proteção (alarme e/ou desligamento).	Sobreaquecimento do Transformador.	Conforme item 2.
		Falta de tensão de alimentação do relé.	Verificar tensão de alimentação no relé. Verificar funcionamento correto do relé e fiação.
4	Descarga entre terminais AT	Redução da resistividade superficial do material isolante por existência de corpos estranhos.	Limpeza geral, com remoção dos corpos estranhos depositados na superfície.
	Descarga entre AT e massa		
	Descarga entre AT/BT	Destrução do material isolante devido à sobretensões, presença de partículas, sobreaquecimento ou esforços mecânicos acima do previsto.	Substituição ou reparo da peça danificada.
5	Ruído excessivo	Tensão mais elevada que a prevista. Assentamento não uniforme da base do transformador. Ressonância com superfícies ao redor do equipamento.	Verificar a tensão correta e ajustar ao tap mais adequado. Verificar a existência de superfícies metálicas (painéis, armários, dutos, portas, etc.) soltas com possibilidade de vibrações.
		Ressonâncias transmitidas pelas ligações.	Instalação de elementos flexíveis entre os terminais do transformador e os condutores da instalação.

## 11 LIMPEZA

Um importante fator para um melhor funcionamento deste tipo de transformador é a constante e eficiente limpeza do mesmo para que não ocorra alterações nas características dielétricas do transformador. Por esse motivo, indicaremos procedimentos de limpeza para os tipos de impurezas relacionadas a seguir:

**Tabela 06** - Procedimentos de limpeza para transformadores a seco

Tipo de sujeira encontrada	Procedimento utilizado
Pó seco em geral	1 e 4
Pó úmido	3 e 4
Maresia (salinidade)	1 e 4
Pó metálico (pó industrial)	1 e 4
Óleos em geral	2, 3 e 4
Grafite ou similares	1 e 4

1. Com auxílio de um aspirador em pó e pano seco, remover a poeira depositada no transformador. Em seguida, use um aspirador com porteira apropriada para remover os resíduos de poeira e fazer a



limpeza dos canais de ventilação das bobinas e entre a bobina e o núcleo. Para finalizar, use um pano seco e limpo para remover resíduos que ainda permanecem nas bobinas, principalmente em volta dos terminais e nos isoladores;

2. Com auxílio de um pano umedecido com álcool isopropílico, remova as impurezas do núcleo, ferragens e bobinas. Observe se os canais estão obstruídos. Se as impurezas nos canais estiverem secas e soltas, adote o procedimento (1) nesta limpeza. Caso contrário, identifique a sujeira existente e faça contato com a fábrica para verificar o melhor procedimento;
3. Com auxílio de um pano umedecido em água, com pequena concentração de amoníaco ou álcool, remova todas as impurezas do corpo do transformador. A limpeza pode ser complementada utilizando um dos procedimentos anteriores dependendo do tipo de sujeira a ser removida. Em caso de dúvidas, contatar o fabricante;
4. A finalização deverá sempre ser feita com um pano limpo e seco, devendo-se limpar toda a superfície, principalmente na região dos terminais de ligação.

## 12 CLASSE DE PROTEÇÃO ESPECIAL DE TRANSFORMADORES A SECO

### 12.1 INTRODUÇÃO

Transformadores secos com grau de proteção mais elevado (IP 40 / 41 /44 / 54 /55) dispõem de aparatos de proteção com filtros e/ou outros dispositivos especiais, os quais exigem também cuidados específicos para o correto funcionamento do equipamento.

Para atingir os melhores resultados em relação a performance e longevidade do transformador, sua manutenção preventiva deve ser realizada regularmente com uma periodicidade fixa e ser executada por um técnico qualificado. Esta periodicidade para transformadores com grau de proteção mais elevado depende de fatores como a intensidade de uso do equipamento (condições de operação) e das condições ambientais presentes no local de instalação (temperatura ambiente, ventilação, presença de pó, etc). Recomenda-se iniciar a manutenção preventiva com uma frequência de três meses, e posteriormente ajustar o tempo entre as manutenções à medida que se observa que os resultados obtidos indicam a possibilidade de reduzir ou exigem aumentar a sua frequência.

Recomenda-se também efetuar um registro detalhado das manutenções preventivas realizadas. Estes registros servem como comprovação da realização das mesmas e podem auxiliar na identificação das causas e de possíveis motivos para ativação de alarmes, e de outras ocorrências de campo.



#### NOTA!

A limpeza do transformador e do ambiente onde este se encontra são indispensáveis para o correto funcionamento do mesmo, e representam parte obrigatória dos itens de verificação durante a manutenção periódica.

### 12.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA E LIMPEZA

Para todos os transformadores a seco a manutenção periódica e a limpeza são itens indispensáveis para o perfeito funcionamento do equipamento.

Desta forma, o técnico responsável deverá avaliar se o transformador está devidamente desenergizado. Para a desenergização completa do transformador, deve-se levar em conta as considerações descritas na Norma Regulamentadora de número 10 (NR-10).



#### ATENÇÃO!

Ao trabalhar com equipamentos elétricos é indispensável o conhecimento da norma NR 10 – SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE.

**LIMPEZA!**

Para efetuar a limpeza completa do transformador a seco, devem ser seguidas as orientações contidas no manual que acompanha o equipamento.

**NOTA!**

Em caso de dúvida durante a avaliação, manutenção ou processo de limpeza, deverá ser contatado o setor de Assistência Técnica WEG, através do contato indicado no final deste manual.

### 12.2.1 Procedimentos

- **Funcionamento dos ventiladores/exaustores:**

Quando aplicável, avaliar o correto funcionamento dos motoventiladores e exaustores (*quando aplicável*), com o intuito de se certificar se todos estão girando na direção correta e se estão efetuando as suas devidas funções (sucção do ar, ou expulsão do ar);

- **Limpeza dos filtros das entradas e saídas de ar de ventilação:**

Remover as proteções dos filtros das entradas de ar localizadas nos dutos de ventilação ou nas laterais do invólucro de proteção. Após a remoção dos filtros proceder com sua limpeza ou a substituição por novos. Somente poderá ser substituído o filtro por outro similar. Desta forma é possível garantir a troca de calor com o meio externo proporcionando o perfeito funcionamento do equipamento).

A quantidade de sujeira acumulada nos filtros é item fundamental para definir o tempo correto entre as manutenções preventivas. Define-se inicialmente que a limpeza seja realizada a cada 3 meses. A partir das condições do filtro neste período, o intervalo pode ser readequado. Após a limpeza ou substituição recoloca o filtro no lugar apropriado.

**ATENÇÃO!**

Deve ser feita a limpeza do filtro a cada três meses. Se verificado baixa quantidade de acúmulo de sujeira o intervalo pode ser aumentado para no máximo a cada 12 (doze) meses.

Em resumo, segue um demonstrativo de como proceder com a limpeza:

- a) Retirar as grades portadoras do filtro;
- b) Lavar ou escovar os filtros com água limpa e pura;
- c) Aguardar a secagem (Não montar com a grade úmida);
- d) Adicionar os filtros limpos;
- e) Montar as grades protetoras.

Para transformadores com grau de proteção IP-54 e IP-55, a manutenção dos filtros de ventilação poderá ser efetuada pelo lado externo da caixa de proteção do transformador a seco. Porém para transformadores com grau de proteção entre IP-40 à IP-44, toda a manutenção dos filtros deve ser efetuada com o transformador desenergizado, pois o acesso aos filtros é pela parte interna do invólucro de proteção.

**NOTA!**

O invólucro de proteção poderá ser fornecido com dois modelos de filtros (metálico ou fibra sintética). Esta definição está vinculada com o grau de proteção.

Ao efetuar a manutenção, seja ela internamente ou externamente ao invólucro de proteção, sempre devem ser observadas as condições do local de instalação, evitando dias chuvosos, excesso de poeira e/ou outros agentes poluentes, além dos cuidados para não inserção de objetos que possam atingir os filtros e as pás/aletas dos motoventiladores e exaustores.

Para proceder com a manutenção e limpeza completa do transformador a seco (parte ativa e invólucro de proteção) todo conjunto de instruções que consta no Manual do Transformador a Seco deve ser seguido na íntegra.

### 12.3 INVÓLUCRO DE PROTEÇÃO E ACESSÓRIOS

Os invólucros de proteção WEG são projetados com a finalidade de atender as especificações do cliente, além de respeitar as limitações de espaço e peso definidas pelo meio de transporte contratado. Sendo assim, por esta e outras razões, tais como a necessidade de garantir a integridade de algum acessório, quando julgar-se necessário, este equipamento e/ou outro item envolvido são despachados de forma desmontada ou parcialmente montados.

Contudo, é importante destacar que todos os cuidados com relação à integridade do produto, durante o transporte, apenas são de responsabilidade da WEG quando a mesma fica encarregada da contratação da transportadora. Caso contrário, o transportador deve observar e seguir integralmente as orientações contidas neste manual, assim como, os cuidados salientados pela WEG no momento de expedição do equipamento em fábrica. Para efeitos de garantia, em caso de danos ou avarias durante o transporte, deve ser observado e seguido integralmente o item 2.2.2 deste manual, denominado inspeção de recebimento.

Os invólucros de proteção WEG possuem como principais formatos construtivos os seguintes modelos:

- Invólucro de proteção dependente: fixo à parte ativa (base de rodas) do transformador;
- Invólucro de proteção independente: fixo diretamente ao piso;
- Invólucro de proteção bipartido: possui o módulo do teto destacável em relação ao resto da montagem da caixa, podendo ser dependente ou independente, conforme especificação do cliente.

**NOTA!**

Para invólucros de proteção do tipo independente, ou bipartido, devem ser tomadas precauções no sentido de atender o distanciamento elétrico, de acordo com normas vigentes, durante o processo de montagem, assegurando o posicionamento correto dos componentes.

#### 12.3.1 Montagem do invólucro de proteção e acessórios

Antes da tomada de qualquer providência quanto a montagem do transformador ou invólucro, o responsável deve verificar a disponibilidade de profissionais qualificados, bem como, estar munido de equipamentos e ferramentas adequadas para realizar os procedimentos pretendidos. A WEG indica que estes processos devem ser realizados de acordo com as leis correntes, normas e instruções do fabricante.

Em caso de necessidade da visita de um técnico especializado ou de uma equipe habilitada para instalação, recomenda-se entrar em contato com nossa Seção de Comissionamento e Startup, a qual

atua tanto na área de prestação de serviços, assim como na venda de partes e peças de transformadores. Segue abaixo nosso canal de atendimento, o qual permite que apresentemos uma proposta comercial conforme o serviço requerido.

Dados para contato:

Blumenau  
Santa Catarina – Brasil  
Fone: (47) 3231 – 8146  
E-mail: [wtd-parts@weg.net](mailto:wtd-parts@weg.net)

A WEG também evidencia que, para itens enviados de forma desmontada, as suas informações podem ser encontradas por meio de documentos como desenho dimensional e folha de dados do transformador. Além disso, a responsabilidade de realizar a montagem destes componentes em campo apenas caberá a WEG quando solicitada, por parte do cliente, ou no momento de apresentação da proposta de venda, ou durante o período de aprovação do projeto. Caso contrário, este processo fica sob responsabilidade do cliente.



#### ATENÇÃO!

Conforme disposto anteriormente neste manual e Termo de Garantia, toda e qualquer atividade deve ser realizada por pessoal qualificado e especializado, atendendo aos cuidados e diretrizes requeridos de boas práticas de manutenção e normas que regem a atividade.

### 12.3.2 Cuidados durante a montagem do invólucro de proteção e acessórios

Por padrão de fornecimento, salvo quando especificado, os invólucros de proteção possuem acabamento em tinta a pó (epóxi). Desta forma, todos os cuidados devem ser tomados no sentido de não amassar ou arranhar as chapas pertencentes ao invólucro, visto que não há possibilidade de retoques com tinta a pó. Para realização de retoques, proceder conforme item 5.5 deste manual. No caso dos elementos de fixação em aço inox, algumas precauções devem ser adotadas, como a não aplicação de torque excessivo e utilização do tipo de graxa adequada.

Ainda sobre as chapas e tampas do invólucro, as mesmas são projetadas com a finalidade de atender o grau de proteção especificado pelo cliente e as normas regentes do projeto, além de promover a troca térmica necessária entre a parte ativa e o ambiente. Neste sentido, e por questões de segurança, a WEG não indica (salvo quando solicitado, especificado e indicado pela WEG) executar esforços mecânicos, tanto nas chapas laterais, quanto no teto do invólucro de proteção do transformador. Em caso de necessidade de remoção das tampas de içamento para acesso à parte ativa, prosseguir conforme item 2.2.3 deste manual.



#### ATENÇÃO!

O invólucro de proteção deve estar completamente montado, incluindo suas tampas devidamente fixadas, para que possa executar sua função de forma adequada, conforme o grau de proteção especificado.

### 12.3.3 Acesso para conexões de alta e baixa tensão do transformador

Para realizar o acoplamento de cabos ou barramentos às conexões de alta e baixa tensão do transformador, são previstos em projeto os acessos necessários no invólucro de proteção, de modo a atender o especificado pelo cliente. Segue abaixo os formatos construtivos de acesso ou acoplamento às conexões do transformador:

- Flange para cabos ou barramentos (acesso acoplamento);

- Duto para cabos ou barramentos (acesso acoplamento);
- Caixa para cabos ou barramentos (acesso acoplamento).



**NOTA!**

Informações específicas sobre os acessos às conexões como formato construtivo e dimensões são indicadas no desenho dimensional do transformador.



**NOTA!**

Requisitos relacionados a formas construtivas e dimensões especiais devem ser solicitados e especificados à WEG no momento da proposta de compra ou durante o processo de aprovação.



**ATENÇÃO!**

A WEG não indica que sejam efetuados recortes, furos ou alterações no invólucro de proteção, pois estes podem avariar sua estrutura ou até mesmo causar oxidação do local retrabalhado. Ademais, tais alterações implicam em perda da cobertura de garantia contratual do equipamento.



## APÊNDICE A - CUIDADOS COM ASPECTOS AMBIENTAIS

Esta instrução visa estabelecer parâmetros para análise de aspectos ambientais relacionados a materiais e componentes de transformadores e determinar uma possível disposição dos mesmos, em caso de fim de vida útil ou manutenções, evitando impactos ambientais negativos.

### 1. RESÍDUO DE MANUTENÇÃO

Recomenda-se que os resíduos gerados durante as atividades de manutenção de transformadores, tais como panos e estopas umedecidos com álcool e água, sejam devidamente identificados e segregados em compartimentos especiais (exemplo: tambores de aço), onde aguardarão posterior destinação.

**Nota:** Enfatiza-se que as manutenções sejam sempre executadas por pessoal devidamente treinado. No caso de substituição de peças, a disposição das mesmas deve seguir item 2. As peças danificadas devem ser dispostas conforme item 2.

### 2. DISPOSIÇÃO PÓS VIDA ÚTIL

Após término da vida útil dos equipamentos, os componentes devem ser tratados conforme disposição a seguir:

MATERIAL	DISPOSIÇÃO
Aço Carbono, Aço Silício, Aço Inox Cobre, Alumínio, Latão e Bronze	Materiais recicláveis.
Porcelanas e Esteatites	Material não reciclável, porém, no caso de porcelanas de buchas, podem ser reutilizáveis em dutos de águas pluviais e esgotos. Tanto a porcelana como o esteatite podem também ser enviados para aterro sanitário ou conforme solicita a legislação ambiental do país vigente.
DMD e Mylar	Material impregnado com resina deve ser destinado como resíduo perigoso, deverá ser seguida a legislação aplicável ao país de utilização do equipamento.
Fibra de Vidro e Resina Epóxi	Material inerte quimicamente (depois de seco). Não reciclável.
Borrachas Nitrílica, Neoprene ou Viton	Material pode ser reciclado ou enviado para aterro sanitário conforme solicita a legislação ambiental do país vigente.
Vidro	Pode ser reciclado.
Mercúrio (Hg)	Metal "pesado", extremamente tóxico. Não deve ser disposto diretamente no solo ou esgoto. O seu manuseio deve ser feito apenas por pessoal especializado e seguindo as legislações sobre a manipulação deste produto vigentes no país de aplicação do transformador. Maiores informações consultar o fabricante.



**Nota 1:** Produtos pouco conhecidos quanto aos impactos e disposições pós vida útil, ou que não constam neste item, devem ser analisados e classificados conforme NBR 10004 (Resíduos sólidos - Classificação) ou de acordo com a legislação ambiental do país vigente. Se tal classificação não for possível, recomenda-se consultar o fabricante.

**Nota 2:** A WEG informa que a destinação dos resíduos gerados sempre deve ser feita de acordo com as disposições da legislação ambiental do país no qual seus equipamentos estão sendo aplicados.

**Nota 3:** Independentemente das indicações contidas neste documento, a WEG recomenda que, previamente à destinação de qualquer tipo de resíduo gerado em função da utilização ou manutenção de seus equipamentos, esta seja submetida à aprovação do órgão de controle ambiental do país no qual seus produtos estão sendo utilizados.



---

## WEG Equipamentos e Logística Ltda – Transmissão e Distribuição

- **Assistência Técnica WEG**

Solicitações de avaliação e esclarecimento de dúvidas técnicas relacionadas a transformadores e seccionadores em período de garantia, entrar em contato através do [wtd-astec@weg.net](mailto:wtd-astec@weg.net), ou via fone (47) 3276-5993.

- **Comissionamento e Start-Up**

Solicitações, esclarecimento de dúvidas técnicas em relação a montagens e supervisão de montagens e aprovação e esclarecimento de dúvidas técnicas sobre ensaios de campo, entrar em contato através do e-mail [wtd-comissionamento@weg.net](mailto:wtd-comissionamento@weg.net), ou via fone (47) 3231-8109.

- **Vendas de Partes e Peças & Serviços**

Solicitações de cotação, propostas comerciais para fornecimento de partes e peças para transformadores e seccionadores, entrar em contato através do e-mail [wtd-parts@weg.net](mailto:wtd-parts@weg.net), ou via fone (47) 3231-8146.

- **Sinistros**

Danos e/ou avarias relacionadas ao transporte ou desvios detectados no recebimento, seguir instruções contidas no Termo de Garantia do Transformador ou Seccionador, ou entrar em contato através do e-mail [wtd-sinistros@weg.net](mailto:wtd-sinistros@weg.net), ou via fone (47) 3231-8107.