

## Sumário

<b>1. Finalidade.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Normas e/ou documentos complementares .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Instruções Básicas.....</b>	<b>3</b>
3.1. Instruções gerais.....	3
3.2. Recebimento .....	3
3.2.1. <i>Inspeção de chegada</i> .....	4
3.2.2. <i>Descarregamento e manuseio</i> .....	4
3.2.3. <i>Verificações após descarregamento</i> .....	4
3.3. Armazenagem.....	4
<b>4. Considerações gerais .....</b>	<b>5</b>
4.1. Montagem das rodas .....	6
4.1.1. <i>Deve ser instalado na seguinte ordem:</i> .....	6
4.1.2. <i>Inspeção a ser realizada:</i> .....	6
4.1.3. <i>Nivelamento do transformador instalado.</i> .....	7
4.2. <i>Altitude de instalação.</i> .....	7
<i>Tabela 1 – Limites de elevação de temperatura</i> .....	8
<i>Tabela 2 – Redução da potência nominal para altitudes superiores a 1.000m</i> .....	8
4.3. Ligações.....	9
4.4. Aterramento do tanque .....	9
4.5. Componentes de proteção e manobra .....	9
<b>5. Montagem do Transformador .....</b>	<b>10</b>
5.1. Acessórios e componentes .....	11
5.1.1. <i>Termômetro do óleo (ITO).</i> .....	11
5.1.2. <i>Termômetro de imagem térmica (ITE)</i> .....	11
5.1.3. <i>Dispositivo de alívio de pressão</i> .....	12
5.1.4. <i>Relé de pressão súbita</i> .....	13
5.1.5. <i>Conservador de óleo</i> .....	13
5.1.5.1 <i>Preparação para montagem do conservador</i> .....	14
5.1.5.2 <i>Conservador com bolsa de borracha</i> .....	14
5.1.6. <i>Secador de ar (Desumidificador de ar)</i> .....	15
5.1.7. <i>Sílica-gel</i> .....	16
5.1.8. <i>Relé de gás (tipo Buchholz)</i> .....	17
5.1.9. <i>Indicador de nível de óleo</i> .....	18
5.1.10. <i>Radiadores destacáveis</i> .....	18
5.1.11. <i>Buchas e isoladores cerâmicos</i> .....	18
5.2. Coleta de amostras de líquidos isolantes para transformadores .....	19
5.2.1. <i>Equipamentos para amostragem</i> .....	19
5.2.2. <i>Limpeza dos frascos de amostragem</i> .....	19
5.2.3. <i>Procedimento para coleta da amostra</i> .....	20
5.2.4. <i>Identificação das amostras</i> .....	20
5.2.5. <i>Tabela de valores normalizados para óleo isolante</i> .....	22
<i>Tabela 3 – Características do óleo isolante</i> .....	22
5.3. <i>Enchimento</i> .....	22
5.3.1. <i>Transformador transportado sem óleo, pressurizado com gás seco e tanque resistente a vácuo.</i> .....	23
<i>Tabela 4 – Tempo de vácuo</i> .....	23
5.3.2. <i>Transformador transportado com óleo rebaixado, pressurizado com gás seco e tanque/conservador não resistente a vácuo.</i> .....	24
<b>6. Ensaios.....</b>	<b>25</b>
<b>7. Energização .....</b>	<b>26</b>
<b>8. Manutenção.....</b>	<b>26</b>
8.1. Inspeções periódicas .....	27
8.1.1. <i>Registros operacionais</i> .....	27
8.1.2. <i>Análise termográfica</i> .....	27

8.1.3. Verificação das condições do óleo isolante .....	27
8.1.4. Inspeções visuais .....	27
8.2. Utilização das informações .....	27
8.2.1. Ocorrências que exigem desligamento imediato, pois colocam o equipamento e as instalações em risco iminente .....	27
8.2.2. Ocorrências que exigem desligamento programado (que não oferecem riscos imediatos) .....	27
8.3. Ensaio e verificações – Periodicidade .....	28
8.3.1. Semestrais .....	28
8.3.2. Anuais .....	28
8.3.3. Trienais .....	28
8.4. Transformador reserva .....	28
<b>ANEXO A - Inspeções periódicas semestrais e trienais .....</b>	<b>28</b>
A-1. Buchas .....	28
A-2. Tanque e radiadores .....	29
A-3. Conservador .....	29
A-4. Termômetros de óleo e/ou enrolamento .....	29
A-5. Sistema de ventilação forçada .....	29
A-6. Secador de ar .....	29
A-7. Dispositivo de alívio de pressão .....	30
A-8. Relé de gás tipo Buchholz .....	30
A-9. Relé de pressão súbita .....	30
A-10. Comutadores de derivações a vazio .....	30
A-11. Caixa de terminais da fiação de controle e proteção .....	30
A-12. Ligações externas .....	30
<b>ANEXO B – Recomendações em caso de problema no óleo isolante .....</b>	<b>31</b>
<b>ANEXO C – Termo de garantia .....</b>	<b>31</b>

## 1. Finalidade

Este manual visa fornecer informações necessárias ao recebimento, instalação e manutenção de transformadores imersos em óleo isolante. O atendimento a estas instruções proporcionará um bom desempenho do transformador, além de prolongar a sua vida útil.

Os transformadores MTR são projetados e construídos rigorosamente segundo normas ABNT ou outras especificações brasileiras ou internacionais solicitadas pelo cliente em suas últimas edições, estando, por isso, os dados deste manual sujeitos a modificações sem prévio aviso.

## 2. Normas e/ou documentos complementares

- NBR 5440 – “Transformadores para redes aéreas de distribuição - Padronização”.
- NBR 5356 – “Transformadores de Potência”.
- NBR-7036 – “Recebimento, instalação e manutenção de transformadores de distribuição imersos em líquido isolante – Procedimento”.
- NBR-7037 – “Recebimento, instalação e manutenção de transformadores de potência em óleo isolante mineral – Procedimento”.

## 3. Instruções Básicas

### 3.1. 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 aconselhados a segui-las. Cabe ao responsável certificar-se, antes do início do trabalho, de que tudo foi devidamente observado e alertar seu pessoal para os perigos inerentes à tarefa proposta. É fundamental que estes serviços sejam efetuados por pessoal qualificado.

Equipamentos para combate a incêndios e avisos sobre primeiros socorros devem sempre estar em lugares bem visíveis e acessíveis.

**IMPORTA NTE: Algumas das informações ou recomendações contidas neste manual podem não se aplicar a determinados transformadores. Portanto, desconsiderá-las sempre que não aplicáveis.**

### 3.2. Recebimento

Os transformadores, antes de expedidos, são testados na fábrica, garantindo, assim, o seu perfeito funcionamento. Dependendo do tamanho do transformador ou das condições de transporte, ele pode ser expedido completamente montado ou desmontado. Maiores detalhes estão descritos mais adiante neste manual.

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 terreno oferece plenas condições de segurança e distribuição de esforço, bem como se o local é o mais nivelado e limpo possível.

**IMPORTANTE: O equipamento nunca deve ser colocado em contato direto com o solo.**

### 3.2.1. Inspeção de chegada

Antes do descarregamento, deve ser feita, por pessoal especializado, uma inspeção preliminar no transformador visando identificar eventuais danos provocados durante o transporte, na qual devem ser verificadas as suas condições externas (deformações, vazamentos de óleo e estado da pintura) e avarias e/ou falta de acessórios e componentes, fazendo-se, também, a conferência da lista de materiais expedida. Caso se constate alguma irregularidade, notificar imediatamente o representante MTR Transformadores mais próximo e a empresa transportadora para que não haja problemas com a empresa seguradora.

### 3.2.2. 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 apoio apropriados.

O levantamento ou tração deve ser feito pelos pontos indicados nos desenhos, não devendo utilizar-se outros pontos que, se usados, podem acarretar graves danos ao transformador.

### 3.2.3. Verificações após descarregamento

- Para transformador transportado **sem óleo** e pressurizado com ar seco, verificar a pressão do gás no tanque e nos cilindros de suprimentos.
- Para transformador transportado **com óleo** rebaixado e pressurizado com ar seco, verificar também a pressão do gás no tanque e nos cilindros de suprimentos, caso acompanhe.

Nota: Caso se constate alguma irregularidade, contatar imediatamente a assistência técnica da MTR Transformadores.

## 3.3. Armazenagem

Para transformador transportado sem óleo, preferencialmente montá-lo e enchê-lo com líquido isolante em seu local de operação tão logo seja recebido, mesmo no caso do transformador não operar imediatamente após data de recebimento e realizar inspeções regulares. Para curtos intervalos de tempo (máximo 3 meses) o transformador pode ser armazenado sem óleo, desde que permaneça pressurizado com gás seco. Neste caso, deve ser realizada, preferencialmente, inspeção diária na pressão de gás, de modo a detectar vazamentos em tempo hábil e evitar penetração de umidade.

Quando não instalados imediatamente, devem ser armazenados preferencialmente em lugar abrigado, seco, isento de poeiras e gases corrosivos, colocando-os sempre em posição

normal e afastados de área com muito movimento ou sujeita a colisões. Os componentes e acessórios, quando recebidos e armazenados à parte, devem atender as condições abaixo:

- a) Os acessórios devem ser armazenados em local limpo, seco, isento de poeira e gases corrosivos;
- b) Os radiadores devem ser armazenados próximos ao transformador, evitando-se seu contato com o solo;
- c) As buchas devem ser armazenadas, em local limpo, seco, isento de poeira e gases corrosivos;
- d) O óleo pode ser armazenado em tambores, os quais devem permanecer na posição horizontal, ficando os tampões alinhados horizontalmente e protegidos por lonas, evitando-se ainda seu contato com o solo;
- e) Transformadores providos de painéis de circuitos auxiliares devem ser mantidos com os resistores de aquecimento ligados, comandados por termostatos regulados para temperatura de 30°C.
- f) O transformador e os acessórios devem ser devidamente transportados com embalagens apropriadas, sempre evitando seu contato direto com o solo.

## 4. Considerações gerais

Transformadores de potência, normalmente a partir da potência de 3.000kVA, são transportados parcialmente desmontados. Neste caso, após posicionamento do transformador sobre a base definitiva, adicionalmente às recomendações feitas neste item 4, devem-se observar as orientações específicas que são detalhadas no item "5 – Montagem do Transformador".

Para a instalação do transformador, é de fundamental importância a disponibilidade de pessoal qualificado, assim como de equipamentos e ferramentas adequadas. Não proceder a montagem do transformador com umidade relativa do ar acima de 70%.

Além das orientações principais que são relacionadas a seguir, recomendamos observar com detalhes o que é determinado na NBR -7036, quando se tratar de transformadores de distribuição, ou na NBR -7037, quando de potência:

- a) Quando a instalação é em base, verificar o adequado nivelamento e a resistência das fundações sobre as quais serão instalados os transformadores. Quando aplicável, verificar a confirmação da compatibilidade entre distância entre rodas do transformador e respectivos trilhos fixados na base;
- b) Deve haver um espaçamento mínimo de 0,5m entre transformadores e entre estes e paredes ou muros, proporcionando facilidade de acesso para inspeção e ventilação, dependendo, entretanto, das dimensões de projeto e tensão. Os transformadores a serem instalados em poste devem ter seu sistema de fixação e montagem em conformidade com a norma ABNT;

- c) No caso de instalações abrigadas, o recinto no qual será colocado o transformador deve ser bem ventilado de maneira que o ar aquecido possa sair livremente, sendo substituído por ar fresco. Igualmente, devem ser evitados obstáculos de qualquer natureza ao fluxo de ar dentro da cabine. Para tanto, as aberturas de entrada de ar devem estar próximas do piso e distribuídas de maneira eficiente. As aberturas de saída deverão estar tão altas quanto permita a construção; o número e tamanho das saídas dependem de suas distâncias acima do transformador, do rendimento e do ciclo de carga. Em geral, recomenda-se uso de aberturas de entrada e saída de ar de 5,50m<sup>2</sup> por 1.000kVA de capacidade instalada.
- d) Realizar inspeção visual principalmente nas buchas, conectores e acessórios, para constatar a ausência de eventuais danos ou vazamentos que poderiam ocorrer devido ao manuseio e transporte do transformador;
- e) Confirmar se os dados de placa estão compatíveis com a especificação técnica do equipamento;
- f) Verificar se os dados constantes na placa de identificação estão coerentes com o sistema em que o transformador será instalado e a correta posição do comutador (ou ligação do painel de derivações) em relação ao diagrama de ligações;
- g) Para transformadores religáveis verificar se a tensão de ligação na qual o transformador se encontra atende ao especificado;
- h) Verificar as conexões de aterramento do transformador. Observar, também o item 4.4;
- i) Atentar para as ligações do primário e secundário conforme item 4.3;
- j) Para o içamento do transformador, os cabos utilizados devem ser fixados nas alças, ganchos ou olhais existentes para essa finalidade.

## 4.1. Montagem das rodas

### 4.1.1. Deve ser instalado na seguinte ordem:

- Colocar a roda no transformador, utilizando equipamento para içamento tipo guindaste ou macacos hidráulicos devidamente dimensionados para a operação;
- Verificar o alinhamento das rodas antes de apoiá-las nos trilhos (Figura 1.a);
- Baixar o transformador nos trilhos, evitando a inclinação do mesmo, conforme indicado na Figura 1.b;

### 4.1.2. Inspeção a ser realizada:

- Se há deformação e trinca nas rodas;
- A existência de flexão do eixo;
- A fixação das rodas.

### 4.1.3. Nivelamento do transformador instalado.

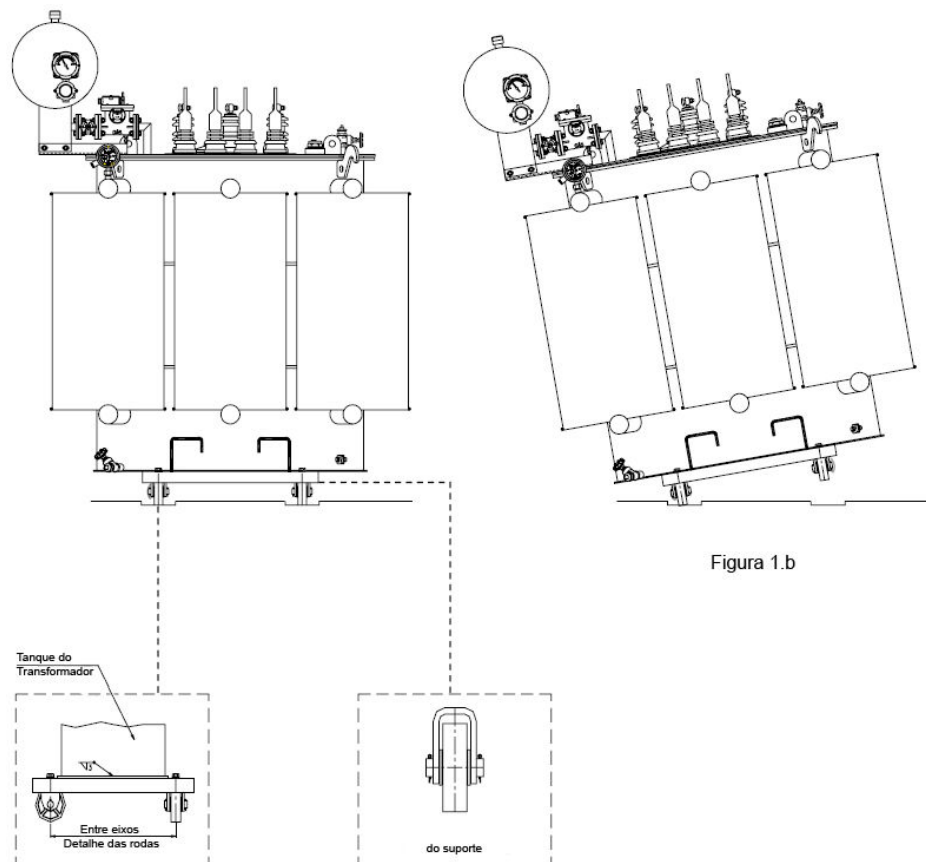


Figura 1.b

Figura 1.a

### 4.2. Altitude de instalação

Os transformadores são projetados, a não ser que especificado de outra forma, para instalações até 1.000m acima do nível do mar.

Em altitudes superiores a 1.000m, o transformador terá sua capacidade reduzida ou necessitará de um sistema de refrigeração mais eficaz devido ao ar rarefeito. Para funcionamento em altitudes superiores a 1.000m, não devem ser excedidos os limites de temperatura especificados na Tabela 1.



### Tabela 1 – Limites de elevação de temperatura

Tipos de transformadores		Limites de elevação de temperatura (°C)*						
		Dos enrolados				Do óleo	Das partes metálicas	
		Método da variação da resistência		Do ponto mais quente	Em contato com a isolamento sólida ou adjacente a ela		Não em contato com a isolamento sólida ou não adjacente a ela	
		Circulação do óleo natural ou forçada sem fluxo de óleo dirigido	Circulação forçada de óleo com fluxo dirigido					
Em óleo	Sem conservador ou sem gás inerte acima do óleo	55	60	65	50**	Não devem atingir temperaturas superiores à máxima especificada para o ponto mais quente da isolamento adjacente ou em contato com esta	A temperatura não deve atingir, em nenhum caso, valores que venham danificar estas partes, outras partes ou materiais adjacentes	
	Com conservador ou com gás inerte acima do óleo	55	60	65	55***			
		65****	70****	80****	65****			

(\*) Os materiais isolantes, de acordo com experiência prática e ensaios, devem ser adequados para o limite de elevação de temperatura em que o transformador é enquadrado.

(\*\*) Medida próxima à superfície do óleo.

(\*\*\*) Medida próxima à parte superior do tanque, quando tiver conservador, e próxima à superfície do óleo, no caso de gás inerte.

(\*\*\*\*) Quando é utilizado isolamento de papel, este deve ser termoestabilizado.

A redução da potência nominal para altitudes superiores a 1.000m se dá de acordo com a equação:

$$P = P_n \left[ 1 - k \frac{H - 1000}{100} \right]$$

**P<sub>r</sub>** = potência reduzida, em kVA

**P<sub>n</sub>** = potência nominal, em kVA

**H** = altitude, em m (arredondando, sempre, para a centena de metros seguinte)

**k** = fator de redução, de acordo com a Tabela 2

### Tabela 2 – Redução da potência nominal para altitudes superiores a 1.000m

Tipo de resfriamento	Fator de redução k
<b>a)</b> com resfriamento natural (ONAN)	0,004
<b>b)</b> com ventilação forçada (ONAF)	0,005
<b>c)</b> com circulação forçada de líquido isolante e com ventilação forçada (OFAF)	0,005
<b>d)</b> com circulação forçada do líquido isolante e com resfriamento a água (OFWF)	0,000



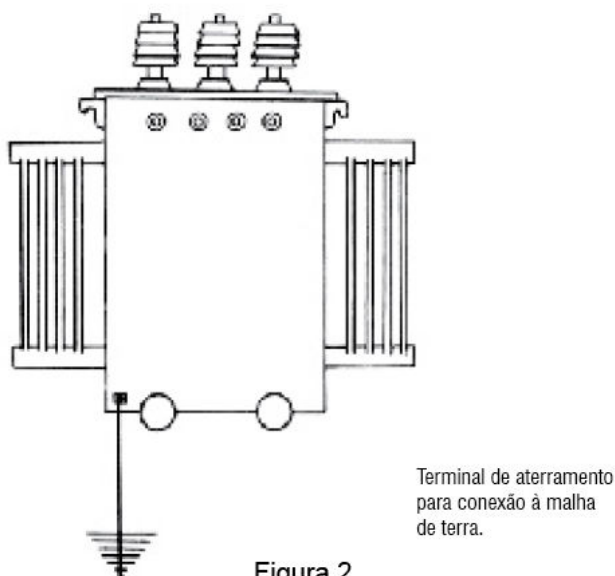
### 4.3. Ligações

As ligações do transformador devem ser realizadas de acordo com o diagrama de ligações de sua placa de identificação. As ligações das buchas deverão ser apertadas adequadamente, cuidando para que nenhum esforço seja transmitido aos terminais, o que pode vir a ocasionar afrouxamento das ligações, mau contato e posteriores vazamentos por sobreaquecimento no sistema de vedação.

As terminações devem ser suficientemente flexíveis a fim de evitar esforços mecânicos causados pela expansão e contração, o que pode vir a quebrar a porcelana dos isoladores. Estas admitem valores limitados para esforços mecânicos, por isso convém evitar a conexão direta sem suporte dos cabos de ligação às buchas.

### 4.4. Aterramento do tanque

O tanque deverá ser efetiva e permanentemente aterrado (Desenho 2) através do seu conector de aterramento. Uma malha de terra permanente de baixa resistência é essencial para uma proteção adequada. No tanque está previsto um ou dois conectores para aterramento. A malha de terra deverá ser ligada a um desses conectores por meio de um cabo de cobre nu com seção adequada (Conforme Figura 2).



### 4.5. Componentes de proteção e manobra

Os transformadores devem ser protegidos contra sobrecargas, curto-circuito e surtos de tensão. Normalmente usam-se chaves fusíveis, disjuntores, seccionadores, pára-raios etc. Todos esses componentes deverão ser adequadamente dimensionados para serem coordenados com o transformador e testados antes de fazer as conexões. Devem ser instalados tão próximos quanto possível dos transformadores. Os elos utilizados nas chaves-fusíveis devem estar de acordo com a demanda e potência do transformador. O aterramento

dos pára-raios deve ser feito com cabos independentes do aterramento do neutro do transformador.

## 5. Montagem do Transformador

Para os transformadores fornecidos parcialmente desmontados, é imprescindível a utilização de profissionais qualificados para sua remontagem em campo, preferencialmente sob supervisão do fabricante do equipamento.

Sugerimos observar a seqüência de montagem do transformador com seus demais acessórios e componentes, conforme relacionado abaixo, atentando, adicionalmente, para o que consta na NBR-7037:

**a) Radiadores:** devem ser inspecionados quanto à limpeza e umidade e, se necessário, devem ser lavados com óleo limpo e preferencialmente aquecido (máximo 50°C).

**b) Conservador (tanque de expansão):** antes da sua montagem, realizar as verificações abaixo.

- Se o conservador está seco e limpo internamente e, caso necessário, lavá-lo com óleo limpo e preferencialmente aquecido (máximo 50°C).
- Se o sistema de indicação de nível de óleo esta funcionando normalmente.
- Realizar ensaio de estanqueidade na membrana (bolsa de borracha), caso aplicável.
- Instalar o conservador no transformador.

**c) Buchas:** antes da montagem, as buchas devem ser limpas e ensaiadas (quando aplicável).

- As juntas de vedação devem ser cuidadosamente colocadas e os seus elementos de fixação apertados, a fim de se conseguir uma boa estanqueidade.
- As buchas devem ser montadas uma de cada vez, a fim de reduzir a possibilidade de penetração de umidade ambiente no corpo do transformador, aproveitando a abertura de inspeção para um controle mais efetivo das ligações internas.
- Para maior segurança durante a montagem das buchas, devem ser utilizados os dispositivos próprios para içamento e manuseio.

**d) Relé de gás:** durante a montagem, deve ser verificado se a posição da montagem do relé de gás no tocante ao sentido do fluxo de gás (transformador /conservador) está correta.

**e) Nível de óleo:** verificar o nível do óleo nas buchas, conservador poço de termômetro, secador de ar (cuba).

**f) Acessórios:** todos os acessórios do transformador devem ser verificados antes de sua montagem, quando à inexistência de oxidação, partes quebradas, etc.

**g) Posição dos registros:** controlar a posição de todos os registros das tubulações de preservação e resfriamento de óleo.

**h) Buchas e conectores:** os conectores devem ser devidamente apertados. Verificar se os terminais para ensaios das buchas estão devidamente aterrados.

## 5.1. Acessórios e componentes

### 5.1.1. Termômetro do óleo (ITO)

O termômetro é utilizado para indicação da temperatura do óleo. Existem dois tipos: o termômetro com haste rígida (Figura 3.a), usado com mais frequência nos transformadores de meia-força; e o termômetro com capilar (Figuras 3.b, 3.c), utilizado em transformadores de meia-força e força.

O termômetro possui na extremidade um bulbo que é colocado no ponto mais quente do óleo, logo abaixo da tampa.

O termômetro (figura 3a) possui, além do ponteiro de indicação de temperatura instantânea, dois ou três ponteiros controláveis externamente para ligação do sistema de proteção e ventilação forçada (VF, alarme e desligamento) e um ponteiro de arraste para indicação de temperatura máxima do período. A seguir apresentamos a temperatura de regulagem recomendada para os ponteiros de ligação.

Elevação	VF	Alarme	Desligamento
55	75	85	95
65	85	95	105

Ponteiro indicador de temperatura máxima do período: após a inspeção periódica do termômetro, voltar o ponteiro indicador até encostá-lo no ponteiro principal, através do controle externo.

Fixação e Advertências:

- O termômetro deve ser fixado de maneira a evitar vazamentos.
- O capilar não pode ser dobrado demasiadamente e nem esticado com força.
- O mostrador é hermeticamente fechado, e, portanto, sua tampa não pode ser retirada.



Figura 3.a



Figura 3.b



Figura 3.c

### 5.1.2. Termômetro de imagem térmica (ITE)

A imagem térmica é a técnica comumente utilizada para se medir a temperatura no enrolamento do transformador. Ela é denominada imagem térmica por reproduzir indiretamente a temperatura do enrolamento. A temperatura do enrolamento, que é a parte mais quente do transformador, nada mais é do que a temperatura do óleo acrescida da sobre elevação da temperatura do enrolamento (t) em relação ao óleo.

**ECOSERRA ELETROMECAÂNICA LTDA - ME**

Venda, reforma e aluguel de transformadores de distribuição e potência novos e semi-novos  
FONE: 21-7897-5100 ID 82\*112340

E-mail: [halten@halten.com.br](mailto:halten@halten.com.br) / [www.halten.com.br](http://www.halten.com.br)

O sistema é composto de uma resistência de aquecimento e um sensor de temperatura simples ou duplo, ambos encapsulados e montados em um poço protetor, e imersos em uma câmara de óleo.

O conjunto é instalado na tampa do transformador, equalizando-se a temperatura do topo do óleo, indicando assim a temperatura no ponto mais quente do enrolamento e, dependendo dos ajustes pré-definidos, aciona contatos para controle de dispositivos e para comando de alarme e/ou desligamento do transformador. A resistência de aquecimento é alimentada por um transformador de corrente associado ao enrolamento secundário do transformador principal.

Abaixo seguem alguns modelos mais utilizados. (Figuras 4.a, 4.b).



Figura 4.a



Figura 4.b

### 5.1.3. Dispositivo de alívio de pressão

Os dispositivos de alívio de pressão (Figura 5) são instalados em transformadores imersos em líquido isolante com a finalidade de protegê-los contra possíveis deformações ou ruptura do tanque, em casos de defeito interno, com aparecimento de pressão elevada.

O princípio de funcionamento baseia-se em uma válvula com mola, provida de um sistema de amplificação instantânea da força de atuação. Fecha-se automaticamente após a operação, impedindo, assim, a entrada de qualquer agente externo no interior do transformador. Não necessita ser isolada do tanque quando este é submetido a vácuo.

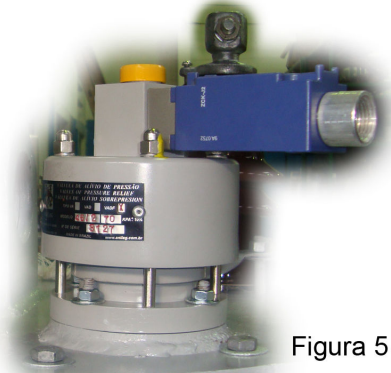


Figura 5

## 5.1.4. Relé de pressão súbita

O relé de pressão súbita (figura 6) é um acessório de proteção que visa detectar variações rápidas de pressão no centro do tanque. Normalmente é montado em uma das paredes laterais do tanque do transformador, no espaço entre o nível máximo do líquido isolante e a tampa. Entretanto, é aceitável também a montagem horizontal, sobre a tampa do transformador. É projetado para atuar quando ocorrem defeitos no transformador que produzem pressão interna anormal, sendo sua operação ocasionada somente pelas mudanças rápidas da pressão interna, independentemente da pressão de operação do transformador.

Quando o transformador é transportado cheio de líquido isolante ou é enchido no campo sob vácuo, é importante tomar as providências para evitar a entrada de líquido isolante no orifício equalizador de pressão ou no interior do relé. Normalmente o flange ao qual se aplica o relé é fornecido com tampa para vedação, sendo esse acessório fornecido em separado, devendo ser montado depois de concluída a instalação do transformador e seu enchimento com líquido isolante.

Para gradientes de pressão superiores a 0,2atm/s a válvula opera instantaneamente. Por outro lado, o relé não opera devido a mudanças lentas de pressão próprias do funcionamento normal do transformador, bem como durante perturbações do sistema (raios, sobretensão de manobra ou curto-circuito), a menos que tais perturbações produzam danos no transformador que gerem variação súbita da pressão interna.



Figura 6

## 5.1.5. Conservador de óleo

O conservador de óleo (Figura 7) é um acessório destinado a compensar as variações de volume de óleo decorrentes das oscilações de temperatura e da pressão.

Tem a forma cilíndrica, com o seu eixo disposto na horizontal e instalado a uma altura suficiente que possa assegurar o nível mínimo de óleo necessário para as partes que têm de ficar imersas. Sua construção é em chapa de aço e possui resistência mecânica para vácuo pleno. É fixado através de suporte em perfis de aço estrutural.

Possui tubos flangeados para as conexões das tubulações do secador de ar e do relé de gás, para as conexões do indicador de nível de óleo e válvulas para enchimento e drenagem de óleo.

O conservador é geralmente embalado separado do tanque principal e sem óleo. Todas as suas tubulações são fechadas com flanges.

Figura 7



### 5.1.5.1 Preparação para montagem do conservador

Caso exista sistema de preservação do óleo isolante no conservador (membrana/bolsa), verificar sua integridade e correto funcionamento (vide item 5.1.5.2).

Instalar o conservador erguendo-o pelos suportes existentes para esta finalidade.

#### NOTAS:

- a) Para o caso de transformadores recebidos com ou sem óleo, porém com conservador resistente a vácuo, montar a tubulação de interligação entre conservador e tampa do transformador, incluindo o relé de gás e respectivas válvulas.
- b) Para o caso dos transformadores recebidos sem óleo e o conservador não-resistente a vácuo, montar a tubulação, porém não montar o relé de gás e respectivas válvulas. A extremidade da tubulação ligada a tampa do transformador pode ser utilizada para aplicação de vácuo.

### 5.1.5.2 Conservador com bolsa de borracha

A bolsa de borracha utilizada nos conservadores de óleo dos transformadores é um acessório opcional. Tem como objetivo evitar o contato do líquido isolante com a atmosfera, preservando-o da umidade e oxidação. A ligação da bolsa com a atmosfera é feita através do secador de ar com sílica-gel, que mantém o ar seco em seu interior, permitindo que a bolsa se encha e esvazie com as variações de volume do líquido isolante.



O ar existente entre a bolsa de borracha e suas adjacências, deverá ser eliminado no local da instalação, durante o enchimento de óleo. O óleo devidamente preparado é introduzido no tanque até a bolsa de borracha ficar vazia.

Exceto quando houver determinação especial, a temperatura deverá estar entre 5 e 35°C, e a umidade relativa do ar entre 45 e 85%, durante os ensaios. Além disso, deverá ser evitada corrente de ar para que não haja variação de temperatura e umidade relativa, prejudicando assim os resultados.

Deverá resistir ao ensaio de estanqueidade com colocação de ar seco a pressão de 0,1kgf/cm<sup>2</sup>. Não deverá apresentar nenhum vazamento durante o ensaio.

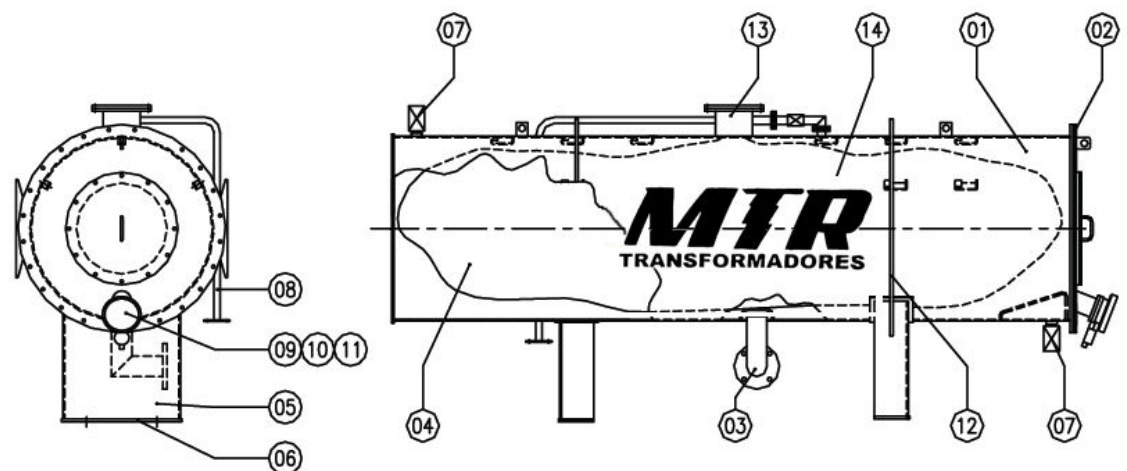


Figura 8 – Conservador de óleo com bolsa de borracha

Onde:	5. Suporte	10. Indicador de nível
1. Corpo	6. Base	11. Ajuste de bóia
2. Tampa	7. Válvula 1"FF	12. Reforço
3. Tubulação para relé	8. Tubulação do secador	13. Conexão para bolsa
4. Bolsa de borracha	9. Conexão para INO	14. Suporte da bolsa

### 5.1.6. Secador de ar (Desumidificador de ar)

Para manter elevados índices dielétricos do líquido isolante dos transformadores, estes são equipados com secadores de ar (Figura 9), os quais, devido a capacidade de absorção de umidade, secam o ar aspirado que flui para a parte interna do transformador.

O secador de ar é composto de um recipiente metálico, no qual está contido o agente secador (vide item 5.1.7), e uma câmara para óleo, colocada após o recipiente (que contém o agente) isolando-o da atmosfera. Durante o funcionamento normal do transformador, o óleo aquece e dilata, expulsando o ar do conservador através do secador.

Havendo diminuição da carga do transformador ou da temperatura ambiente, também haverá baixa da temperatura do óleo, acompanhada da respectiva redução do volume. Forma-se, então, uma depressão de ar no conservador e o ar ambiente é aspirado através da câmara e do agente secador, o qual absorve a umidade contida no ar, que entrará em contato com o óleo.

Para a instalação do secador de ar, proceder conforme segue (ver também Figura 10):

#### ECOSERRA ELETROMECAÂNICA LTDA - ME



- a) Retirar o tampão localizado na ponta do tubo apropriado, localizado no conservador de óleo (não é necessário retirar o óleo do tanque);
- b) Retirar a tampa superior do secador de ar e introduzir a sílica-gel no seu interior;
- c) Recolocar a tampa do secador de ar;
- d) Fixar o secador de ar no tubo com o visor voltado para a posição de inspeção;
- e) Após fixá-lo, retirar a parte inferior de vidro do secador de ar e colocar o mesmo óleo do transformador até a indicação em vermelho;
- f) Recolocar, cuidadosamente, a parte de vidro do secador de ar;
- g) Certificar-se da perfeita fixação do mesmo, de modo a evitar penetração de umidade no transformador.



Figura 9

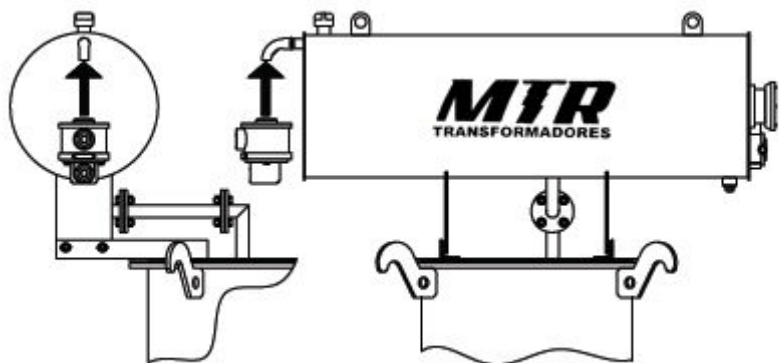


Figura 10

### 5.1.7. Sílica-gel

O agente secador, denominado sílica-gel, é vítreo e duro, quimicamente quase neutro e altamente higroscópico. É um silício (95% SiO<sub>2</sub>), impregnado com um indicador laranja (5%), quando em estado ativo.

Devido a absorção de água, torna-se amarelo claro, devendo, então, ser substituído. Tem a vida prolongada através de processo de secagem, que pode ser aplicado algumas vezes, podendo ser reutilizado.

A higroscopicidade da sílica-gel pode ser restabelecida pelo aquecimento em estufa na temperatura de 80° a 100°C, evaporando desta maneira, a água absorvida. A fim de acelerar o processo de secagem, convém mexê-la constantemente, até a recuperação total de sua cor característica. Seu contato com óleo, ou com os menores vestígios do mesmo, deve ser evitado a todo custo para que não perca sua cor laranja, tingindo-se de marrom, tornando-se inutilizável. Após a regeneração, a sílica-gel deve ser imediatamente conservada num recipiente seco, hermeticamente fechado.

<b>Coloração Laranja</b>	<b>Sílica-gel seca</b>
<b>Coloração amarela</b>	<b>Sílica-gel com aproximadamente 20% da umidade absorvida.</b>
<b>Coloração amarelo claro</b>	<b>Sílica-gel com 100% da umidade absorvida (saturada).</b>

## 5.1.8. Relé de gás (tipo Buchholz)

O relé de gás tipo Buchholz (Figura 11) tem por finalidade proteger aparelhos elétricos que trabalham imersos em líquido isolante (geralmente transformadores). Enquanto sobrecargas e sobrecorrentes são fenômenos controláveis por meio de relés de máxima intensidade de corrente, defeitos tais como perda de óleo, descargas internas, isolação defeituosa dos enrolamentos, do ferro ou mesmo contra a terra, ocorridos em transformadores equipados apenas com relé de máxima, podem causar avarias de grandes proporções caso o defeito permaneça despercebido do operador durante algum tempo.

O relé Buchholz é instalado em transformadores justamente para, em tempo hábil, indicar por meio de alarme ou através do desligamento do transformador, defeitos como os acima citados e, deste modo, possibilitar sua recuperação.

O relé Buchholz normalmente é instalado entre o tanque principal e o tanque de expansão do óleo do transformador (conservador). Antes da energização do transformador, devem-se proceder as seguintes verificações:

1. Verificar a correta montagem do relé, em relação ao fluxo do óleo, o qual deverá estar com a seta direcionada ao tanque de expansão.
2. Verificar possíveis vazamentos decorrentes da montagem do relé no transformador.
3. Purgar o ar (sangria) do relé através da válvula localizada na tampa.
4. Retirar a tampa do dispositivo de teste e travamento de bóias do relé, pino trava, retirar o inserto e recolocar a tampa.

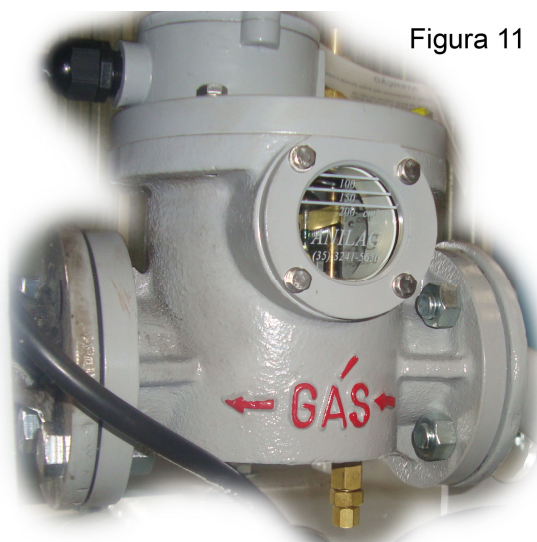


Figura 11

A carcaça do relé é de ferro fundido, possuindo duas aberturas flangeadas e ainda dois visores providos de uma escala graduada indicativa do volume de gás. Internamente

encontram-se duas bóias montadas uma sobre a outra. Quando do acúmulo de certa quantidade de gás no relé, a bóia superior é forçada a descer. Se, por sua vez, uma produção excessiva de gás provoca uma circulação de óleo no relé, é a bóia inferior que reage, antes mesmo que os gases formados atinjam o relé. Em ambos os casos, ao sofrerem o deslocamento, as bóias acionam um contato elétrico. Caso o alarme atue sem que o transformador seja desligado, deve-se desligá-lo imediatamente e, em seguida, fazer o teste do gás contido no interior do relé.

Neste caso, a origem do defeito pode ser avaliada de acordo com o resultado do teste do gás, ou seja:

**a) Gás combustível (presença de acetileno):** neste caso, provavelmente, há um defeito a ser reparado na parte elétrica;

**b) Gás incombustível (sem acetileno):** neste caso temos o ar puro. O transformador poderá ser ligado novamente, sem perigo, após a desaeração (sangria) do relé.

### 5.1.9. Indicador de nível de óleo



Figura 12

Os indicadores magnéticos de nível têm por finalidade indicar com precisão o nível do líquido isolante e, ainda, quando providos de contatos para alarme ou desligamento, servirem como dispositivos de proteção do transformador.

O indicador magnético de nível (Figura 12.) possui carcaça em alumínio fundido, sendo que a indicação de nível é feita por ponteiro acoplado a um ímã permanente, de grande sensibilidade, o que o torna bastante preciso.

O mostrador dos indicadores magnéticos de nível possui três indicações, conforme abaixo:

- **MIN** - que corresponde ao nível mínimo;
- **25°C** - que corresponde à temperatura ambiente de referência (25°C);
- **MAX** - que corresponde ao nível máximo.

### 5.1.10. Radiadores destacáveis

Os radiadores devem ser inspecionados quanto à limpeza e umidade internas. Caso necessário, devem ser lavados com óleo limpo e, preferencialmente, aquecido (máximo 50°C).

### 5.1.11. Buchas e isoladores cerâmicos



Antes da montagem, as buchas devem estar perfeitamente secas e devem

**DA - ME**

potência novos e semi-novos

[halten.com.br / www.halten.com.br](http://www.halten.com.br)

Figura 13

ser limpas com álcool ou agente similar. As juntas de vedação devem ser cuidadosamente colocadas e os seus elementos de fixação

apertados a fim de se conseguir boa estanqueidade.

As buchas devem ser montadas uma de cada vez, a fim de reduzir a possibilidade de penetração de umidade no transformador. Quando necessário, para maior segurança durante a montagem das buchas, devem ser utilizados os dispositivos próprios para içamento e manuseio.

## 5.2. Coleta de amostras de líquidos isolantes para transformadores

Os líquidos isolantes são fluidos com características dielétricas à base de óleos minerais, vegetais ou produtos sintéticos e são utilizados em transformadores com a finalidade de isolar e de promover a remoção do calor gerado nas bobinas do equipamento. A verificação e acompanhamento de suas características físico-químicas, desde a energização do transformador, é fundamental para a segurança e preservação da vida útil do equipamento. Portanto, apresentamos a seguir alguns cuidados a serem observados no monitoramento do óleo:

### 5.2.1. Equipamentos para amostragem

Usar os seguintes componentes:

- a) Frasco para amostragem:** os frascos para acondicionamento das amostras devem ser de vidro escuro, com capacidade para um litro e preparados de acordo com o procedimento descrito no item 5.2.2;
- b) Dispositivos de amostragem:** ponto de coleta (niple) e mangueira.

### 5.2.2. Limpeza dos frascos de amostragem

Os frascos devem ser esterilizados de acordo com o seguinte procedimento:

- a)** Retirar eventual conteúdo dos frascos;
- b)** Lavar os frascos e as tampas com detergente neutro;
- c)** Enxaguá-los com bastante água corrente comum;
- d)** Deixar escorrer a água comum e enxaguar com água destilada;
- e)** Secá-los na estufa, em posição vertical, a uma temperatura de  $102\pm 2^{\circ}\text{C}$ , por um tempo mínimo de doze horas;
- f)** Deixar os frascos esfriarem em temperatura ambiente, fechando-os em seguida e tomando cuidado para não tocá-los com a mão na borda ou na parte interna da tampa, os quais entrarão em contato com o óleo.

### 5.2.3. Procedimento para coleta da amostra

A coleta das amostras deve ser feita, preferencialmente, com tempo seco, evitando, assim, possível contaminação externa.

Quando o equipamento estiver em operação, a temperatura do líquido na hora da amostragem deve ser anotada. Este requisito é particularmente necessário, quando o conteúdo de água ou as características dependentes deste devem ser verificadas.

**IMPORTANTE:** Para transformadores selados ou com conservador de óleo (tanque de expansão) que estejam energizados, o operador deverá respeitar as normas de segurança quando da coleta de amostras de óleo. As coletas de óleo devem ser feitas, preferencialmente, com o transformador desenergizado.

Para retirada da amostra, proceder da seguinte forma:

a) Remover a proteção do orifício de drenagem.

**Nota: No caso do transformador não possuir o orifício de drenagem, a amostra poderá ser coletada através da válvula inferior ou da válvula superior ou de enchimento. Para coleta de amostragem em equipamentos abertos para inspeção, poderá ser utilizada mangueira, introduzindo-a no transformador;**

b) Remover toda a sujeira e poeira visível da válvula com um tecido limpo e sem fiapos;

c) Adaptar o dispositivo de amostragem no registro;

d) Abrir a válvula e deixar fluir, vigorosamente, no mínimo três vezes o volume da tubulação;

**Nota: Este procedimento não se aplica ao equipamento com pequeno volume de óleo. Nestes casos, o volume a ser retirado deve levar em consideração o nível de óleo do equipamento;**

e) Colocar o frasco embaixo do dispositivo de amostragem;

f) Encher o frasco desprezando, no mínimo, um volume de líquido igual a capacidade do recipiente. Recomenda-se encher os frascos o máximo possível, levando-se em conta as variações de volume decorrentes de possíveis alterações de temperatura;

g) Depois de enchidos os frascos, selá-los conforme descreve o item "h";

h) Terminada a amostragem, tampar os frascos tomando cuidado para não tocar na área da tampa que ficará em contato com o líquido. Envolver a parte do gargalo com filme plástico (cortado em círculo) apertá-lo firmemente, fixando-o com fita crepe.

i) Enviar as amostras devidamente identificadas conforme item 5.2.4 para o laboratório de análises.

### 5.2.4. Identificação das amostras

Os frascos com as amostras deverão conter, no mínimo, as seguintes informações:

a) Número de série do transformador;

b) Potência;

c) Classe de tensão;

d) Tipo de óleo coletado;



- e) Cliente (no caso de prestação de serviço);
- f) Data da coleta;
- g) Temperatura ambiente e do óleo;
- h) Umidade relativa do ar;
- i) Condição do equipamento (operando ou desligado).

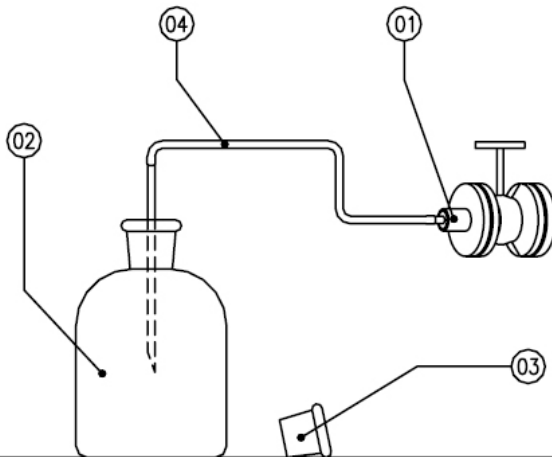


Figura 14 – Dispositivo para coleta de amostra de óleo para análise físico-química.

Onde:

1. Conexão para o registro.
2. Frasco de 1000 ml (vidro escuro).
3. Tampa do frasco de 1000 ml.
4. Mangueira de plástico.

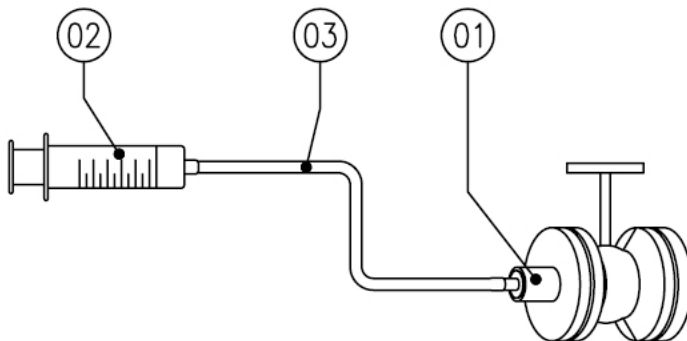


Figura 15 – Dispositivo para coleta de amostra de óleo para análise cromatográfica.

Onde:

1. Conexão para o registro.
2. Seringa de vidro 50 ml para ensaio cromatográfico.
3. Mangueira de plástico.

## 5.2.5. Tabela de valores normalizados para óleo isolante

**Tabela 3 – Características do óleo isolante**

Ensaio	Resultados Típicos			Valores - Limites							Método de ensaio
	Óleo novo	Óleo usado	Óleo novo	Óleo usado							
				Satisfatório		A condicionar		A regenerar	Após tratamento		
				Até 230 kV	Acima	Até 230 kV	Acima		Até 230 kV	Acima	
Rigidez dielétrica (kV)	50	>40	>40	>30	>35	25 - 30	25 - 35	-	>33	>38	ASTM D-877
	65	>70	>60	>60	>70	50 - 60	50 - 70	-	>66	>76	NBR - 6869
	-	-	>32	>24	>27	20 - 24	20 - 27	-	>25	>30	ASTM D-1816 (004")
	70	>58	>64	>48	>54	40 - 40	40 - 54	-	>50	>60	ASTM D-1816 (008")
Conteúdo de água	10	15	<10	<25	<15	25 - 40	15 - 40	>40	<20	<15	Método Karl Fischer - ASTM D-1533 e PMB-818
Acidez (mgKOH/g de óleo)	0,03	0,1 - 0,2	0,05	<0,3	<0,1	-	-	>0,4	<0,1	-	ASTM D-974 MB-101 ASTM D-664 MB-494
Tensão interfacial (N/m)	0,045	0,02 - 0,03	>0,04	>0,025	-	0,02 - 0,025	-	>0,020	>0,03	-	ASTM D-971 NBR 6234 ASTM D-2285
Cor	0,5	1 - 1,5	<1,0	<3	-	3,0 - 4,0	-	>4	<2	-	ASTM D-1500 MB-351
Fator de potência (%)	0,01	0,1 - 0,3	<0,05	0,5	-	0,5 - 1,5	-	>1,5	<0,1	-	20°C ASTM D974
	-	-	<0,05	-	-	-	-	-	-	-	25°C ASTM D974
	0,07	-	<0,3	-	-	-	-	-	-	-	100°C ASTM D974
	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90°C VDE-370

**Nota:** As colunas “óleo novo” referem-se a óleo novo tratado para colocação em transformadores.

## 5.3. Enchimento

A colocação de óleo no transformador deverá ser realizada depois de concluída toda sua montagem eletromecânica, conforme instruções a seguir:

**Nota:** Antes da utilização da máquina termo-vácuo para tratamento do óleo, coletar amostra do óleo existente no interior da mesma para realizar o ensaio de PCB's, pelo método cromatográfico. A máquina somente poderá ser utilizada para o trabalho se no laudo constar “isento de PCB's”.



### 5.3.1. Transformador transportado sem óleo, pressurizado com gás seco e tanque resistente a vácuo.

- a) Conectar a mangueira do sistema de vácuo na válvula superior do conservador;
- b) Proceder a abertura das válvulas da tubulação do relé de gás, radiadores, conservador e equalização do comutador sob carga/bolsa de borracha, caso aplicável;
- c) Iniciar o vácuo no transformador. O tempo de manutenção do vácuo deverá ser contado quando o nível de vácuo atingir 0,1mbar, conforme tabela abaixo.
- d) Retirar o óleo dos tambores com máquina termovácuo e armazenar em um tanque auxiliar (devidamente limpo) e com capacidade para o volume total do óleo;

**Tabela 4 – Tempo de vácuo**

Classe de tensão (kV)	Tempo de vácuo (horas)
15	12
25	18
34	24
69	36

- e) Proceder ao tratamento do óleo no tanque auxiliar com máquina termovácuo;
- f) Realizar análise físico-química do óleo isolante do tanque auxiliar, antes do enchimento;

**Nota: Valores conforme tabela 3.**

- g) Proceder ao enchimento do transformador, mantendo o mesmo sob vácuo e pressão positiva na mangueira, entre a máquina termovácuo e a válvula inferior do transformador. Quando o óleo atingir o nível do relé de gás, fechar a válvula superior do conservador (onde está conectado o sistema de vácuo) e concluir o enchimento do transformador;
- h) Quebrar o vácuo com ar super seco;
- i) Proceder ao ensaio de estanqueidade aplicando 0,3kgf/cm<sup>2</sup> durante vinte e quatro horas para transformador com conservador, e 0,7kgf/cm<sup>2</sup>, durante uma hora, para transformadores selados;
- j) Instalar o secador de ar conforme item 5.1.6;
- k) Proceder ao tratamento do óleo no transformador com máquina termovácuo, circulando no mínimo três vezes o seu volume total;
- l) Verificar o correto funcionamento do sistema de preservação do óleo (bolsa ou membrana de borracha), caso aplicável;
- m) Após os trabalhos, coletar amostra de óleo para análise físico-química e cromatográfica. Esta análise será a referência do equipamento antes de sua entrada em operação.

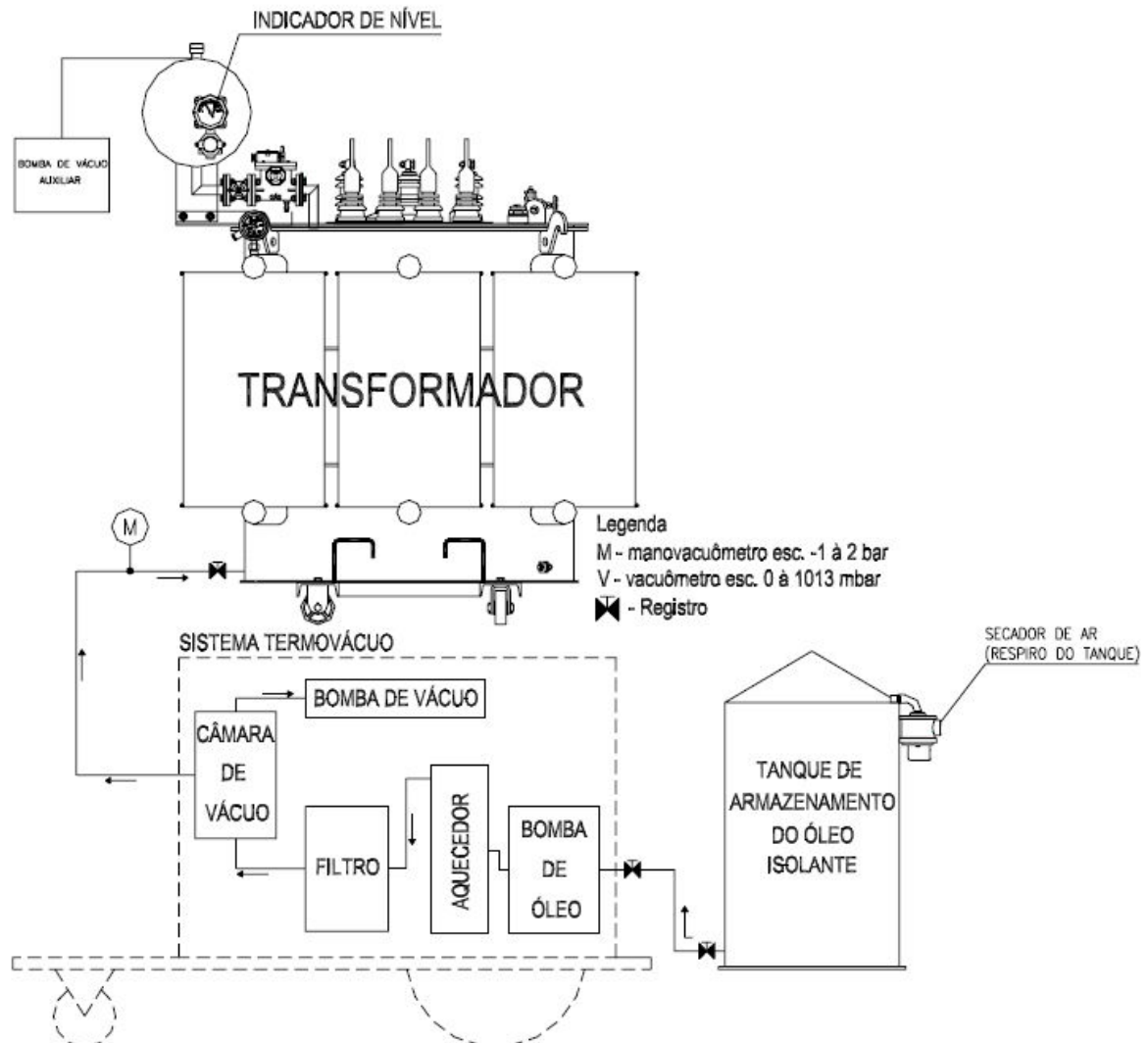


Figura 16

### 5.3.2. Transformador transportado com óleo rebaixado, pressurizado com gás seco e tanque/conservador não resistente a vácuo.

- Retirar o óleo dos tambores com máquina termovácuo e armazenar em um tanque auxiliar (devidamente limpo) com capacidade para o volume total de óleo do transformador;
- Proceder ao tratamento do óleo no tanque auxiliar com máquina termovácuo;
- Realizar análise físico-química do óleo isolante do tanque auxiliar, antes do enchimento;

**Nota: Valores conforme tabela 3.**

- Proceder ao enchimento do transformador pela válvula inferior, com máquina termovácuo;
- Proceder ao ensaio de estanqueidade, aplicando  $0,3\text{kgf/cm}^2$  durante vinte e quatro horas para transformador com conservador, e  $0,7\text{kgf/cm}^2$ , durante uma hora, para transformadores selados;
- Instalar o secador de ar, conforme item 5.1.6;

- g) Proceder ao tratamento do óleo no transformador com máquina termovácuo, circulando no mínimo três vezes o seu volume total;
- h) Verificar o correto funcionamento do sistema de preservação do óleo (bolsa ou membrana de borracha), caso aplicável;
- i) Após os trabalhos, coletar amostra de óleo para análise físico-química e cromatográfica do óleo isolante do transformador. Esta análise será a referência do equipamento antes de sua entrada em operação.

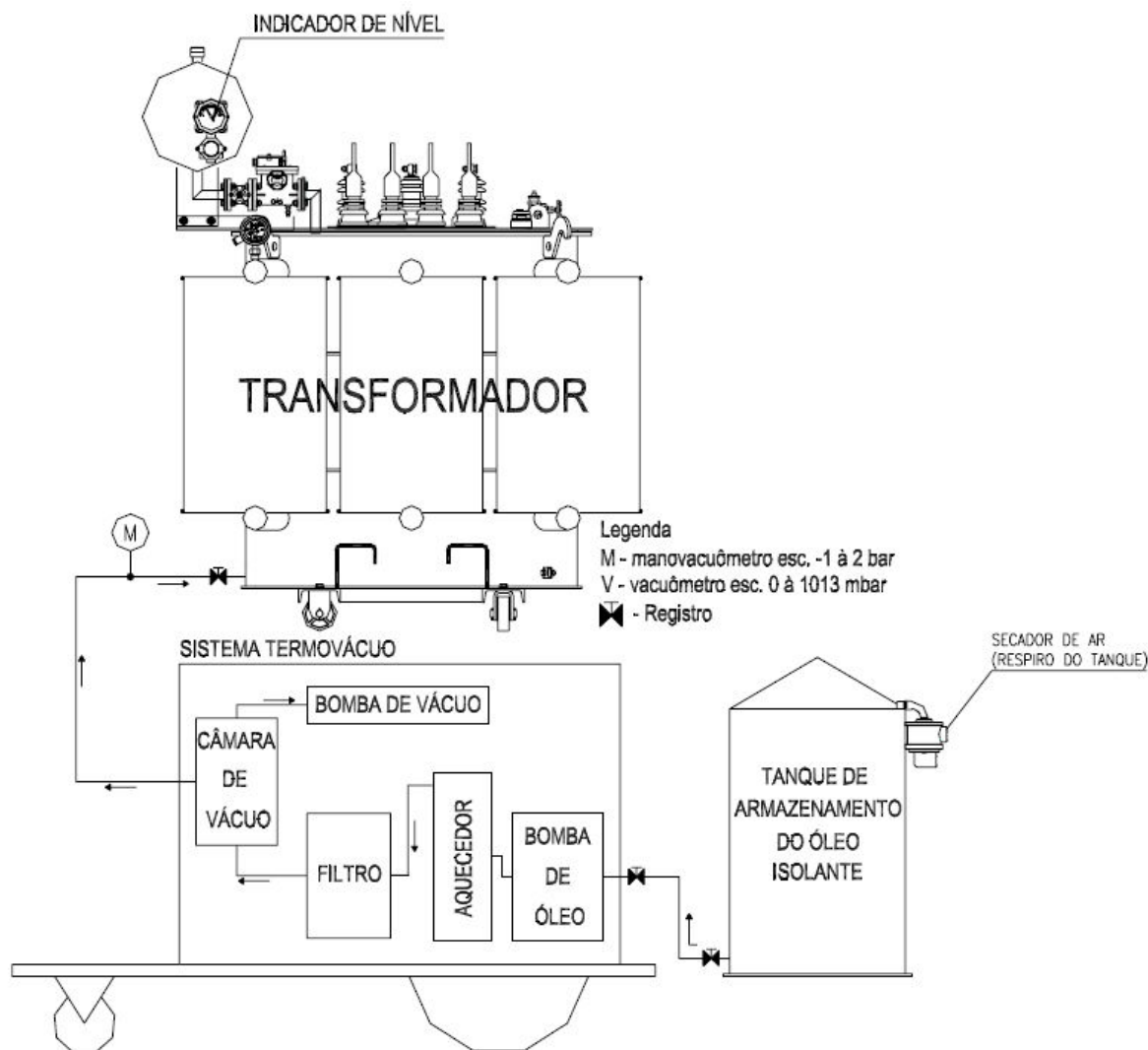


Figura 17

## 6. Ensaios

Antes da energização é recomendável a execução dos seguintes ensaios:

- a) Análise físico-química do óleo isolante;
- b) Análise cromatográfica do óleo isolante;
- c) Medição do fator de potência do transformador,
- d) Medição do fator de potência e capacitância das buchas condensivas, caso aplicável;

**ECOSERRA ELETROMECAÂNICA LTDA - ME**

Venda, reforma e aluguel de transformadores de distribuição e potência novos e semi-novos  
FONE: 21-7897-5100 ID 82\*112340

E-mail: [halten@halten.com.br](mailto:halten@halten.com.br) / [www.halten.com.br](http://www.halten.com.br)

- e) Medição da resistência de isolamento do transformador;
- f) Medição da resistência do isolamento dos TC's de buchas e fiação do painel de controle do transformador (caso aplicável).
- g) Medição da relação de transformação em todas as fases e posições do comutador;
- h) Medição da resistência ôhmica dos enrolamentos em todas as fases e posições do comutador;
- i) Simulação da atuação de todos os dispositivos de supervisão, proteção, sinalização e ajuste dos termômetros do óleo e do enrolamento;
- j) Medição da relação de transformação, resistência ôhmica, saturação e polaridade dos TC's de buchas, caso aplicável;
- k) Medição de corrente elétrica dos motoventiladores, caso aplicável;
- l) Medição da resistência ôhmica nos enrolamentos dos motoventiladores, caso aplicável;
- m) Verificar as tensões e isolamento dos circuitos auxiliares antes de sua energização;
- n) Verificar sentido de rotação dos motoventiladores, caso aplicável;

**Nota: Os valores obtidos nos ensaios acima deverão ser comparados com os valores de fábrica.**

## 7. Energização

- a) Antes de sua energização, é recomendada uma nova desaeração das buchas, relé de gás, radiadores e janelas de inspeção;
- b) Inspeccionar todos os dispositivos de proteção e sinalização do transformador;
- c) É importante observar que o transformador deve ser energizado somente após decorridas pelo menos 24 horas da conclusão do seu enchimento com óleo;
- d) Ajustar e travar a posição do comutador manual conforme recomendado pela operação do sistema;
- e) O transformador deve ser energizado inicialmente em vazio;
- f) Recomenda-se efetuar análise cromatográfica do óleo isolante:
  - Antes da energização (referência);
  - 24 a 36 horas após a energização;
  - 10 e 30 dias após a energização para detecção de defeitos incipientes (utilizar o diagnóstico conforme NBR -7274).

## 8. Manutenção

Para problemas típicos normalmente encontrados no óleo isolante e soluções recomendadas relativas à sua manutenção, ver ANEXO B.

## 8.1. Inspeções periódicas

### 8.1.1. Registros operacionais

Os registros operacionais devem ser obtidos através das leituras dos instrumentos indicadores, das ocorrências extraordinárias relacionadas com o transformador, bem como todo evento relacionado, ou não, com a operação do sistema elétrico, que possa afetar o desempenho e/ou as características intrínsecas do equipamento. É recomendável a leitura diária dos indicadores de temperatura (anotar também a temperatura ambiente), do indicador de nível de óleo, carga e tensão do transformador.

### 8.1.2. Análise termográfica

Estas inspeções devem ser realizadas periodicamente nas subestações, objetivando principalmente detectar pontos de aquecimento em conexões elétricas e tanque do transformador.

### 8.1.3. Verificação das condições do óleo isolante

Periodicamente devem ser coletadas amostras de óleo isolante e realizadas análises físico-química e cromatográfica. Os valores obtidos deverão ser avaliados conforme, Tabela 3 (análise físico-química) e NBR 7274 (análise cromatográfica).

### 8.1.4. Inspeções visuais

Devem ser feitas inspeções visuais periódicas, seguindo-se um roteiro previamente estabelecido, que deve abranger todos os pontos assinalados no ANEXO A.

## 8.2. Utilização das informações

### 8.2.1. Ocorrências que exigem desligamento imediato, pois colocam o equipamento e as instalações em risco iminente

- a) Ruído interno anormal;
- b) Vazamento significativo de óleo;
- c) Aquecimento excessivo em conexões elétricas constatados na medição termográfica;
- d) Relé de gás atuado;
- e) Sobreaquecimento de óleo ou dos enrolamentos detectados através dos termômetros.

### 8.2.2. Ocorrências que exigem desligamento programado (que não oferecem riscos imediatos)

Estes desligamentos devem ser efetuados no menor prazo possível, dentro das condições operativas do sistema:

- a) Vazamento de óleo que não oferece risco imediato de abaixamento perigoso do nível;
- b) Aquecimento em conexões elétricas e em partes específicas do transformador, observando os limites de elevação de temperatura dos materiais e os resultados das análises cromatográficas;
- c) Desnívelamento da base;

**ECOSERRA ELETROMECAÂNICA LTDA - ME**

Venda, reforma e aluguel de transformadores de distribuição e potência novos e semi-novos  
FONE: 21-7897-5100 ID 82\*112340

E-mail: [halten@halten.com.br](mailto:halten@halten.com.br) / [www.halten.com.br](http://www.halten.com.br)

- d) Anormalidades constatadas nos ensaios de óleo, obedecendo aos limites fixados na NBR-10756;
- e) Trinca ou quebra do diafragma de válvula de segurança (se o transformador for equipado com tubo de explosão);
- f) Defeitos nos acessórios de proteção e sinalização.

## 8.3. Ensaios e verificações – Periodicidade

### 8.3.1. Semestrais

Devem ser feitas no mínimo as inspeções e verificações mencionadas no ANEXO A, mesmo que se exija desligamento do transformador para análise de um ponto específico.

### 8.3.2. Anuais

a) Deve ser feita uma análise no óleo isolante, através de retirada de amostras, efetuando-se os ensaios físico-químicos prescritos na tabela 3.

NOTA: Pode ser conveniente alterar o período desta inspeção, em função do tipo de construção do transformador, do local de sua instalação e do seu regime de operação.

b) É recomendável ainda que a cada ano seja feita, pelo menos, uma análise de gases dissolvidos no óleo isolante (cromatografia), conforme a NBR - 7274.

### 8.3.3. Trienais

Devem ser realizados os ensaios e inspeções conforme ANEXO A, com desligamento do transformador.

## 8.4. Transformador reserva

Os procedimentos são os mesmos recomendados para transformadores energizados, onde aplicável.

## ANEXO A - Inspeções periódicas semestrais e trienais

Este anexo estabelece as verificações mínimas a serem feitas semestralmente (S) e a cada três anos (T).

### A-1. Buchas

- a) Vazamentos (S);
- b) Nível do óleo isolante (S);
- c) Trincas ou partes quebradas, inclusive no visor do óleo (T);
- d) Fixação (T);
- e) Condições e alinhamento dos centelhadores (T);
- f) Conectores, cabos e barramentos (T);
- g) Limpeza das porcelanas (T).

## A-2. Tanque e radiadores

- a) Vibração do tanque e das aletas dos radiadores (S) ;
- b) Vazamentos na tampa, nos radiadores, no comutador de derivações, nos registros e nos bujões de drenagem (S);
- c) Estado da pintura, anotando os eventuais pontos de oxidação (S);
- d) Estado dos indicadores de pressão (para transformadores selados) (S);
- e) Todas as conexões de aterramento (tanque, neutro etc.) (T);
- f) Bases (nivelamento, trincas etc.) (S);
- g) Posição das válvulas dos radiadores (S).

## A-3. Conservador

- a) Vazamento (S);
- b) Registros entre conservador e tanque, se estão totalmente abertos (T);
- c) Fixação do conservador (T);
- d) Nível do óleo isolante (S).

## A-4. Termômetros de óleo e/ou enrolamento

- a) Funcionamento dos indicadores de temperatura (S);
- b) Valores de temperatura encontrados (anotar) (S);
- c) Estado dos tubos capilares dos termômetros (T);
- d) Pintura e oxidação (S);
- e) Calibração e aferição (T);
- f) Nível de óleo do poço do termômetro (T);
- g) Atuação dos contatos.

## A-5. Sistema de ventilação forçada

- a) Ventiladores: aquecimento, vibração, ruído, vedação a intempéries, fixação, pintura e oxidação (S);
- b) Acionamento manual (S);
- c) Circuitos de alimentação (S);
- d) Pás e grades de proteção (S).

## A-6. Secador de ar

- a) Estado de conservação (S);
- b) Limpeza e nível de óleo da cuba (S);
- c) Estado das juntas e vedação (S);
- d) Condições da sílica-gel (S).



## A-7. Dispositivo de alívio de pressão

- a) Tipo tubular: verificar a integridade da membrana (T);
- b) Tipo válvula: verificar funcionamento do microrruptor (T).

**Nota: Para verificação do funcionamento físico da válvula, esta deve ser desmontada e ensaiada em dispositivo apropriado.**

## A-8. Relé de gás tipo Buchholz

- a) Presença de gás no visor (S)
- b) Limpeza do visor (T);
- c) Vazamento de óleo (S);
- d) Juntas (S);
- e) Fiação (T);
- f) Atuação dos contatos (T).

## A-9. Relé de pressão súbita

- a) Vazamento (S);
- b) Juntas (S);
- c) Fiação (T);
- d) Atuação dos contatos (T).

## A-10. Comutadores de derivações a vazio

- a) Estado geral e condições de funcionamento (T);

## A-11. Caixa de terminais da fiação de controle e proteção

- a) Limpeza, estado da fiação e blocos terminais (S);
- b) Juntas de vedação, trincos e maçanetas da caixa (S);
- c) Resistor de aquecimento e iluminação interna (S);
- d) Fixação, corrosão e orifícios para aeração (S);
- e) Contatores, fusíveis, relés e chaves (T);
- f) Isolação da fiação (T);
- g) Aterramento do secundário dos TC's, régua de bornes, identificação da fiação e componentes (T);

**Nota: caso o transformador não esteja em operação, manter o sistema de aquecimento do painel de controle ligado.**

- h) Aperto de todos os terminais (S).

## A-12. Ligações externas

- a) Aterramento (T);

**ECOSERRA ELETROMECAÂNICA LTDA - ME**

Venda, reforma e aluguel de transformadores de distribuição e potência novos e semi-novos  
FONE: 21-7897-5100 ID 82\*112340

E-mail: [halten@halten.com.br](mailto:halten@halten.com.br) / [www.halten.com.br](http://www.halten.com.br)

b) Circuitos de alimentação externos (S).

## ANEXO B – Recomendações em caso de problema no óleo isolante

Tg a 90°C (%) ou FP a 100°C (%) (Fator de perdas dielétricos a 90 ou 100°C)	Rigidez	Teor de água	Acidez	TIF>20 mN/m a 25°	Recomendações		
Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Nenhuma		
				Não Atende	Regeneração ou troca de óleo		
			Não Atende	-	Regeneração ou troca de óleo e limpeza da parte ativa		
	Não Atende	Atende	Atende	Atende	Atende	Filtragem do óleo	
					Não Atende	Regeneração ou troca de óleo	
			Não Atende	Atende	Atende	Não Atende	Regeneração ou troca de óleo
						Atende	Secagem da parte ativa e de óleo
						Não Atende	Secagem da parte ativa e Regeneração ou troca de óleo
	Não Atende	Atende	Atende	Não Atende	Secagem da parte ativa e Regeneração ou troca de óleo		
				-	Secagem da parte ativa e Regeneração ou troca de óleo		
Não Atende	-	-	-	-	Regeneração ou troca de óleo		

Notas:

- a) Regeneração ou troca do óleo (o que for mais econômico);
- b) Regeneração = tratamento com terra Fuller = tratamento químico com meio básico (por exemplo, metassilicatos) e/ou tratamento com meio absorvente sólido (por exemplo, argilas, bauxita ou carvão ativado).

O óleo assim tratado deve ser aditivado com 0,3% em massa de DBPC (dibutil terciário paracresol).

## ANEXO C – Termo de garantia

A MTR Transformadores oferece garantia contra defeitos de fabricação e/ou de materiais, para seus produtos, pelo período discriminado na nota fiscal correspondente a aquisição, desde que satisfeitos os seguintes requisitos:

- Transporte, manuseio e armazenamento adequados;
- Instalação correta e em condições ambientais especificadas e sem presença de agentes agressivos;
- Operação dentro dos limites de suas capacidades;
- Realização periódica das devidas manutenções preventivas;

**ECOSERRA ELETROMECÂNICA LTDA - ME**

Venda, reforma e aluguel de transformadores de distribuição e potência novos e semi-novos

FONE: 21-7897-5100 ID 82\*112340

E-mail: [halten@halten.com.br](mailto:halten@halten.com.br) / [www.halten.com.br](http://www.halten.com.br)

- Realização de reparos e/ou modificações somente por técnicos autorizados por escrito pela MTR Transformadores;
- O produto, na ocorrência de uma anomalia, seja disponibilizado para a MTR Transformadores por um período mínimo necessário para a identificação da causa do defeito e seus devidos reparos;
- Aviso imediato, por parte do comprador, dos defeitos ocorridos e que os mesmos sejam posteriormente comprovados pela MTR Transformadores como defeitos de fabricação.
- O recebimento, instalação e manutenção dos transformadores deverão atender as seguintes normas:
  - NBR 7036 – Recebimento, instalação e manutenção de transformadores de distribuição imersos em líquido isolante,
  - NBR 7037 – Recebimento, instalação e manutenção de transformadores de potência em óleo isolante mineral,
  - NBR 5416 – Aplicação de cargas em transformadores de potência.

A garantia não inclui serviços de desmontagem nas instalações do cliente, custos de transporte dos produtos, despesas de locomoção, hospedagem e alimentação dos técnicos designados pela MTR Transformadores, quando solicitado pelo cliente. Os serviços em garantia serão prestados, exclusivamente, na própria fábrica da MTR Transformadores.

Excluem-se desta garantia os componentes cuja vida útil, em condições normais de operação, seja menor que o período de garantia.

O reparo e/ou substituição de peças ou componentes, a critério da MTR Transformadores, durante o período de garantia, não prorrogará o prazo de garantia original.

A presente garantia se limita ao produto fornecido, não se responsabilizando a MTR Transformadores por danos a pessoas, a terceiros, a outros equipamentos ou instalações, lucros cessantes ou quaisquer outros danos emergentes ou conseqüentes.