

# MANUAL DE INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO DE TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL



## Sumário

1	INTRODUÇÃO .....	3
2	RECEBIMENTO .....	3
2.1	Inspeção visual .....	3
2.2	Desembarque e armazenagem .....	4
3	VISTA GERAL .....	4
4	INSTALAÇÃO .....	5
4.1	Local da instalação .....	5
4.2	Ligações .....	5
4.3	Comutação de derivações de tensão .....	6
4.4	Aterramento do transformador.....	6
5	PROTEÇÃO E DISPOSITIVOS DE MANOBRA.....	7
5.1	Porta fusíveis de expulsão baionetas .....	7
5.2	Fusível baioneta (Bay-O-Net).....	7
5.3	Fusíveis limitadores.....	7
5.4	Chave seccionadora ( <i>opcional</i> ).....	8
6	ENERGIZAÇÃO.....	8
6.1	Antes de energizar, verificar e medir; .....	8
6.2	Após energização, verificar; .....	8
6.3	Controle de Cargas .....	8
7	ACESSÓRIOS.....	9
7.1	Placas de identificação e advertência.....	9
7.2	Buchas primárias .....	9
7.3	Buchas secundárias.....	9
7.4	Dispositivo para enchimento do líquido isolante .....	10
7.5	Dispositivo para drenagem do líquido isolante.....	10
7.6	Válvula de alívio de pressão.....	10
7.7	Indicador de nível de óleo isolante .....	11
7.8	Termômetro do óleo isolante.....	11
7.9	Manômetro.....	11
7.10	Válvula para enchimento de gás inerte ( <i>opcional</i> ).....	12
8	MANUTENÇÃO .....	13
8.1	Primeira semana após energização .....	13
8.2	Anualmente.....	13
9	TERMINAIS DESCONNECTÁVEIS ( <i>opcionais</i> ) .....	14
9.1	Definição .....	14
9.2	PIS - Plugue de inserção simples.....	14
9.3	TDC - Terminal desconectável cotovelo .....	14
9.4	RIB - Receptáculo isolando blindado .....	15
9.5	Para-raios .....	15
10	SUORTE .....	16
11	ANEXO 1 - ESQUEMA UNIFILAR.....	17
12	ANEXO 2 - COLETA DE AMOSTRAS DE LÍQUIDOS ISOLANTES .....	18
12.1	Características do óleo isolante.....	18
12.1.1	Óleo mineral parafínico.....	18
12.1.2	Óleo vegetal .....	18

## 1 INTRODUÇÃO

### MANUAL DE INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO DE TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL

- Uso externo ou abrigado
- Tipo radial ou anel
- Tensões primárias até 36kV
- Tensões secundárias 220, 380 ou 440V
- Frequência nominal 60Hz
- Nível básico de impulso atmosférico do primário 95kV ou 110kV
- Grupo de ligação Dyn1
- Resfriamento ONAN
- Tipo de isolamento, óleo mineral ou vegetal
- Comutador de derivações de tensão
- Norma ABNT NBR 5356-1/7 - 08.2017

Este manual tem como propósito fornecer as recomendações necessárias para o recebimento, instalação e manutenção dos transformadores tipo pedestal.

O bom funcionamento e a durabilidade dos transformadores dependem de um projeto adequado, instalação apropriada e manutenção preventiva.

**IMPORTANTE: Recomendamos que todas as intervenções sejam realizadas somente por profissionais devidamente qualificados, sendo utilizadas todas as técnicas de segurança que envolvam equipamentos elétricos de alta tensão, conforme as normas ABNT NBR 14039 e NR-10. Este manual não tem como objetivo substituir treinamentos e ou certificações para tais fins.**

O transformador antes de expedido é testado conforme ABNT NBR 5356 1/7, a fim de garantir o seu perfeito funcionamento.

Solicitamos verificar condições do certificado de garantia que acompanha a nota fiscal.

## 2 RECEBIMENTO

### 2.1 Inspeção visual

Efetuar inspeção visual no transformador durante o recebimento, para verificar se houve algum dano no transformador provocado pelo transporte.

Quaisquer irregularidades devem ser notificadas imediatamente a empresa transportadora, verificar;

- Estado geral da embalagem.
- Características da placa de identificação do transformador.
- Danos externos no tanque, terminais (buchas) e acessórios (arranhões, amassados, avarias).
- Nível correto do líquido isolante.
- Vazamento em qualquer ponto do transformador.

## 2.2 Desembarque e armazenagem

Para içamento do transformador, utilizar sempre os ganchos de suspensão, conforme figura 1.

Os ganchos de suspensão são dimensionados para esforços verticais, portanto, evitar comprimentos ou posições de cabos que provoquem esforços laterais que possam deformá-los.

Devem ser observadas as normas de segurança durante o içamento e manuseio do transformador.

O transformador, quando não instalado imediatamente, deve ser armazenado preferencialmente em local abrigado e nivelado.

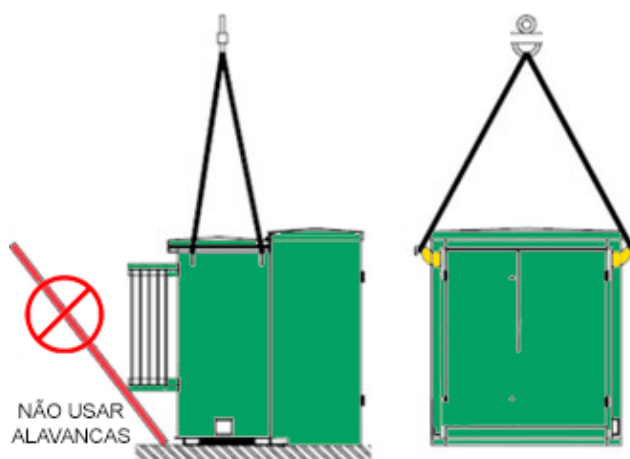


Imagem ilustrativa, içamento (figura 1)

## 3 VISTA GERAL

Vista geral do transformador pedestal e seus acessórios, conforme figura 2.

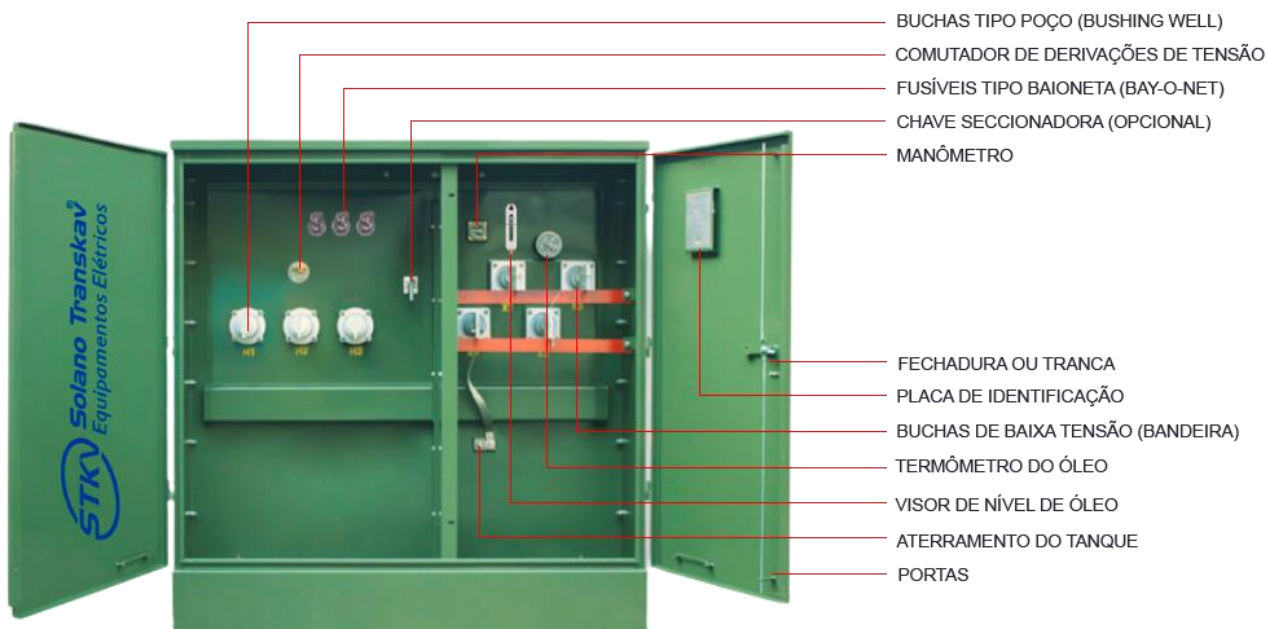


Imagem ilustrativa, vista geral do transformador (figura 2)

## 4 INSTALAÇÃO

Antes da instalação do transformador é necessário verificar;

- Inspeção visual, principalmente quanto ao correto nivelamento da base.
- Compatibilidade entre as tensões de despacho e a nominal de operação.
- Possíveis avarias no tanque e acessórios do transformador durante a sua armazenagem, **conforme item 2.1 deste manual.**
- Pontos de aterramento do tanque.
- Se houver longo período de armazenagem, será necessário medir rigidez dielétrica do óleo. O valor não deve ser inferior a 40kV, **consultar anexo 2 deste manual.**

### 4.1 Local da instalação

Devem ser considerados os seguintes fatores;

- Deve ser feita sobre fundações convenientemente niveladas e suficiente resistência para suportar o peso.
- Espaçamento mínimo de 50cm entre o transformador e paredes ou muros, para se ter facilidade de acesso para inspeção visual e sua ventilação.
- Nas instalações abrigadas, o recinto no qual será instalado o transformador deve ser bem ventilado, evitando quaisquer obstáculos ao fluxo de ar dentro do posto primário. Para tanto as aberturas para entrada do ar devem ser distribuídas de maneira eficiente próximo ao piso e aberturas de saída de ar colocadas tão altas quanto possível. Recomenda-se em geral uso de aberturas de saídas de 5,50m<sup>2</sup> por 1000kVA de capacidade instalada.

### 4.2 Ligações

Recomendações;

- As ligações do transformador devem ser feitas de acordo com o diagrama fasorial da placa de identificação.
- É necessário que haja coerência entre os dados da placa, a tensão selecionada no comutador de derivações e a tensão nominal de operação (tensão local), bem como a tensão secundária.
- As conexões devem ser apertadas o suficiente para que não haja a transmissão de esforços mecânicos desnecessários aos terminais do transformador, desta forma evitando possíveis mau contato e vazamentos.
- Os cabos e as terminações desconectáveis devem ser leves e flexíveis, evitando assim esforços mecânicos, prevenindo a quebra dos isoladores.

#### 4.3 Comutação de derivações de tensão

Para adequar a tensão nominal de operação o enrolamento do transformador possui derivações (tap's) que podem ser selecionados por meio de um comutador seletivo de acionamento externo, feito diretamente pela manopla instalada na parte frontal do painel do transformador, conforme figuras 3 e 4.

Esta operação deverá ser feita manualmente sem utilização de ferramenta, obrigatoriamente com o transformador desenergizado.

Apertar o botão provido de dispositivo para lacre da manopla a fim de permitir a mudança de posição (de 1 a 5 ou 7), conforme indicado na placa de identificação.

Dispositivo instalado no lado da alta tensão.

Salvo indicação contrária, o transformador é fornecido ligado na derivação de maior tensão.

**IMPORTANTE: Recomendamos que esta intervenção seja realizada somente por profissionais devidamente qualificados, sendo utilizadas todas as técnicas de segurança que envolvam equipamentos elétricos de alta tensão, conforme as normas ABNT NBR 14039 e NR-10.**

**Toda mudança de derivação só deverá ser realizada com o transformador sem tensão e carga.**

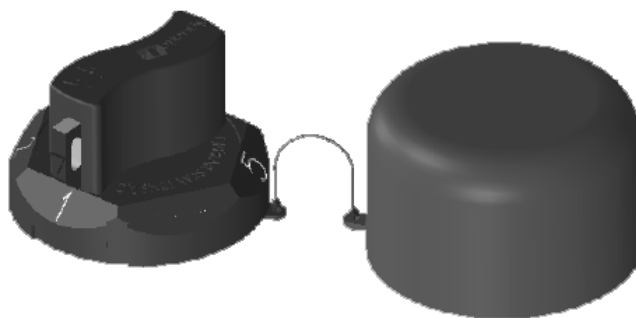


Imagem ilustrativa do comutador de derivações de tensão (figuras 3 e 4)

#### 4.4 Aterramento do transformador

Os conectores de aterramento deverão ser ligados por meio de cabos de cobre nú com seção adequada, conforme figura 5.

Visando uma proteção eficiente o transformador deverá ser permanentemente aterrado.

Recomendamos manter uma baixa resistência ôhmica no conjunto de malha de aterramento.

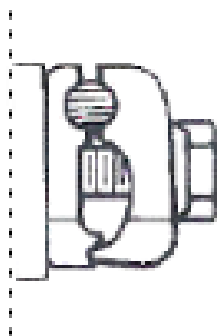


Imagem ilustrativa do terminal de aterramento (figura 5)

## 5 PROTEÇÃO E DISPOSITIVOS DE MANOBRA

### 5.1 Porta fusíveis de expulsão baionetas

Porta fusíveis do tipo expulsão baionetas (Bay-O-Net) conforme figura 6. Os fusíveis de expulsão estão instalados nos porta baionetas. Dispositivo instalado no lado da alta tensão.



Imagem ilustrativa do porta fusível tipo baioneta (Bay-O-Net) (figura 6)

### 5.2 Fusível baioneta (Bay-O-Net)

Fusíveis tipo baioneta (Bay-O-Net) atuam como proteção primária. Desenvolvidos para operação em carga, as suas características dielétricas e térmicas são compatíveis com a potência do transformador, conforme figura 7.



Imagem ilustrativa do elo fusível tipo baioneta (Bay-O-Net) (figura 7)

### 5.3 Fusíveis limitadores

Fusíveis limitadores de corrente são instalados em base própria, prevista na construção da parte ativa do transformador e imersos em óleo isolante, conforme figura 8. Dispositivo instalado no interior do tanque.

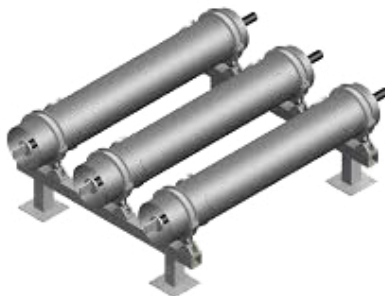


Imagem ilustrativa do conjunto de fusíveis limitadores de corrente (figura 8)



#### 5.4 Chave seccionadora (opcional)

Chaves seccionadoras são interruptores de operação em carga, conforme figura 9. Dispositivo instalado no lado da alta tensão.

**IMPORTANTE Para manuseio é necessário vara de manobra e equipamentos de proteção individual.**



## 6 ENERGIZAÇÃO

A energização é a etapa final para colocação do transformador em operação. Se a energização for feita logo após a instalação e montagem, dispensa-se nova revisão, contudo se ocorrer longo período de armazenagem, recomendamos repetir os procedimentos do **item 2.1 deste manual**.

### 6.1 Antes de energizar, verificar e medir;

- O nível do líquido isolante.
- Posição do comutador em relação a tensão nominal de operação.
- Aterramento do transformador.
- O líquido isolante, **consultar anexo 2 deste manual**.
- Os acessórios do transformador, quando existentes.
- Relação de transformação (**realização com os cabos de BT desconectados**).
- Resistência de isolamento (**realização com os cabos de BT desconectados**).

Recomenda-se aguardar um período de 24h de repouso do transformador antes da energização, para que haja à eliminação de possíveis bolhas de ar internas, formadas durante o transporte e ou remoção.

### 6.2 Após energização, verificar;

- Nível de tensões secundárias.
- Elevação da temperatura.
- Carga nominal.
- Trancamento das portas do painel.

### 6.3 Controle de Cargas

Recomendamos a verificação periodicamente da carga demandada, a fim de evitar o sobreaquecimento, condição que pode levar a queima do transformador.



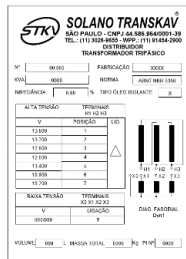
## 7 ACESSÓRIOS

### 7.1 Placas de identificação e advertência

Placas de identificação de acordo com as especificações e de advertências, conforme figuras 10, 11 e 12.

Placa de identificação fixada na parte interna do painel (porta).

Placas de advertência fixadas nas partes interna e externa do painel (painel e porta).



Identificação



Advertência 1



Advertência 2

Imagens ilustrativas das placas (figura 10, 11 e 12)

### 7.2 Buchas primárias

Buchas primárias do tipo poço (bushing well), conforme figuras 13, 14 e 15.

Providas de receptáculo para o plugue de inserção simples e de orifícios para instalação dos grampos de fixação dos terminais desconectáveis.

Características: Classes de tensão: 15, 25 ou 36kV | Amperagem: 200A.

Dispositivo instalado no lado da alta tensão.

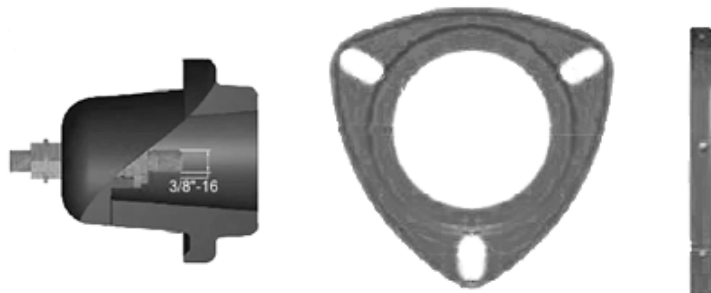


Imagem ilustrativa da bucha tipo poço (Bushing well) de alta tensão (figuras 13, 14 e 15)

### 7.3 Buchas secundárias

Bucha secundária do tipo conector ou terminal bandeira (Nema ou ABNT), conforme figura 16.

Características: Classe de tensão: 1,2kV | Amperagem: 400, 800, 1875, 2000, 3150, 3500, 5000A, conforme a potência e a tensão do transformador.

Dispositivos instalados no lado da baixa tensão.

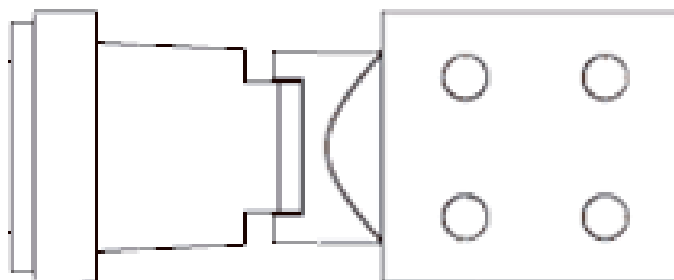


Imagem ilustrativa da bucha de BT montada (conector tipo bandeira) (figura 16)

#### 7.4 Dispositivo para enchimento do líquido isolante

Dispositivo para o enchimento ou ligação ao filtro-prensa, utilizado para a circulação do óleo isolante, conforme figura 17.

Dispositivo instalado no lado da baixa tensão.

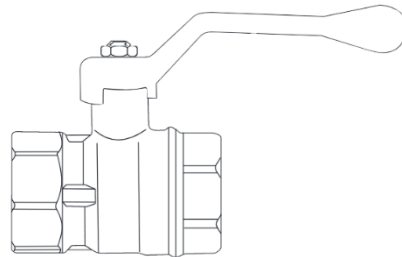


Imagem ilustrativa do dispositivo para enchimento do líquido isolante (figura 17)

#### 7.5 Dispositivo para drenagem do líquido isolante

Dispositivo para a drenagem, coleta de amostra e ligação ao filtro-prensa, utilizada para a circulação do óleo isolante, conforme figura 18.

Dispositivo instalado no lado da baixa tensão.

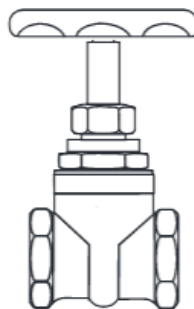
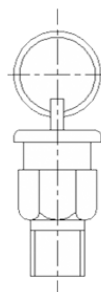


Imagem ilustrativa do dispositivo para drenagem do líquido isolante (figura 18)

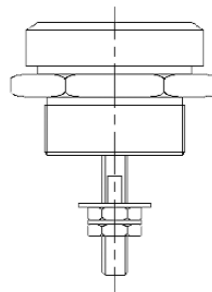
#### 7.6 Válvula de alívio de pressão

A função do dispositivo é de aliviar a pressão interna do transformador quando esta ultrapassa o limite da válvula, (0,7 kg/cm<sup>2</sup>), modelos argola ou rosca com selo, conforme figuras 19 e 20.

Dispositivo instalado no lado da baixa tensão.



Argola



Rosca com selo

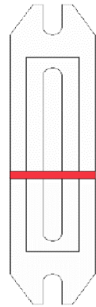
Imagens das válvulas de alívio de pressão (figuras 19 e 20)

### 7.7 Indicador de nível de óleo isolante

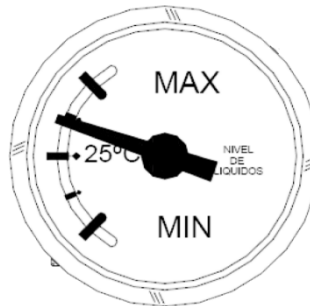
Tem como finalidade indicar o nível do óleo sem a necessidade de inspeção visual no interior do transformador, conforme figuras 21 e 22.

Este dispositivo pode ser do tipo coluna ou magnético graduado (**este último, opcional**).

Dispositivos instalados no lado da baixa tensão.



Nível tipo coluna



Nível tipo magnético graduado (**opcional**)

Imagens ilustrativas dos tipos de indicador de nível de óleo (figuras 21 e 22)

### 7.8 Termômetro do óleo isolante

Termômetro graduado do tipo submersível, tem como finalidade indicar a temperatura próxima da superfície do óleo isolante, conforme figura 23.

Dispositivo instalado no lado da baixa tensão.



Imagem ilustrativa do termômetro (figura 23)

### 7.9 Manômetro

Manômetro graduado do tipo submersível com indicação de pressão máxima, provido de recurso externo para o retorno do ponteiro. Utilizado em conjunto com gás inerte, nitrogênio, conforme figura 24.

Dispositivo instalado no lado da baixa tensão.

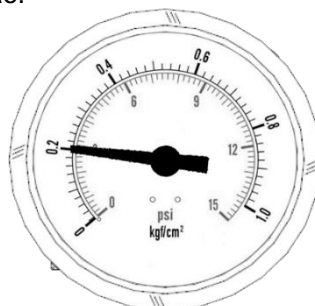
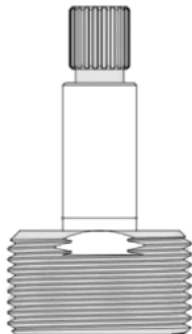


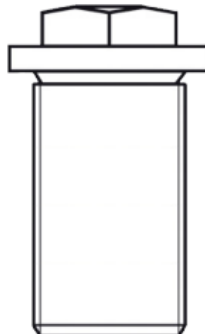
Imagem ilustrativa do manômetro (figura 24)

### 7.10 Válvula para enchimento de gás inerte (*opcional*)

Válvula para enchimento de gás inerte (nitrogênio) e cap de proteção, conforme figuras 25 e 26.  
Dispositivo instalado no lado da baixa tensão.



Válvula



Cap da válvula

Imagem ilustrativa do dispositivo para enchimento de gás (figuras 25 e 26)

## 8 MANUTENÇÃO

O transformador é uma máquina elétrica que demanda cuidados especiais.

Visando o bom funcionamento e a durabilidade do transformador, determinamos a periodicidade para as manutenções preventivas.

### 8.1 Primeira semana após energização

#### **Realização com o transformador desenergizado**

- Verificar nível do líquido isolante.
- Devido ao aumento de fluidez do líquido isolante ocasionado pelo aumento normal de temperatura do transformador em funcionamento, recomendamos repetir as verificações de possíveis vazamentos.
- Verificar elevação de temperatura.
- As leituras do termômetro e manômetro devem ser registradas diariamente durante a primeira semana após a energização, bem como a temperatura ambiente.
- Em condições normais, o transformador nunca deve ultrapassar o limite de temperatura determinado de suas especificações técnicas de projeto.

### 8.2 Anualmente

#### **Realização com o transformador desenergizado**

- Relação de transformação (**realização com os cabos de BT desconectados**).
- Resistência de isolamento (**realização com os cabos de BT desconectados**).
- Testar líquido isolante, rigidez dielétrica.

**Recomendamos a análise físico-química e cromatográfica, a partir do terceiro ano de uso, após este período, realizar anualmente.**

Para a execução desta tarefa, recomendamos os procedimentos a seguir;

#### **Coleta da amostra, consultar o anexo 2 deste manual.**

- Esta tarefa só deverá ser executada em dias de baixa umidade do ar.
- São previstos no transformador, dispositivos próprios para esta finalidade.
- Recomendamos o uso de frascos de vidro escuro com capacidade de 1 litro.
- O recipiente utilizado para a coleta da amostra deve ser isento de qualquer impureza, lavado internamente com tetracloreto, após com sabão e água limpa, secá-lo em estufa a temperaturas entre 100°C e 110°C.
- Os recipientes deverão ser mantidos hermeticamente fechados até sua utilização.
- O dispositivo deve estar limpo antes de sua abertura, e quando feita, deixar escorrer pequena quantidade para que as impurezas que por acaso estiverem contidas no dispositivo não contaminem a amostra.
- Imediatamente após a coleta o recipiente deverá ser hermeticamente fechado, até a sua efetiva análise.
- Identificar a amostra com o número de série do transformador e a data da coleta.
- Armazenar a amostra em local escuro, isento de poeira e umidade.

#### **Verificar estado da pintura**

- Deve ser efetuada uma inspeção visual do estado geral do tanque e seus acessórios, para verificação da existência de pontos de oxidação.

#### **Limpeza dos isoladores em porcelana (buchas de BT)**

- Estes elementos estão sujeitos ao acúmulo de poeira, podendo comprometer a sua função de isolamento, dando condições a escoamentos de tensão.
- Recomendamos o uso de uma estopa embebida em solvente (tolueno ou metil benzeno).

#### **Limpeza dos terminais desconectáveis (conectores de AT)**

Estes elementos estão sujeitos ao acúmulo de poeira, podendo comprometer sua função de isolamento, dando condições a escoamentos de tensão.

Recomendamos o uso de toalhas descartáveis com álcool isopropílico 70%.

## 9 TERMINAIS DESCONECTÁVEIS (opcionais)

### 9.1 Definição

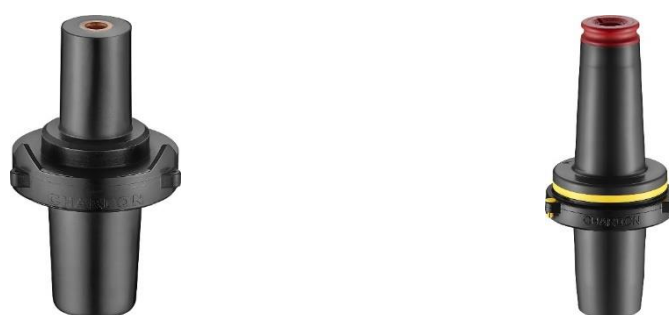
Deadbreak - Para operação desenergizada, sem carga.

Loadbreak - Para utilização com vara de manobra, permite a operação energizada e com carga.

**IMPORTANTE: Estes acessórios devem ser instalados somente por profissionais devidamente qualificados, sendo utilizadas todas as técnicas de segurança que envolvam equipamentos elétricos de alta tensão, conforme as normas ABNT NBR 14039 e NR-10. Este manual não tem como objetivo substituir treinamentos e ou certificações para tais fins.**

### 9.2 PIS - Plugue de inserção simples

Terminações desenvolvidas para a conexão junto a bucha poço do transformador, conforme figuras 27 e 28.



Deadbreak

Loadbreak

Foto ilustrativa dos PIS (figuras 27 e 28)

**IMPORTANTE: Siga as instruções do fabricante dos terminais para a preparação e montagem.**

Recomendações gerais de instalação;

- Remova a capa protetora do plugue.
- Inspecionar a bucha poço e o plugue a fim de garantir que estejam secos e limpos.
- Lubrifique o corpo do plugue com o lubrificante fornecido. **NÃO SUBSTITUA**
- Insira a parte lubrificada do plugue no receptáculo da bucha poço.
- Com auxílio de uma chave "Allen" medida 5/16", rode delicadamente o plugue no sentido horário até o seu devido aperto.

### 9.3 TDC - Terminal desconectável cotovelo

Terminações desenvolvidas para a conexão entre os cabos de média tensão e os plugues de inserção simples, conforme figuras 29 e 30.



Deadbreak

Loadbreak

Imagem ilustrativa dos TDC (figuras 29 e 30)

**IMPORTANTE:** Siga as instruções do fabricante dos terminais para a preparação dos cabos de média tensão e a sua montagem.

Recomendações gerais de instalação;

- Limpe completamente os TDCs a fim de garantir que estejam secos e limpos.
- Lubrifique a parte interna do receptáculo do TDC e o corpo exposto do plugue com o lubrificante fornecido.  
**NÃO SUBSTITUA**
- Conectar o TDC ao terminal plugue seguindo as instruções do fabricante.
- Repita o movimento de conexão a fim de evitar a formação de bolhas de ar, estas podem causar escoamentos de tensão, levando a queima do transformador.
- Encaixe os grampos de travamento nos orifícios bucha poço.

#### 9.4 RIB - Receptáculo isolando blindado

Dispositivo utilizado para isolar o terminal plugue de inserção simples quando este não esteja em uso, conforme figura 31.



Imagem ilustrativa do terminal RIB (figura 31)

**Siga as instruções do fabricante dos terminais para a preparação e montagem.**

Leia as recomendações gerais de instalação, **consultar item 9.3 deste manual.**

#### 9.5 Para-raios

Dispositivo de proteção do transformador pedestal contra descargas atmosféricas (Loadbreak), conforme figura 32.



Imagem ilustrativa do para-raios desconectável (figura 32)

**IMPORTANTE:** Siga as instruções do fabricante dos terminais para a preparação e montagem

Leia as recomendações gerais de instalação, **consultar item 9.3 deste manual.**



## 10 SUPORTE

e-mail: [stk@stkv.com.br](mailto:stk@stkv.com.br)

Tel.: (11) 3026-9655

WPP: (11) 91454-2900

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

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

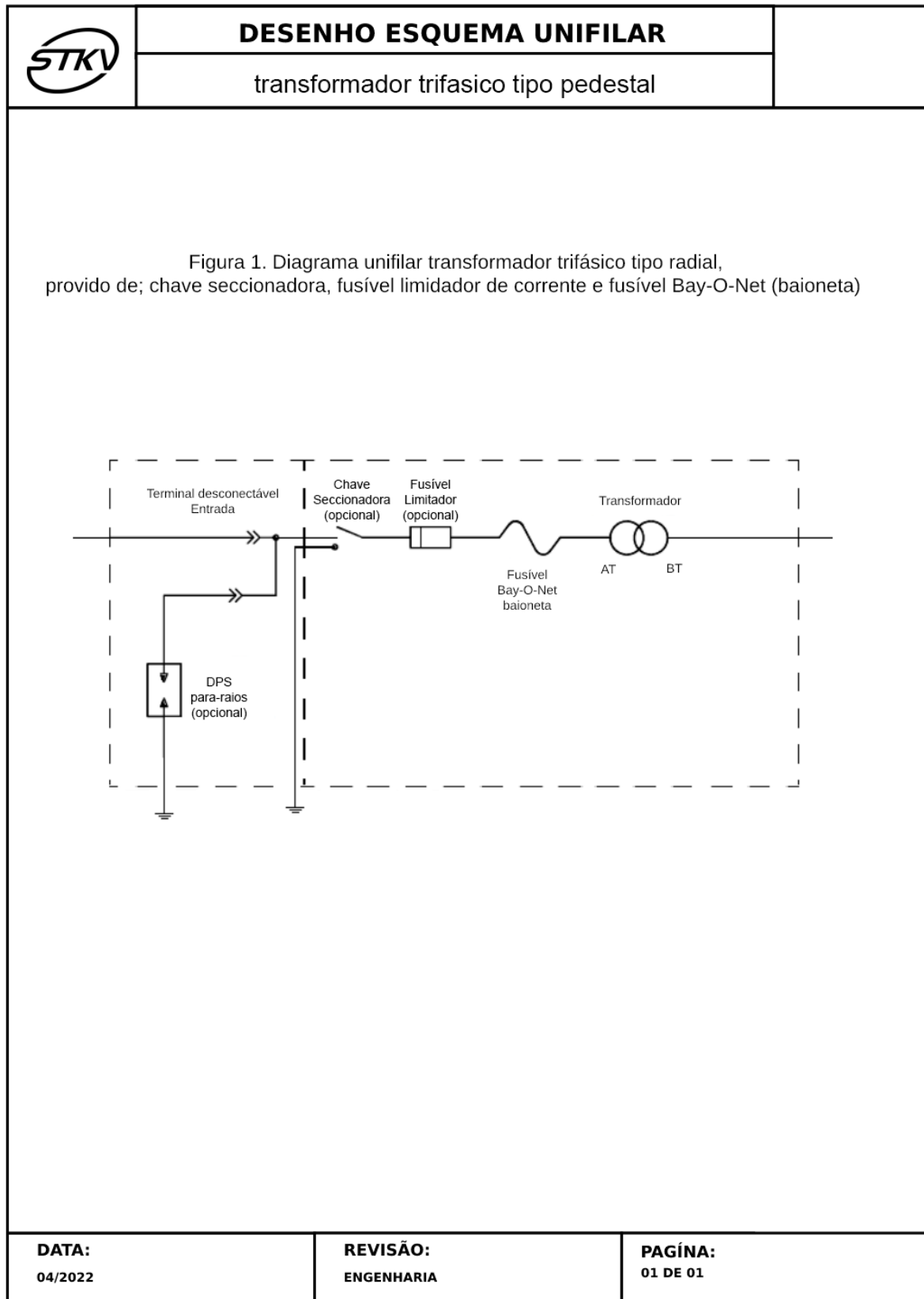


Para download do manual, utilize o código QR



Versão do manual | V3 | 05/2022

11 ANEXO 1 - ESQUEMA UNIFILAR



## 12 ANEXO 2 - COLETA DE AMOSTRAS DE LÍQUIDOS ISOLANTES

Este anexo tem como finalidade, estabelecer procedimentos para a execução da retirada de amostra do óleo isolante em transformadores, no campo.

### Condições ambientais

As amostras do óleo isolante não devem ser retiradas nas seguintes condições ambientais. Em dias chuvosos, com muita poeira ou de ventos fortes e quando houver umidade relativa do ar superior a 75%.

### Recipiente de amostragem

Recomendamos o uso de frascos de vidro escuro com capacidade de 1 litro. O recipiente utilizado para a coleta da amostra deve ser isento de qualquer impureza, lavado internamente com tetracloreto, após com sabão e água limpa, secá-lo em estufa a temperaturas entre 100°C e 110°C. Os recipientes deverão ser mantidos hermeticamente fechados até sua utilização.

### Identificação e armazenamento das amostras

Identificar a amostra com o número de série do transformador e a data da coleta. Armazenar em local escuro, isento de poeira e umidade.

### Dispositivo para coleta de amostragem

Recomendamos a utilização de dispositivos do tipo sangria ou seringa.

### Procedimentos para a coleta

- Remover o plugue ou cap de proteção do dispositivo de drenagem do líquido isolante do transformador.
- Com um pano limpo, seco e sem fiapos, remova toda sujeira na tubulação.
- Abrir a válvula e deixar fluir vigorosamente, no mínimo três vezes o volume da tubulação para que as impurezas que por acaso estiverem contidas na mesma não contaminem a amostra. Desprezar adequadamente.
- Adaptar o dispositivo de amostragem no dreno de coleta (válvula).
- Encher o frasco com o líquido isolante.
- As amostras devem ser retiradas de modo a evitar qualquer contaminação.
- Imediatamente após a coleta o recipiente deverá ser hermeticamente fechado, até a sua efetiva análise.
- Identificar a amostra com o número de série do transformador e a data da coleta.
- Armazenar a amostra em local escuro, isento de poeira e umidade.

### 12.1 Características do óleo isolante

#### 12.1.1 Óleo mineral parafínico

- Rigidez dielétrica, conforme ABNT NBR IEC 60156 | Classe < 69kV = 40kV (mín.).
- Aparência = Límpido e isento de materiais em suspensão.
- Teor de água, conforme ABNT NBR 10710 | Classe < 69kV = 35 ppm (máx.).

#### 12.1.2 Óleo vegetal

- Rigidez dielétrica, conforme ABNT NBR IEC 60156 | Classe < 69kV: 80kV (mín.).
- Aparência, visual = Límpido e isento de materiais em suspensão.
- Teor de água, conforme ABNT NBR 10710-Método B | Classe < 69kV: 200 ppm (máx.).