



COMPANHIA MUNICIPAL DE ENERGIA E ILUMINAÇÃO-RIOLUZ

**DIRETORIA DE TECNOLOGIA E DE PROJETO – DTP
GERÊNCIA TECNOLÓGICA E DE DESENVOLVIMENTO – GTD**

EM-RIOLUZ - 12

**TRANSFORMADORES DE
DISTRIBUIÇÃO AÉREA**

EMISSÃO 08 – 27-10-2023



COMPANHIA MUNICIPAL DE ENERGIA E ILUMINAÇÃO-RIOLUZ

SUMÁRIO

1.0- GENERALIDADES

1.1- OBJETIVO

2.0- DEFINIÇÕES

2.1- TERMOS TÉCNICOS

2.2- TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO AÉREA

3.0- CONDIÇÕES GERAIS

3.1- NORMAS OBEDECIDAS

3.2- UNIDADES

3.3- PROPOSTAS ALTERNATIVAS

3.4- DESENHOS

3.5- INSTRUÇÕES TÉCNICAS

3.6- GARANTIA

3.7- PRAZO DE ENTREGA

3.8- CONDIÇÕES DE TRANSPORTE

4.0- CONDIÇÕES ESPECÍFICAS:

4.1- CARACTERÍSTICAS PADRONIZADAS

4.2- VALORES DE GARANTIA

4.3- RELAÇÃO DE TENSÕES

4.4- REQUISITOS DO DIELÉTRICO

4.5- ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA

4.6- ESTANQUEIDADE E RESISTÊNCIA À PRESSÃO

4.7- NÍVEL DE RUÍDO

4.8- REQUISITOS DE CURTO-CIRCUITO

5.0- CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

5.1- ESPESSURA DAS CHAPAS

5.2- TANQUE

5.3- TAMPAS

5.4- RADIADORES

5.5- BUCHAS TERMINAIS

5.6- TERMINAIS

5.7- DIMENSÕES E PESO

5.8- ACESSÓRIOS

5.9- ENROLAMENTO E ISOLAMENTOS

5.10- NÚCLEO

5.11- LIQUIDO ISOLANTE



COMPANHIA MUNICIPAL DE ENERGIA E ILUMINAÇÃO-RIOLUZ

5.12- VEDAÇÃO E GUARNIÇÕES

5.13- PLACA DE IDENTIFICAÇÃO

5.14- ACABAMENTO E LIMPEZA

6.0- INSPEÇÃO E ENSAIOS

6.1- INSPEÇÃO

6.2- ENSAIOS

7.0- ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

7.1- CONDIÇÕES DE ACEITAÇÃO DO TIPO

7.2- CONDIÇÕES DE ACEITAÇÃO OU REJEIÇÃO NOS ENSAIOS DE ROTINA (RECEBIMENTO)

8.0- MÉTODO DE ENSAIO

8.1- OBJETIVO

9.0- CONDIÇÕES ESPECIFICAS PARA O FORNECIMENTO DO MATERIAL

9.1- TRANSPORTE ACONDICIONADO

9.2- SEGURANÇA DE TRANSPORTE

9.3- OBRIGAÇÕES DO FABRICANTE

9.4- DERIVAÇÃO (INDICADA PARA O TRANSPORTE)

9.5- ENTREGA DO MATERIAL

9.6- LOCAL DA ENTREGA



COMPANHIA MUNICIPAL DE ENERGIA E ILUMINAÇÃO-RIOLUZ

1.0- GENERALIDADES:

1.1- OBJETIVO:

Esta especificação fixa as características mínimas exigíveis para os transformadores de distribuição aérea utilizados pela RIOLUZ Município do Rio de Janeiro.

2.0- DEFINIÇÕES:

2.1- TERMOS TÉCNICOS:

Quanto aos termos técnicos utilizados nesta especificação, obedecem as definições da NBR-5458 da ABNT em sua última edição, sendo complementados pelos termos técnicos definidos nesta especificação.

2.2- TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO AÉREA:

Os transformadores abrangidos pela presente especificação serão instalados em postes ou plataformas, diretamente expostos ao sol, à chuva e umidade, em locais com altitudes até 1000 metros do nível do mar, e em temperatura máxima e média de 40°C e 30°C, respectivamente.

3.0- CONDIÇÕES GERAIS:

3.1- NORMAS OBEDECIDAS:

Os transformadores, objetos desta especificação, deverão satisfazer a mesma, bem como, no que não a contrarie, à última revisão de "Transformadores para rede aéreas de distribuição" - NBR-5440 da ABNT e dos métodos de ensaios conforme NBR-5356 -1 a 11 da ABNT.

3.2- UNIDADES:

Quanto às unidades empregadas, são as do Sistema Legal de Unidades e Medidas, Decreto n.º 81.621 de 03 de setembro de 1978 e todos e quaisquer desenhos, especificações, descrições técnicas ou qualquer outro documento deverão também obedecer ao referido decreto.

3.3- PROPOSTAS ALTERNATIVAS:

3.3.1- Em adiantamento à proposta baseada nesta especificação, o fabricante poderá apresentar uma proposta alternativa para transformadores com mesmas características elétricas, porém apresentando outras disposições e concepções de projeto.

3.3.2- Qualquer proposta alternativa deverá expor com clareza e em detalhes os pontos divergentes desta Especificação, as características principais do equipamento, os resultados de experiências anteriores com o novo projeto e os desenhos necessários para uma perfeita avaliação do equipamento.



COMPANHIA MUNICIPAL DE ENERGIA E ILUMINAÇÃO-RIOLUZ

3.4- DESENHOS:

3.4.1- Após publicada a concorrência, o fabricante deverá apresentar para fins de aprovação e de uma só vez, no prazo especificado no pedido de compra, 6 (seis) cópias de cada um dos seguintes desenhos:

- a) Contorno cotado de cada tipo e potência de transformador, mostrando a localização dos acessórios e dimensões reais mais necessárias ao projeto de instalação do transformador.
- b) Buchas de AT, BT e Terminal de Neutro, em detalhes.
- c) Placas de identificação.
- d) Painel de ligações.
- e) Tampa principal.
- f) Tampa de inspeção.
- g) De todos os acessórios exigidos.
- h) Qualquer outro desenho que seja julgado necessário para uma perfeita avaliação técnica do equipamento.

3.4.2- A verificação dos desenhos será dispensável somente quando os mesmos já tiverem sido aprovados anteriormente. Neste caso, o fabricante deverá mencionar o fato por escrito, identificando cada um dos desenhos aprovados e o pedido de compra correspondente.

3.4.3- A aprovação dos desenhos não exime o fabricante da responsabilidade por sua exatidão, nem do fornecimento do equipamento de acordo com as exigências da RIOLUZ.

3.4.4- Não serão aceitas folhas de catálogos em lugar de desenhos os quais devem ser elaborados de acordo com a NB-8 da ABNT.

3.5- INSTRUÇÕES TÉCNICAS:

O fabricante deverá fornecer todos os dados sobre a instalação e manutenção do equipamento, bem como as informações completas sobre o material usado.

3.6- GARANTIA:

3.6.1- O fabricante deve declarar explicitamente na proposta a sua aceitação às condições e exigências contidas nesta especificação.

3.6.2- O fabricante deve garantir a perfeita operação do transformador, nas condições normais de operação da rede da RIOLUZ, pelo período de 18 (dezoito) meses, desde que não hajam decorrido mais de 24 (vinte e quatro) meses a partir da data de entrega. Durante este período o fabricante deve reparar às suas custas e sem qualquer ônus para a RIOLUZ, todos os defeitos que por ventura ocorram nos transformadores desde que não seja constatada qualquer responsabilidade desta.



COMPANHIA MUNICIPAL DE ENERGIA E ILUMINAÇÃO-RIOLUZ

3.6.3- As partes metálicas externas, tais como tanque, tampa e radiadores, devem ser garantidas contra corrosão por um período mínimo de 60 meses, a contar da data de entrega dos transformadores à RIOLUZ.

3.6.4- O material usados nas gaxetas não deve sofrer alterações apreciáveis em suas propriedades físicas e químicas pelo período de 60 meses a contar da data de entrega dos transformadores à RIOLUZ.

3.6.5- O fabricante deve garantir a qualidade e robustez de todos os materiais usados.

3.6.6- Se o transformador não satisfizer as garantias em qualquer particularidade, o fabricante deve fazer, ou providenciar que sejam feitas, às suas expensas, quaisquer alterações necessárias, a fim de colocá-lo dentro das garantias. Quando estas alterações implicarem em deslocamento do transformador, fica às expensas do fabricante, o custo do seu transporte do depósito da compradora ao local onde serão feitas as alterações e o seu retorno. Se o fabricante deixar de fazer tais alterações dentro de um período determinado pela RIOLUZ, esta pode rejeitar o transformador ou, à sua conveniência, aceitar com uma redução no preço, estipulado de mútuo acordo com o fabricante. Alternativamente o fabricante pode, às suas expensas e com o consentimento da RIOLUZ, substituir o transformador por outro em condições satisfatórias, no depósito desta.

3.6.7- Em caso de defeito dentro do prazo de garantia, o fabricante deve dar nova garantia pelo prazo de 18 meses a partir da data de aceitação pela RIOLUZ, do transformador reparado; observando-se, entretanto, que todo e qualquer custo decorrente será por contado fabricante.

3.7- PRAZO DE ENTREGA:

3.7.1- O fabricante deve indicar na proposta o prazo de entrega do equipamento, a contar da data da emissão do Empenho.

3.7.2- O prazo final estabelecido no contrato deve ser estritamente respeitado.

3.8- CONDIÇÕES DE TRANSPORTE:

3.8.1- O transformador deverá ser acondicionado em embalagem de madeira, não deformável, empilhável e que permita a utilização de empilhadeira no seu manuseio. O fabricante fica responsável pela entrega do equipamento no ponto de destino, em bom estado.

3.8.2- SEGURANÇA DE TRANSPORTE:

3.8.2.1- O transporte deve ser realizado de modo a proteger todo o equipamento contra danos inerentes ao tipo de transporte escolhido.



COMPANHIA MUNICIPAL DE ENERGIA E ILUMINAÇÃO-RIOLUZ

3.8.2.2- Cabe ao fabricante, prover as medidas de segurança para o transporte e o seguro sobre o transporte, quando exigidos pela autoridade.

3.8.3- Os transformadores serão embarcados inteiramente montados, com o líquido isolante. Caso o transformador chegue à RIOLUZ com indícios de vazamento de óleo, de entrada de umidade, o equipamento, a juízo da RIOLUZ poderá ser devolvido.

4.0- CONDIÇÕES ESPECÍFICAS:

4.1- CARACTERÍSTICAS PADRONIZADAS:

A menos que seja especificado em contrário no pedido de oferta, os transformadores obedecem às seguintes padronizações:

4.1.1- POTÊNCIAS NOMINAIS (CONTINUAS) :

Em todos os casos, a potência especificada deve ser a potência contínua da saída do transformador, sob tensão secundária nominal, obtida pela aplicação, no enrolamento primário de suficiente tensão para também compensar o efeito da regulação do transformador.

4.1.1.1- TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS:

10 e 25kVA.

4.1.1.2- TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS:

15, 30, 45, 75 e 112,5kVA.

4.1.2- TENSÕES NOMINAIS E LIGAÇÕES:

4.1.2.1- TENSÃO SUPERIOR (PRIMÁRIO) :

Não religável: 13.800/ 13.200/ 25000 V - ligação triângulo.

4.1.2.2- TENSÃO INFERIOR (SECUNDÁRIO):

Trifásico: 220/127V e 380/220V e 440/220V e 240/120V e 230/115V - ligação estrela com o neutro acessível.

Monofásico: 10 e 25kVA - 220/127V.

4.1.3- CLASSE DE TENSÃO DE ISOLAMENTO:

Tensão máxima do equipamento (kV) eficaz	Tensão suportável de impulso atmosférico		Tensão suportável à frequência industrial durante 1 minuto e tensão induzida (kV) eficaz
	Pleno (kV) crista	Cortado (kV)	
1,2	30	-	10



COMPANHIA MUNICIPAL DE ENERGIA E ILUMINAÇÃO-RIOLUZ

15	95	105	34
36,2	150	165	50

4.1.3.1- TENSÃO SUPERIOR (PRIMÁRIO) : 15 kV

4.1.3.2- TENSÃO INFERIOR (SECUNDÁRIO) : 1,2 kV

4.1.4- FREQUÊNCIA: Esta especificação abrange transformadores para a operação à frequência de 60Hz.

4.1.5- POLARIDADE: Os transformadores devem ter polaridade subtrativa.

4.1.6- DESLOCAMENTO ANGULAR E DIAGRAMA VETORIAL DOS TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS: O deslocamento angular em transformadores trifásicos ligados em triângulo-estrela é de 30°, com as fases de tensão inferior atrasadas em relação às correspondentes de tensão superior, de acordo com o diagrama vetorial contido no desenho A4 - 1871 - PD.

4.1.7- MARCAÇÕES EXTERNAS DOS TERMINAIS: Devem estar de acordo com o desenho A4-1336-PD.

4.1.8- MARCAÇÃO INTERNA DOS TERMINAIS:

4.1.8.1- As marcações dos condutores terminais internos devem ser feitas de modo a permitir a identificação da fase a que pertencem.

4.1.8.2- As marcações nos painéis de comutação de derivação devem consistir em números gravados em baixo relevo. Estas marcações devem estar representadas em uma placa diagramática externa ao transformador ou contidas em sua placa de identificação.

4.2- VALORES DE GARANTIA:

4.2.1- O fabricante deve declarar em sua proposta de fornecimento os valores garantidos para perdas em vazio, perdas totais, corrente de excitação e tensão de curto-circuito.

4.2.1.1- Os valores de perdas e corrente de excitação (I_o) não podem exceder os valores constantes nas tabelas I, II, III, IV, V e VI.

4.2.1.2- A tensão de curto-circuito (impedância) deve ser de acordo com os valores constantes nas tabelas I, II, III, IV, V e VI.

4.2.2- Os valores descritos nos itens 4.2.1.1. e 4.2.1.2 são sujeitos às tolerâncias previstas na NBR-5440 da ABNT em sua mais recente revisão.



COMPANHIA MUNICIPAL DE ENERGIA E ILUMINAÇÃO-RIOLUZ

4.2.3- Os valores de garantia são referidos à tensão de 13.800 Volts, frequência de 60Hz e temperatura de 75°C.

4.3- RELAÇÃO DE TENSÕES:

Os transformadores devem satisfazer os requisitos de relação de tensões da NBR-5440 da ABNT, em sua mais recente revisão.

4.4- REQUISITOS DO DIELÉTRICO:

Os transformadores deverão ser capazes de suportar sem que produzam descargas e sem que haja evidência de defeito ou deterioração, aos ensaios de tensão aplicada a dielétrico, tensão induzida e tensão de impulso estipulados na NBR-5356-3 da ABNT, em sua mais recente revisão.

4.5- ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA:

Quando o transformador estiver sendo ensaiado sob condições de máxima perda, a elevação de temperatura, acima da temperatura do meio refrigerante, dos enrolamentos ou de outras partes do transformador, não deve exceder os limites especificados na NBR- 5440 e NBR 5356-2 da ABNT, em sua mais recente revisão.

4.6- ESTANQUEIDADE E RESISTÊNCIA À PRESSÃO:

O transformador completo, cheio de líquido isolante e com todos os acessórios, deve ser ensaiado conforme especificado na NBR-5356-1 da ABNT, em sua mais recente revisão, sem apresentar vazamentos e/ou deformações.

4.7- NÍVEL DE RUÍDO:

Os níveis de ruído produzidos por transformadores abrangidos por esta especificação, não devem exceder os valores especificados pela NBR-7277 em sua mais recente revisão.

4.8- REQUISITOS DE CURTO-CIRCUITO:

Os transformadores devem ser projetados e construídos para resistirem aos efeitos mecânicos e térmicos causados por curtos-circuitos externos, sob condições especificadas na NBR-5356-5 da ABNT, em sua mais recente revisão.

5.0- CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS:

5.1- ESPESSURA DAS CHAPAS:

As espessuras mínimas para as chapas, conforme especificado pela NBR -5440, são as seguintes:

CORPO _____ 2,65mm FUNDO _____ 3,00 mm

TAMPAS _____ 2,65mm

RADIADORES ___ tubular -1,5 mm ___ chapa – 1,2 mm

5.2- TANQUE:



COMPANHIA MUNICIPAL DE ENERGIA E ILUMINAÇÃO-RIOLUZ

5.2.1- O tanque deve ser hermeticamente fechado, e sem conservador de óleo, de construção suficientemente robusta de maneira a suportar perfeitamente as variações de pressão interna.

5.2.2- O tanque deve ser de chapas de aço, com espessuras mínimas indicadas no item 5.1. e cuja composição e características mecânicas devem estar de acordo com a NBR-6649, NBR-6650 e NBR-11888 da ABNT, em sua mais recente revisão.

5.2.3- A base do tanque deve ser suficientemente rígida e os canos dos radiadores devem ser apropriadamente colocados, a fim de que não se danifiquem com o uso de macacos ou alavancas, ou com o transporte sobre roletes.

5.3- TAMPAS

5.3.1- As tampas do transformador devem ser construídas de maneira a evitar o acúmulo de água em sua superfície e serem fixadas por meio de grampos com parafusos de cabeça sextavada. Em qualquer caso a construção deve ser tal que evite a penetração de umidade através das juntas, mesmo durante as chuvas, assegurando uma vedação contínua das guarnições sem necessidade de apertos excessivos dos parafusos de fixação.

5.3.2- As tampas devem ser de chapas de aço com as espessuras mínimas indicadas no item 5.1.

5.4- RADIADORES:

5.4.1- Como elementos dissipadores de calor podem ser usados radiadores tubulares ou painéis de ventilação, não sendo permitido entretanto o uso de chapas corrugadas, sendo que os radiadores devem ser soldados externamente ao tanque de modo a evitar a corrosão nas junções.

5.4.2- As desembocaduras dos tubos radiadores devem ser construídas de modo a permanecer abaixo do elemento indicativo do líquido isolante à 25°C.

5.5- BUCHAS TERMINAIS:

5.5.1- As buchas de alta tensão devem ser de acordo com o desenho RIOLUZ A4-1252-PD.

5.5.2- Deverão possuir um sistema de travamento que impeça a rotação do condutor passante no interior do corpo isolante.

5.5.3- Deverão estar de acordo com as normas NBR-5437 e NBR-5438 da ABNT em sua mais recente revisão.

5.5.4- Os parafusos para fixação das flanges das buchas devem ser soldados externamente ao tanque do transformador, sem furar a chapa do tanque.



COMPANHIA MUNICIPAL DE ENERGIA E ILUMINAÇÃO-RIOLUZ

5.5.5- A disposição das buchas no transformador deve ser de acordo com os desenhos RIOLUZ A3-1249-PD e A3-1250-PD.

5.5.6- Para fins de projeto, matéria-prima, qualidade, ensaios e normas para a fabricação e demais pormenores não estabelecidos nesta especificação, devem ser obedecidas as normas seguintes aprovadas:

- a) ABNT : NBR-5034; NBR-5435; NBR-5437 e NBR-5438.
- b) ABNT: Norma para Ensaio de Buchas para Equipamentos Elétricos.

5.6- TERMINAIS:

Devem ser do tipo pressão, conforme a norma NBR-5437 da ABNT, e serem estanhados a fim de permitir a ligação de cabos de cobre ou alumínio de 8 a 2/0 AWG.

5.6.1- TERMINAL DE NEUTRO:

O condutor de neutro do enrolamento de baixa tensão deverá ser fixado à um terminal, idêntico ao dos terminais de B.T., solidamente ligado à parede do tanque em posição simétrica a estes, porém deles isolado eletricamente.

5.7- DIMENSÕES E PESO:

As dimensões dos transformadores montados com todos os acessórios e cheio de líquido isolante devem estar de acordo com as tabelas abaixo e os desenhos RIOLUZ A4-1249-PD e A4-1250-PD.

DIMENSÕES MÁXIMAS (mm)

KVA	COMPRIMENTO	LARGURA	ALTURA
1 Ø 10	900	800	1200
1 Ø 25	900	800	1200
3 Ø 15	750	1300	1300
3 Ø 30	750	1300	1300
3 Ø 45	750	1300	1300
3 Ø 75	950	1350	1300
3 Ø 112.5	950	1350	1300

5.8- ACESSÓRIOS:

5.8.1- Se houver acessórios fixados por meio de parafusos, estes não devem atravessar as paredes do tanque ou tampa.

5.8.2- DISPOSITIVO DE ATERRAMENTO:



COMPANHIA MUNICIPAL DE ENERGIA E ILUMINAÇÃO-RIOLUZ

Deve constar de um conector próprio para ligação de condutores de cobre ou alumínio, nas bitolas de 10 a 35 mm² preso na parte lateral do suporte de fixação do transformador por meio de um parafuso de rosca M12 x 1,75 NBR-9527, conforme desenho RIOLUZA4-1247-PD.

5.8.3- MEIOS DE SUSPENSÃO DO TRANSFORMADOR COMPLETAMENTE MONTADO:

Os transformadores devem possuir 2 (duas) alças ou ganchos, soldados na parede do tanque, com resistência, dimensões e formato adequados para o içamento e locomoção do transformador, completamente montado e com o líquido isolante, sem causar danos ao tanque e as buchas.

5.8.4- MEIOS DE SUSPENSÃO DA PARTE ATIVA:

A parte ativa do transformador deve ser provida de 2 (dois) ou mais olhais localizados na parte superior do núcleo, de tal forma que, quando da suspensão o conjunto permaneça na vertical.

5.8.5- SUPORTE PARA FIXAÇÃO AO POSTE:

Em número de 2 (dois), soldados ao tanque do transformador do lado das buchas de tensão inferior, conforme desenho RIOLUZ A4-1337-PD, de modo que suporte perfeitamente o peso do transformador e não dificulte a conexão dos cabos de B.T. em seus terminais.

5.8.6- DISPOSITIVOS PARA MUDANÇA DE TENSÕES:

5.8.6.1- PAINEL DE LIGAÇÕES:

Os transformadores devem ser providos de um painel de ligações, facilmente acessível pela abertura de inspeção e que possibilite a obtenção de todas as tensões sem necessidade de levantamento da parte ativa do transformador. Deve ser construído de material isolante apropriado, 10KV/mm, devendo todos os furos para passagem dos terminais sendo convenientemente embuchados com material isolante que não absorva o líquido isolante. Deve apresentar uma inclinação, de 20° a 30° graus de maneira a minimizar o acúmulo de impurezas em sua superfície, estar rigidamente preso no interior do tanque e permanentemente imerso no líquido isolante. Os números e letras devem ser marcados em relevo de maneira indelével, pintados com tinta que não afete ou seja afetada pelo líquido isolante e de cor tal que apresentem contraste com material do painel permitindo a leitura mesmo quando imerso no líquido isolante.

5.8.6.2- COMUTADOR DE DERIVAÇÕES:

Os transformadores podem, em substituição ao painel de ligações, ser providos de um comutador de derivações rotativo para a operação com o transformador desenergizado. Devendo ser em comando único, externo e instalado de forma a garantir a estanqueidade.



COMPANHIA MUNICIPAL DE ENERGIA E ILUMINAÇÃO-RIOLUZ

O comutador deverá ser conforme IEC 60214-1, devendo suportar no mínimo 300 operações contínuas sob temperatura mínima de 75 °C e pressão de 2 kgf/cm² em seu ensaio de durabilidade mecânica. Obedecendo a NRB 5440 no tange ao referido item.

5.9- ENROLAMENTO E ISOLAMENTOS:

5.9.1- Os enrolamentos e isolamentos devem ser projetados de maneira a resistir a todos os efeitos de tensão (à frequência de impulso) a que possam estar sujeitos durante a operação.

5.9.2- Os enrolamentos deverão ter isolamento total para terra.

5.9.3- Os materiais isolantes e compostos de impregnação não devem afetar nem serem afetados pelo líquido isolante, nem sofrerem deterioração indevida quando submetidos às temperaturas resultantes da operação normal do equipamento.

5.9.4- O fabricante deve mencionar a bitola dos fios, o número de espiras e o peso, para todos os enrolamentos.

5.9.5- Os fios devem estar de acordo com a norma NEMA MW 1.000, enquanto não houver norma nacional ou norma desta Sociedade a respeito, devendo o fabricante fornecer o certificado de aprovação dos mesmos, principalmente para os seguintes ensaios:

- Alongamento à ruptura;
- Flexibilidade e aderência;
- Continuidade da película de esmalte;
- Rigidez dielétrica.

5.10- NÚCLEO:

5.10.1- As chapas do núcleo devem ser presas no lugar por uma estrutura apropriada que sirva para centrar, firmar e retirar a parte ativa do tanque.

5.10.2- As chapas devem ser constituídas de aço silício de grão orientado, conforme a IEC-60404-8-7, ou metal amorfo, conforme as ASTM A900 e ASTM A0901.

5.10.3- O núcleo deve ser aterrado, por meio de um único ponto, à massa do transformador.

5.10.4- Não são permitidas culatras de madeira para prensagem do núcleo.

5.10.5- Todas as especificações do núcleo devem estar de acordo com a NBR 5440, em sua mais recente revisão.

5.11- LÍQUIDO ISOLANTE:

5.11.1- O líquido isolante, quando fornecido pelo fabricante, deve ser, a menos que especificado em contrário na ordem de compra, óleo mineral inibido (parafínico ou



COMPANHIA MUNICIPAL DE ENERGIA E ILUMINAÇÃO-RIOLUZ

naftênico), apresentando uma concentração de 0,33% em peso inibidor DPBC (2,6 diterciáriobutilparacresol).

5.11.2- As características do óleo devem obedecer à tabela VIII, anexa a esta especificação.

5.11.3- O emprego do líquido isolante, tendo as características definidas no item 5.11.2, não deve afetar qualquer garantia feita pelo fabricante do transformador, a menos que se possa provar que os inconvenientes do transformador tenham resultado do emprego do líquido.

5.12- VEDAÇÃO E GUARNIÇÕES:

5.12.1- Os materiais usados nas guarnições não devem afetar nem serem afetados pelo líquido isolante, bem como devem ser resistentes à ação da umidade e dos raios solares.

5.12.2- As gaxetas das tampas, principalmente de inspeção, devem ser do tipo " O-RING" e dureza SHORE à 65 ± 5 .

5.12.3 – A estanqueidade do transformador deverá ser garantida conforme normas NBR 5440 e 5356-1.

5.12.4- As gaxetas das buchas devem ser neoprene, dureza SHORE A 70 mais ou menos 5.

5.12.5- Todas as gaxetas utilizadas nos transformadores devem estar de acordo com as normas da ABNT, e, para fins de aprovação dos transformadores, o fabricante deve fornecer o certificado de ensaio das gaxetas utilizadas.

5.13- PLACA DE IDENTIFICAÇÃO:

5.13.1- Deve ser de alumínio anodizado, de formato A6 (105mm x 148mm), com espessura mínima de 0,8mm e com caracteres de altura mínima de 2mm.

5.13.2- Deverão ser localizadas no corpo do tanque do lado de B.T., de modo a permitir a leitura dos dados com o transformador instalado.

5.13.3- Os símbolos da placa devem obedecer ao sistema legal de unidades e medidas em vigor.

5.13.4- O número da série pode ser marcado de modo permanente na parte ativa e estampado no tanque e tampa principal do transformador.

5.13.5- A placa de identificação deve conter no mínimo as seguintes informações:

a) A palavra "TRANSFORMADOR";



COMPANHIA MUNICIPAL DE ENERGIA E ILUMINAÇÃO-RIOLUZ

- b) Nome do fabricante e ano de fabricação;
- c) Número da série de fabricação;
- d) Designação e data da especificação ABNT;
- e) Tipo (do fabricante);
- f) Número de fases;
- g) Potência nominal, em quilo volts-ampère e o respectivo tipo detransformador quanto ao meio refrigerante e ao processo deresfriamento;
- h) Diagrama de ligações, contando as informações necessárias para aligação de todas as derivações do transformador.
- i) Frequência nominal;
- j) Elevação de temperatura dos enrolamentos acima do meio refrigerante;
- k) Polaridade (para transformadores monofásicos) ou diagrama fasorial (para transformadores trifásicos);
- l) Tensão de curto-circuito, referida 75°C, à potência nominal, à frequêncianominal e relação máxima de transformação do transformador;
- m) Tipo de líquido isolante e quantidade necessária, em litros;
- n) Massa total aproximada, em quilogramas;
- o) Níveis de isolamento;
- p) Número de litros de instruções, fornecido pelo fabricante junto aotransformador;
- q) Número de patentes ou privilégios de fabricação (se houverem);
- r) Qualquer outra informação julgada necessária pela norma NBR-5440 em sua mais recente revisão.

5.13.6- A placa deve ser fixada através de rebites em um dispositivo próprio, soldado aotanque (nunca aos radiadores), de forma a permitir o seu afastamento de no mínimo20mm da parede do tanque.

5.14- ACABAMENTO E LIMPEZA:

5.14.1- O tanque e suas partes devem receber um tratamento que lhes confira umaproteção eficiente contra corrosão, transporte, luz do sol, chuva forte e a deterioração emoperação ao tempo. Qualquer que seja o tratamento, a chapa deve ser perfeitamente limpapor jato de areia ou outro método igualmente eficaz, não se aceitando, entretanto, alimpeza por meio de escova de aço.

5.14.2- As superfícies internas do tanque e tampas devem ser protegidas contra corrosão,preferivelmente pela aplicação de tinta ou verniz. Nos casos onde as superfíciesinteriores, abaixo do nível do óleo frio, sejam complexas e não facilmente pintáveis,aceita-se um tratamento à óleo.

5.14.3- As tintas e vernizes usados não devem afetar e nem serem afetados pelo líquidoisolante e devem resistir às condições normais de funcionamento do transformador.



COMPANHIA MUNICIPAL DE ENERGIA E ILUMINAÇÃO-RIOLUZ

5.14.4- No que se refere à pintura e acabamento esta deverá seguir o seguinte método :

5.14.4.1- PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE:

Jateamento abrasivo ao metal quase branco, padrão visual SA 2 1/2 da Norma SIS 505 - 5900, após remoção dos ácidos graxos.

5.14.4.2- PINTURA DE FUNDO:

Deverá ser com tinta à base de epóxi poliamida (primer) com espessura média de 60micra. (pigmentos básicos de fosfato de zinco e óxido de ferro).

5.14.4.3- PINTURA DE ACABAMENTO:

Deverá ser aplicada tinta de base antiferruginosa seguida de tinta compatível, na cor cinza-claro, padrão Munsel N 6.5, perfazendo uma espessura seca total mínima de 120 micra. Podendo ser substituídas por tinta de dupla função ou por processo eletrostático.

5.14.5- As ferragens externas (porcas, parafusos, etc.) devem ser galvanizadas a quente,devendo resistir a seis imersões no ensaio de "PREECE", conforme a NBR-7400 daABNT em sua mais recente revisão.

6.0- INSPEÇÃO E ENSAIOS:

6.1- INSPEÇÃO:

Os transformadores fornecidos segundo esta especificação estão sujeitos a inspeção e ensaios pela RIOLUZ.

6.1.1- A inspeção e os ensaios são feitos na fábrica e o inspetor deve ter acesso durante as horas de serviço a todos os departamentos onde o equipamento é fabricado.

6.1.2- Compete ao fabricante proporcionar, as suas expensas, os meios adequados, inclusive o pessoal auxiliar, para inspeção e os ensaios exigidos nesta especificação.

6.1.3- O fabricante deve enviar à RIOLUZ dentro de 15 (quinze) dias após o recebimento do contrato de ordem de compra, três vias dos modelos dos formulários a serem preenchidos durante os ensaios. Logo após os ensaios deve ser entregue ao inspetor, cópia do formulário preenchido durante os ensaios devidamente rubricado pelo encarregado do ensaio e do inspetor.

6.2- ENSAIOS:

6.2.1- ENSAIOS DE TIPO:

Antes da fabricação de qualquer novo tipo de transformador de distribuição, o fabricante deve comprovar por ensaios de tipo que o transformador satisfaz esta especificação.

6.2.1.1- São ensaios de tipo os seguintes:



COMPANHIA MUNICIPAL DE ENERGIA E ILUMINAÇÃO-RIOLUZ

- a) Resistência ôhmica dos enrolamentos B.T. e A.T., para derivação correspondente à tensão de garantia;
- b) Resistência de Isolamento;
- c) Verificação de relação de tensões de todas as derivações;
- d) Verificações vetoriais;
- e) Verificações de polaridade;
- f) Perdas em vazio e corrente de excitação;
- g) Perdas em curto-circuito e tensão de curto-circuito para derivação de garantia;
- h) Tensão aplicada ao dielétrico;
- i) Tensão induzida;
- j) Impulso de Tensão;
- k) Elevação de temperatura;
- l) Fator de potência de isolamento;
- m) Nível de ruído;
- n) Estanqueidade e resistência à pressão.

6.2.1.2- ALTERAÇÃO DE TIPO:

A RIOLUZ deverá ser avisada sobre qualquer alteração planejada pelos fornecedores na fabricação dos transformadores, sendo necessário, neste caso, novos ensaios de tipo, aprovados por esta companhia, para iniciar-se a respectiva produção.

6.2.2- ENSAIOS DE ROTINA (OU RECEBIMENTO):

6.2.2.1- No recebimento dos transformadores, que devem estar completamente montados, devem ser realizados, na fábrica do fornecedor e as suas expensas, os ensaios descritos nas alíneas "a" à "i" inclusive, do item 6.2.1.1.

6.2.2.2- Amostragem para ensaios de rotina:

Os ensaios especificados nas alíneas "a" a "i" do item 6.2.1.1. devem ser realizados em todos os transformadores do lote de inspeção. O número de amostras para ensaio de impulso, dado um lote de inspeção, é fornecido pela tabela II anexa a esta especificação. O Ensaio de elevação de temperatura deve ser feito em 1 (um) transformador do lote de inspeção.

6.2.3- RELATÓRIO DOS ENSAIOS:

6.2.3.1- RELATÓRIO PARA ENSAIOS DE TIPO:

O relatório de ensaios deve conter os seguintes dados:

- a) Número e item da OFOR;
- b) Número de ordem interna do fabricante, se houver;
- c) Os valores obtidos nos ensaios descritos no item 6.2.1.1;
- d) Regulação (calculada no transformador p/ qual ela é maior);



COMPANHIA MUNICIPAL DE ENERGIA E ILUMINAÇÃO-RIOLUZ

- e) Número do desenho de contorno;
- f) Número dos desenhos das buchas primárias e secundárias;
- g) Número do desenho das placas de identificação e diagramática;
- h) Volume e peso do óleo;
- i) Peso da parte ativa;
- j) Peso total;
- k) Bitola dos fios, número de espiras e o peso para todos enrolamentos.

O fabricante deve expedir dentro de um prazo de uma semana após os ensaios 3 (três) cópias do relatório dos ensaios de tipo. No seu próprio interesse, o fabricante não deve iniciar nenhuma produção em larga escala, até que o relatório de ensaio de tipo tenha sido aprovado pela RIOLUZ.

6.2.3.2- RELATÓRIO PARA ENSAIOS DE ROTINA:

O relatório de ensaios deve conter os seguintes dados:

- a) Número e item da encomenda;
- b) Número de ordem interna do fabricante;
- c) Os valores obtidos nos ensaios descritos nas alíneas "a" à "I" do item 6.2.1.1.

O fabricante deve fornecer à compradora, 3 (três) vias dos relatórios de ensaio.

7.0- ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO:

7.1- CONDIÇÕES DE ACEITAÇÃO DO TIPO:

O tipo é aceito quando todos os resultados dos ensaios citados nas alíneas do item 6.2.1.1. são satisfatórias.

7.2- CONDIÇÕES DE ACEITAÇÃO OU REJEIÇÃO NOS ENSAIOS DE ROTINA (RECEBIMENTO):

7.2.1- CONDIÇÕES DE ACEITAÇÃO PARA CADA TRANSFORMADOR DO LOTE DE INSPEÇÃO.

7.2.1.1- INSPEÇÃO VISUAL:

Aceita-se o transformador se este apresentar aspecto satisfatório e estiver de acordo com os desenhos verificados, desde que estes não contrariem as dimensões máximas e mínimas contidas nos desenhos padres, desta especificação.

7.2.1.2- MATERIAL:

Aceita-se o transformador se o material empregado for da qualidade exigida por esta especificação.

7.2.1.3- VALORES DE GARANTIA:



COMPANHIA MUNICIPAL DE ENERGIA E ILUMINAÇÃO-RIOLUZ

Quando os valores obtidos nos ensaios das alíneas "f" e "g" do item 6.2.1.1. satisfazem as garantias feitas pelo fabricante em sua oferta, sujeitas às tolerâncias estabelecidas na especificação NBR-5356 -1 a 11 em sua mais recente revisão.

7.2.1.4- ENSAIOS:

Quando não apresenta falhas nos ensaios do item 6.2.1.1., alíneas "a" e "e", inclusive, e alíneas "h" a "j" inclusive.

7.2.2- CONDIÇÕES DE ACEITAÇÃO OU REJEIÇÃO DO LOTE DE INSPEÇÃO:

7.2.2.1- VALORES DE GARANTIA:

Aceita-se o lote de transformadores quando a média aritmética dos valores encontrados nos ensaios descritos nas alíneas "f" e "g" do item 6.2.1.1. estão dentro dos limites exigidos nesta especificação (sem nenhuma tolerância).

7.2.2.2- ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA:

Caso o resultado do ensaio não satisfaça o item 4.5., todo o lote é rejeitado.

7.2.2.3- IMPULSO:

Aceita-se o lote de transformadores quando as condições da Tabela VII, anexa a esta especificação, são satisfeitas. Havendo falha na segunda amostragem, os transformadores sob inspeção são definitivamente rejeitados, a menos que o fabricante realize o ensaio de impulso em cada transformador, quando a aceitação ou rejeição se fará individualmente.

Todo transformador que apresentar qualquer falha nos ensaios será rejeitado automaticamente.

8.0- MÉTODO DE ENSAIO:

8.1- OBJETIVO:

Este método fixa os procedimentos de ensaios em transformadores de distribuição aérea a serem fornecidos à RIOLUZ.

Os ensaios descritos nesta especificação devem ser realizados de acordo com o Método de Ensaio NBR-5356 da ABNT, em sua mais recente revisão.

9.0- CONDIÇÕES ESPECÍFICAS PARA O FORNECIMENTO DO MATERIAL:

9.1- TRANSPORTE ACONDICIONADO:

Será necessário o acondicionamento em caixotes robustos de madeira ou equivalente.

9.2- SEGURANÇA DE TRANSPORTE:

O transporte acondicionado deverá ser realizado de modo a proteger satisfatoriamente todo o equipamento contra corrosão, umidade, quebra ou danos devido ao manuseio inerente ao tipo de transporte escolhido. Para avaliar se o transporte foi satisfatório, levar-se-á em consideração o bom estado do equipamento à sua chegada ao ponto de destino.



COMPANHIA MUNICIPAL DE ENERGIA E ILUMINAÇÃO-RIOLUZ

Os transformadores deverão ser embarcados inteiramente montados e cheios de óleoisolante mineral, (parafínico ou naftênico) conforme a classe de tensão, salvo indicação em contrário por parte da RIOLUZ.

9.3- OBRIGAÇÕES DO FABRICANTE:

Cabe ao fabricante, prover: o acondicionamento do tipo aprovado pela RIOLUZ; as medidas de segurança para o transporte e o seguro sobre o transporte, quando exigidos pelas autoridades. O fabricante ficará responsável pela entrega do equipamento no ponto de destino, em perfeito estado.

9.4- DERIVAÇÃO (INDICADA PARA O TRANSPORTE):

Salvo indicação em contrário por parte da RIOLUZ, os transformadores deverão ser enviados com a ligação primária na derivação de 13.800 V.

9.5- ENTREGA DO MATERIAL:

O material, objeto desta especificação, poderá ser entregue parceladamente, dentro de um prazo preestabelecido.

9.6- LOCAL DA ENTREGA:

Todo o material deverá ser entregue no almoxarifado da Companhia Municipal de Energia e Iluminação RIOLUZ, na Rua João Torquato, 117 - Bonsucesso, Rio de Janeiro.

COMPANHIA MUNICIPAL DE ENERGIA E ILUMINAÇÃO-RIOLUZ

TABELA I – Valores de perdas, correntes de excitação e tensões de curto-circuito para transformadores trifásicos com tensões nominais de 15 kV

Potência do transformador kVA	Eficiência	Perda em vazio	Perda total	Rendimento mínimo C=0,5 e FP=0,92	Corrente de excitação	Tensão de curto-circuito
	Nível	W	W	%	%	%
15	A	45	265	98,57	4	3,5
	B	50	290	98,43		
	C	60	330	98,19		
	D	75	370	97,89		
	E	85	410	97,65		
30	A	75	445	98,80	3,6	
	B	90	495	98,63		
	C	110	560	98,41		
	D	130	630	98,19		
	E	150	695	97,97		
45	A	100	610	98,91	3,2	
	B	115	670	98,79		
	C	140	760	98,59		
	D	170	855	98,38		
	E	195	945	98,19		
75	A	150	895	99,03	2,7	
	B	175	990	98,91		
	C	215	1 125	98,73		
	D	255	1 260	98,55		
	E	295	1 395	98,37		
112,5	A	195	1 210	99,14	2,5	
	B	230	1 340	99,03		
	C	285	1 525	98,86		
	D	335	1 705	98,71		
	E	390	1 890	98,54		
150	A	245	1 500	99,20	2,3	
	B	285	1 655	99,10		
	C	350	1 880	98,95		
	D	420	2 110	98,79		
	E	485	2 335	98,65		
225	A	330	2 100	99,26	2,1	
	B	380	2 315	99,17		
	C	470	2 630	99,03		
	D	560	2 945	98,90		
	E	650	3 260	98,76		
300	A	410	2 610	99,31	1,9	
	B	475	2 885	99,23		
	C	585	3 275	99,10		
	D	700	3 670	98,97		
	E	810	4 060	98,84		

COMPANHIA MUNICIPAL DE ENERGIA E ILUMINAÇÃO-RIOLUZ

TABELA II – Valores de perdas, correntes de excitação e tensões de curto-circuito para transformadores trifásicos com tensões nominais de 24,2 kV

Potência do transformador kVA	Eficiência	Perda em vazio	Perda total	Rendimento mínimo C=0,5 e FP=0,92	Corrente de excitação	Tensão de curto-circuito
	Nível	W	W	%	%	%
15	A	50	280	98,47	4,8	4,0
	B	55	305	98,33		
	C	70	350	98,01		
	D	80	390	97,77		
	E	95	470	97,34		
30	A	85	475	98,69	4,2	
	B	95	520	98,56		
	C	115	590	98,33		
	D	140	665	98,07		
	E	160	790	97,75		
45	A	110	645	98,84	3,6	
	B	130	720	98,68		
	C	155	815	98,48		
	D	185	910	98,26		
	E	215	1 055	97,99		
75	A	160	955	98,97	3,2	
	B	185	1 055	98,85		
	C	230	1 200	98,65		
	D	270	1 345	98,46		
	E	315	1 550	98,22		
112,5	A	220	1 270	99,08	2,8	
	B	255	1 405	98,96		
	C	310	1 595	98,79		
	D	370	1 785	98,62		
	E	425	2 085	98,40		
150	A	270	1 605	99,13	2,6	
	B	310	1 770	99,03		
	C	380	2 010	98,87		
	D	450	2 250	98,71		
	E	520	2 610	98,51		
225	A	370	2 200	99,21	2,4	
	B	430	2 435	99,11		
	C	530	2 770	98,96		
	D	625	3 095	98,81		
	E	725	3 605	98,62		
300	A	435	2 740	99,27	2,1	
	B	505	3 030	99,18		
	C	620	3 440	99,05		
	D	735	3 845	98,92		
	E	850	4 400	98,76		

COMPANHIA MUNICIPAL DE ENERGIA E ILUMINAÇÃO-RIOLUZ

TABELA III – Valores de perdas, correntes de excitação e tensões de curto-circuito para transformadores trifásicos com tensões nominais de 36,2 kV

Potência do transformador kVA	Eficiência	Perda em vazio	Perda total	Rendimento mínimo C=0,5 e FP=0,92	Corrente de excitação	Tensão de curto-circuito
	Nível	W	W	%	%	%
15	A	55	300	98,34	5,0	4,0
	B	65	330	98,13		
	C	75	375	97,87		
	D	90	420	97,56		
	E	100	460	97,32		
30	A	90	500	98,62	4,4	
	B	105	555	98,45		
	C	125	630	98,21		
	D	145	700	97,99		
	E	165	775	97,75		
45	A	125	695	98,72	3,8	
	B	145	770	98,57		
	C	175	875	98,34		
	D	200	970	98,14		
	E	230	1 075	97,91		
75	A	175	1 025	98,89	3,4	
	B	200	1 135	98,76		
	C	240	1 285	98,57		
	D	280	1 430	98,38		
	E	320	1 580	98,19		
112,5	A	240	1 335	99,02	3,0	
	B	275	1 470	98,90		
	C	330	1 665	98,73		
	D	385	1 860	98,56		
	E	440	2 055	98,40		
150	A	295	1 720	99,06	2,8	
	B	340	1 895	98,95		
	C	405	2 145	98,80		
	D	475	2 395	98,63		
	E	540	2 640	98,48		
225	A	410	2 340	99,15	2,5	
	B	470	2 585	99,04		
	C	565	2 925	98,90		
	D	655	3 260	98,75		
	E	750	3 600	98,61		
300	A	495	2 900	99,21	2,2	
	B	565	3 195	99,12		
	C	675	3 615	98,99		
	D	790	4 035	98,85		
	E	900	4 450	98,72		



COMPANHIA MUNICIPAL DE ENERGIA E ILUMINAÇÃO-RIOLUZ

TABELA IV – Valores de perdas, correntes de excitação e tensões de curto-circuito para transformadores monofásicos com tensões nominais de 15 kV

Potência do transformador kVA	Eficiência	Perda em vazio	Perda total	Rendimento mínimo C=0,5 e FP=0,92	Corrente de excitação	Tensão de curto-circuito
	Nível	W	W	%	%	%
5	A	15	85	98,61	3,4	2,5
	B	20	100	98,29		
	C	25	110	98,03		
	D	30	125	97,72		
	E	35	140	97,41		
10	A	30	160	98,66	2,7	
	B	35	180	98,47		
	C	40	200	98,29		
	D	45	225	98,08		
	E	50	245	97,90		
15	A	40	215	98,80	2,4	
	B	45	240	98,66		
	C	50	270	98,50		
	D	60	300	98,29		
	E	65	330	98,13		
25	A	55	310	98,98	2,2	
	B	65	355	98,82		
	C	70	395	98,70		
	D	80	435	98,55		
	E	90	480	98,40		
37,5	A	80	425	99,05	2,1	
	B	95	490	98,89		
	C	110	550	98,74		
	D	120	605	98,62		
	E	135	665	98,47		
50	A	100	505	99,13	2,0	
	B	115	570	99,02		
	C	130	640	98,89		
	D	150	710	98,75		
	E	165	780	98,63		
75	A	125	720	99,21	1,9	
	B	145	815	99,10		
	C	165	915	98,99		
	D	185	1 010	98,88		
	E	205	1 110	98,77		
100	A	155	935	99,24	1,8	
	B	180	1 060	99,14		
	C	205	1 190	99,03		
	D	230	1 315	98,92		
	E	255	1 445	98,81		

COMPANHIA MUNICIPAL DE ENERGIA E ILUMINAÇÃO-RIOLUZ

TABELA V – Valores de perdas, correntes de excitação e tensões de curto-circuito para transformadores monofásicos com tensões nominais de 24,2 kV

Potência do transformador kVA	Eficiência	Perda em vazio	Perda total	Rendimento mínimo C=0,5 e FP=0,92	Corrente de excitação	Tensão de curto-circuito
	Nível	W	W	%	%	%
5	A	25	100	98,13	3,8	2,5
	B	30	115	97,82		
	C	30	125	97,72		
	D	35	140	97,41		
	E	40	155	97,10		
10	A	35	175	98,50	3,3	
	B	40	195	98,32		
	C	45	220	98,11		
	D	50	240	97,92		
	E	55	265	97,72		
15	A	45	235	98,68	3,0	
	B	55	270	98,45		
	C	60	300	98,29		
	D	70	335	98,06		
	E	75	365	97,91		
25	A	60	335	98,89	2,8	
	B	70	385	98,72		
	C	80	430	98,56		
	D	90	475	98,41		
	E	100	520	98,25		
37,5	A	85	470	98,96	2,7	
	B	100	530	98,81		
	C	115	595	98,66		
	D	130	660	98,50		
	E	145	740	98,33		
50	A	115	600	98,98	2,6	
	B	135	685	98,83		
	C	150	760	98,70		
	D	170	845	98,55		
	E	190	925	98,40		
75	A	135	785	99,15	2,0	
	B	160	895	99,01		
	C	180	1 000	98,90		
	D	205	1 105	98,77		
	E	225	1 210	98,65		
100	A	165	960	99,22	1,4	
	B	195	1 095	99,10		
	C	220	1 220	98,99		
	D	250	1 355	98,87		
	E	275	1 495	98,75		

COMPANHIA MUNICIPAL DE ENERGIA E ILUMINAÇÃO-RIOLUZ

TABELA VI – Valores de perdas, correntes de excitação e tensões de curto-circuito para transformadores monofásicos com tensões nominais de 36,2 kV

Potência do transformador kVA	Eficiência	Perda em vazio	Perda total	Rendimento mínimo C=0,5 e FP=0,92	Corrente de excitação	Tensão de curto-circuito
	Nível	W	W	%	%	%
5	A	30	110	97,87	4,1	3,0
	B	35	125	97,56		
	C	35	130	97,51		
	D	40	145	97,20		
	E	45	160	96,89		
10	A	40	185	98,37	3,5	
	B	45	205	98,19		
	C	50	225	98,00		
	D	55	250	97,79		
	E	60	270	97,61		
15	A	50	255	98,55	3,2	
	B	60	290	98,33		
	C	65	320	98,17		
	D	75	350	97,96		
	E	80	380	97,80		
25	A	65	370	98,79	3,0	
	B	75	415	98,63		
	C	85	455	98,48		
	D	95	500	98,32		
	E	105	545	98,16		
37,5	A	95	500	98,88	2,8	
	B	110	565	98,72		
	C	120	620	98,60		
	D	135	680	98,45		
	E	150	740	98,30		
50	A	125	630	98,92	2,6	
	B	145	710	98,77		
	C	165	785	98,63		
	D	180	860	98,50		
	E	200	935	98,36		
75	A	150	830	99,08	2,0	
	B	175	930	98,96		
	C	195	1 025	98,85		
	D	220	1 130	98,72		
	E	240	1 225	98,61		
100	A	175	1 015	99,17	1,4	
	B	200	1 135	99,07		
	C	230	1 255	98,95		
	D	255	1 375	98,85		
	E	280	1 480	98,75		



COMPANHIA MUNICIPAL DE ENERGIA E ILUMINAÇÃO-RIOLUZ

TABELA VII - PLANO DE AMOSTRAGEM PARA O ENSAIO EM UM LOTE DE TRANSFORMADORES AÉREOS:

Número de Transformadores do Lote	1ª Formação			2ª Formação		
	Transf. Ensaiaados	Ac1	Re1	Transf. Ensaiaados	Ac2	Re2
2 a 15	2	0	1	-	-	-
16 a 25	3	0	1	-	-	-
26 a 50	5	0	1	-	-	-
51 a 90	8	0	1	-	-	-
91 a 150	13	0	2	13	1	2
151 a 280	20	0	2	20	1	2
281 a 500	32	0	3	32	3	4
501 a 1200	50	1	4	50	4	5

Ac1- Número máximo de transformadores reprovados que permite a aceitação do lote.

Re1- Número mínimo de transformadores reprovados, que obriga a rejeição do lote.

Ac2- Número máximo de transformadores reprovados, encontrados nas duas amostras, que permite a aceitação do lote.

Re2- Número mínimo de transformadores reprovados encontrados nas duas amostras, que obriga a rejeição do lote.

NOTAS:

- a) Se o n.º de transformadores reprovados na amostra for maior que Ac1 e menor que Re1 formar uma segunda amostra.
- b) Qualquer transformador reprovado que faça parte do lote aceito deve ser excluído do mesmo.
- c) Entende-se por transformador reprovado aquele que não confirmou o resultado do ensaio.



COMPANHIA MUNICIPAL DE ENERGIA E ILUMINAÇÃO-RIOLUZ

TABELA VIII - CARACTERÍSTICAS DE ÓLEO ISOLANTE NOVO, BASE PARAFÍNICA, ANTES DE QUALQUER CONTATO COM O EQUIPAMENTO CAMPO DE APLICAÇÃO:

Recebimento de óleo mineral isolante de base parafínica ou naftênica, isento de aditivos, para transformadores e equipamento de manobra.

CARACTERÍSTICAS	MÉTODO	UNIDADE	VALORES GARANTIDOS				
			ÓLEO APÓS TRATAMENTO				
			TIPO A LIMITES		TIPO B LIMITES		
			MÍNIMO	MÁXIMO	MÍNIMO	MÁXIMO	
APARÊNCIA	VISUAL	-	O ÓLEO DEVE SER CLARO, LÍMPIDO, ISENTO DE MATÉRIAS EM SUSPENSÃO OU SEDIMENTADAS		O ÓLEO DEVE SER CLARO, LÍMPIDO, ISENTO DE MATÉRIAS EM SUSPENSÃO OU SEDIMENTADAS		
DENSIDADE 20/4° C	NBR-7148	-	0,861	0,900	-	0,860	
VISCOSIDADE CINEMÁTICA	NBR - 10441	cSt	-	A 20° C	25,0	-	25,0
				A 40° C	11,0		12,0
				A 100° C	3,0		3,0
PONTO DE FULGOR	NBR - 11341	°C	140	-	140	-	
PONTO DE FLUIDEZ	NBR - 11349	°C	-	-39	-	-12	
ÍNDICE DE NEUTRALIZAÇÃO (IAT)	NBR - 14248	mg KOH/g	-	0,03	-	0,03	
TENSÃO INTERFACIAL A 25° C	NBR-6234	mN/m	40	-	40	-	
COR ASTM	NBR 14483	-	-	1,0	-	1,0	
TEOR DE ÁGUA	NBR - 10710	mg/kg (ppm)	-	35	-	35	
CLORETOS	NBR - 5779	-	AUSENTE		-		
SULFATOS	NBR - 5779	-	AUSENTE		-		
PCB (bifenilapoliclorada)	NBR 13882B	mg/kg (ppm)	NÃO DECTÁVEL				
ENXOFRE	NBR - 10505	-	NÃO CORROSIVO				
RIGIDEZ DIELETRICA	NBR-6869*	kV	30	-	30	-	
FATOR DE PERDAS DIELETRICAS A 100° C	NBR - 12133	-	-	0,50	-	0,50	
ESTABILIDADE À OXIDAÇÃO	ASTM D 2112	minutos	195	-	195	-	



COMPANHIA MUNICIPAL DE ENERGIA E ILUMINAÇÃO-RIOLUZ

NOTAS:

I. Antes do fornecimento de um novo tipo de óleo ou básico de procedência diferente o fornecedor de subprodutos de petróleo deve apresentar junto a uma amostra de 5 litros, um certificado contendo as seguintes informações:

- 1) Resultado de todos os ensaios TABELA, cima.
- 2) Composição percentual dos hidrocarbonetos parafínicos, naftênicos e aromáticos.

II - (*) Métodos dos eletrodos de disco.

10- Esta especificação é composta de 29 páginas e 07(sete) desenhos conforme relação a seguir:

DESENHO FOLHA REVISÃO DATA

A4-1247-PD 01/01 00 25/04/79
A4-1249-PD 01/01 04 08/11/95
A4-1250-PD 01/01 04 08/11/95
A4-1252-PD 01/01 01 17/01/80
A4-1336-PD 01/01 00 11/03/80
A4-1337-PD 01/01 01 08/11/95
A4-1871-PD 01/01 01 30/01/96

11-Esta especificação teve as seguintes emissões:

Emissão 01 - 02/05/79
Emissão 02 - 05/02/80
Emissão 03 - 25/08/81
Emissão 04 - 28/12/89
Emissão 05 - 30/11/93
Emissão 06 - 05/12/94
Emissão 07 - 14/02/96