

Óleos minerais isolantes (OMI)

ESA | DENG | NRM-495 | 2024

Especificação Técnica Unificada

ETU - 189.1

Versão 1.0 - Novembro / 2024



Apresentação

Nesta Especificação Técnica são apresentadas as diretrizes necessárias para padronizar as características e requisitos mínimos mecânicos e elétricos exigidos para o fornecimento de fornecimento de óleos isolantes (OI), tipo mineral (OMI), para equipamentos dos sistemas de distribuição, em classe de tensão até 145 kV, nas concessionárias de distribuição do grupo Energisa S.A.

Para tanto, foram consideradas as especificações e padrões de materiais em referência, definidos nas Normas Brasileiras (NBR) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), ou em outras normas internacionais reconhecidas, acrescidos das modificações embasadas nos resultados de desempenho desses materiais nas empresas do grupo Energisa.

Cópias ou impressões parciais ou totais deste documento não são controladas.

A presente revisão desta Especificação Técnica é a versão 1.0, datada de novembro de 2024.

Cataguases - MG., Novembro de 2024

GTD - Gerência Técnica de Distribuição

Esta Especificação Técnica, bem como as alterações, poderá ser acessada através do código abaixo:





Equipe técnica de revisão da ETU-189.1 (versão 1.0)

Ricardo Campos Rios

Grupo Energisa

Ricardo Machado de Moraes

Grupo Energisa

Gilberto Teixeira Carrera

Grupo Energisa

Tercius Cassius Melo de Moraes

Grupo Energisa



Aprovação técnica

Ademálio de Assis Cordeiro

Grupo Energisa

Fernando Espíndula Corradi

Energisa Rondônia (ERO)

Alberto Alves Cunha

Energisa Tocantins (ETO)

Guilherme Damiance Souza

Energisa Sul-Sudeste (ESS)

Antônio Maurício de Matos Gonçalves

Energisa Acre (EAC)

Ricardo Langone Marques

Dir. Suprimentos Logística

Erika Ferrari Cunha

Energisa Sergipe (ESE)

Rodolfo Acialdi Pinheiro

Energisa Minas-Rio (EMR)

Fabio Lancelotti

Energisa Paraíba (EPB)

Rodrigo Brandão Fraiha

Energisa Mato Grosso do Sul (EMS)

Fabício Sampaio Medeiros

Energisa Mato Grosso (EMT)

Sumário

1	OBJETIVO.....	8
2	CAMPO DE APLICAÇÃO.....	8
3	OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS.....	8
4	REFERÊNCIAS NORMATIVAS	8
4.1	LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO FEDERAL	9
4.2	NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS	12
4.3	NORMA TÉCNICA INTERNACIONAIS	14
5	TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES	19
5.1	LÍQUIDOS ISOLANTES ELÉTRICOS.....	19
5.1.1	Óleo mineral isolante.....	19
5.2	BATELADA	20
5.3	BIFENILA POLICLORADA (PCB).....	20
5.4	REMESSA.....	20
5.5	TAMBOR	20
5.6	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	20
5.7	ENSAIOS DE TIPO	21
5.8	ENSAIOS ESPECIAIS	21
6	HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES.....	21
7	CONDIÇÕES GERAIS	22
7.1	CONDIÇÕES DO SERVIÇO	22
7.2	LINGUAGENS E UNIDADES DE MEDIDA	22
7.3	ACONDICIONAMENTO	22
7.4	MEIO AMBIENTE	24
7.5	EXPECTATIVA DE VIDA ÚTIL	26
7.6	GARANTIA	26
7.7	AVALIAÇÃO TÉCNICA DO MATERIAL	26
8	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS	27
8.1	MATERIAL.....	27
8.2	APARÊNCIA	27
9	INSPEÇÃO E ENSAIOS.....	28
9.1	GENERALIDADES.....	28
9.2	RELAÇÃO DE ENSAIOS.....	31
9.2.1	Ensaio de tipo (T).....	31
9.2.2	Ensaio de recebimento (RE).....	33

9.2.3	Ensaios de recebimento de campo (RC)	34
9.3	DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS.....	35
9.3.1	Inspeção geral	35
9.3.1.1	Ensaio de estanqueidade	36
9.3.1.2	Ensaio de compatibilidade da pintura interna dos tambores com o óleo	36
9.3.2	Inspeção visual	36
9.3.3	Ensaio de densidade (massa específica)	37
9.3.4	Ensaio de ponto de fluidez	37
9.3.5	Ensaio de viscosidade cinemática	37
9.3.6	Ensaio de ponto de fulgor.....	38
9.3.7	Ensaio de índice de neutralização (IAT)	38
9.3.8	Ensaio de teor de água	38
9.3.9	Ensaio de cloretos	39
9.3.10	Ensaio de teor de bifenilas policloradas (PCB)	39
9.3.11	Ensaio de carbono aromático	39
9.3.12	Ensaio de enxofre corrosivo	39
9.3.13	Ensaio de enxofre total	40
9.3.14	Ensaio de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos	40
9.3.15	Ensaio de fator de perdas dielétricas	40
9.3.16	Ensaio de rigidez dielétrica.....	40
9.3.16.1	Eletrodo de disco	40
9.3.16.2	Eletrodo de calota.....	41
9.3.17	Ensaio de rigidez dielétrica a impulso por eletrodos (agulha/esfera) .	41
9.3.18	Ensaio de tendência à evolução de gases	41
9.3.19	Ensaio de tensão interfacial	41
9.3.20	Ensaio de aditivo inibidor de oxidação Di-Butil-Paracresol (DBPC)	42
9.3.20.1	Óleo não inibido	42
9.3.20.2	Óleo inibido	42
9.3.21	Ensaio de estabilidade à oxidação.....	42
9.3.21.1	Óleo não inibido	42
9.3.21.2	Óleo inibido	42
9.3.22	Ensaio de determinação da estabilidade à oxidação pela bomba rotativa	43
9.3.23	Ensaio de determinação do conteúdo de partículas	43
9.3.24	Ensaio de resistividade	43
9.3.25	Ensaio de determinação do teor de dibenzil dissulfeto (DBDS)	43
9.3.26	Ensaio de teor de passivador	44
9.3.27	Ensaio de análise de gases dissolvidos (AGD).....	44
9.3.28	Ensaio de metais	44
9.3.29	Ensaio de sedimentos.....	44
9.4	RELATÓRIO DOS ENSAIOS	45

10	PLANOS DE AMOSTRAGEM	46
10.1	ENSAIO DE TIPO E RECEBIMENTO	46
10.2	ENSAIO DE ESTANQUEIDADE E COMPATIBILIDADE DA PINTURA	46
11	ACEITAÇÃO E REJEIÇÕES.....	46
11.1	ENSAIOS DE TIPO	46
11.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	46
11.2.1	Ensaio de compatibilidade da pintura interna dos tambores com o óleo 47	
11.2.2	Demais ensaios	47
12	NOTAS COMPLEMENTARES	47
13	HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO	48
14	VIGÊNCIA.....	48
15	TABELAS.....	49
	TABELA 1 - Óleo mineral isolante	49
	TABELA 2 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaios de recebimento	50
	TABELA 3 - Relação de ensaios.....	51
16	ANEXOS.....	53
	ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas	53
	ANEXO 2 - Quadro de desvios técnicos e exceções	56
	ANEXO 3 - Curvas “Temperatura x Fator de perdas dielétricas”	57

1 OBJETIVO

Esta Especificação Técnica estabelece os requisitos técnicos mínimos, tanto mecânicos quanto elétricos, exigidos para a fabricação, ensaios e recebimento de Óleos Isolantes (OI), de base mineral (OMI), tipo A (base naftênica) ou do tipo B (base parafínica), a serem usados no sistema de distribuição de energia da Energisa.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplica-se aos materiais novos, fornecidos em tambores, ou contidos em equipamentos, para utilização em transformadores em geral, reatores, reguladores e equipamentos de manobra, em classe de tensão até 145 kV, situado em áreas urbanas e rurais, previstas nas Normas Técnicas vigentes nas Empresas do Grupo Energisa.


3 OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS

Compete às áreas de planejamento, engenharia, patrimônio, suprimentos, elaboração de projetos, construção, ligação, combate a perdas, manutenção, linha viva e operação do sistema elétrico cumprir e fazer cumprir este instrumento normativo.

4 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Esta Especificação Técnica foi baseada no (s) seguinte (s) documento (s):

- Resolução Normativa ANP N.º 900, de 18/11/2022, Dispõe sobre as especificações dos óleos minerais isolantes tipo A e tipo B, de origem nacional ou importada, comercializados no território nacional
- IEC 60296, Fluids for electrotechnical applications - Mineral insulating oils for electrical equipment




Como forma de atender aos processos de fabricação, inspeção e ensaios, os óleos minerais isolantes devem satisfazer às exigências desta Especificação Técnica, bem como de todas as normas técnicas mencionadas abaixo.

4.1 Legislação e regulamentação federal

- Constituição da República Federativa do Brasil - Título VIII: Da Ordem Social - Capítulo VI: Do Meio Ambiente
- Lei Federal N.º 5.357, de 17/11/1967, Estabelece penalidades para embarcações e terminais marítimos ou fluviais que lançarem detritos ou óleo em águas brasileiras, e dá outras providências
- Lei Federal N.º 7.347, de 24/07/1985, Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico e dá outras providências
- Lei Federal N.º 9.605, de 12/02/1998, Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências
- Lei Federal N.º 9.966, de 28/04/2000, Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional. Ratifica que o descarte em águas brasileiras deve obedecer às condições previstas na Convenção promulgada pelo Decreto 87.566/82
- Lei Federal N.º 12.305, de 02/08/2010, Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei Federal N.º 9.605, de 12/02/1998; e dá outras providências
- Decreto Federal N.º 41.019, de 26/02/1957, Regulamenta os serviços de energia elétrica

- Decreto Federal N.º 73.080, de 05/11/1973, Altera o artigo 47, do Decreto Federal N.º 41.019, de 26/02/1957, que regulamenta os serviços de energia elétrica
- Decreto Federal N.º 96.044, de 18/05/1988, Regulamenta o transporte rodoviário de produtos perigosos, e dá outras providências
- Decreto Federal N.º 2.870, de 10/12/1998, Promulga a Convenção Internacional sobre Preparo, Resposta e Cooperação em Caso de Poluição por Óleo, assinada em Londres, em 30/11/1990
- Decreto Federal N.º 4.136, de 20/02/2002, Dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis às infrações às regras de prevenção, controle e fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional, prevista na Lei nº 9.966, de 28/04/2000, e dá outras providências
- Decreto Federal N.º 6.514, de 22/07/2008, Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências
- Decreto Legislativo N.º 43, de 29/05/1998, Aprova o texto da Convenção Internacional sobre Preparo, Resposta e Cooperação em Caso de Poluição por Óleo
- Decreto Legislativo N.º 204/2004, Aprova o texto da Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes, adotada, naquela cidade, em 22/05/2001
- Portaria Interministerial Nº 19, de 29/01/1981, Contaminação do meio ambiente por bifenis policlorados - PCBs (Askarel, Aroclor, Clophen, Phenoclor, Kanechlor etc.)

- 
- Portaria Interministerial N.º 775, de 28/04/2004, Proíbe a comercialização de produtos acabados que contenham “benzeno” em sua composição, admitindo, porém, alguns percentuais
 - Portaria Interministerial N.º 464 de 29/08/2007, Dispõe sobre a responsabilidade dos produtores e os importadores de óleo lubrificante acabado pela coleta de todo óleo lubrificante usado ou contaminado, ou alternativamente, pelo correspondente custeio da coleta efetivamente realizada, bem como sua destinação final de forma adequada
 - Resolução Normativa CONAMA N.º 1, de 23/01/1986, Dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA
 - Resolução Normativa CONAMA N.º 9, de 31/08/1993 - Óleos lubrificantes e resíduos
 - Resolução Normativa CONAMA N.º 23, de 12/12/1996, Controle de movimentos transfronteiriços de resíduos perigosos e seu depósito
 - Resolução Normativa CONAMA N.º 237, de 19/12/1997, Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente
 - Resolução Normativa CONAMA N.º 362, de 23/06/2005, Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado
 - Portaria Normativa ANTT N.º 204, de 20/05/1997, Baixa instruções complementares ao Decreto N.º 96.044 de 18.05.88 Resolução CONAMA N.º 237, de 22/12/1997 - Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente
 - Resolução Normativa ANTT N.º 420, de 12/02/2004, Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos, consolidada com as alterações introduzidas pelas Resoluções

Normativa N.º 701, de 25/08/2004; N.º 1.644, de 26/09/2006; N.º 2.657, de 15/04/2008; e N.º 2.975, de 18/12/2008

4.2 Normas técnicas brasileiras


- ABNT NBR 5456, Eletricidade geral - Terminologia
- ABNT NBR 5460, Sistemas elétricos de potência
- ABNT NBR 5779, Óleos minerais isolantes - Determinação qualitativa de cloretos e sulfatos inorgânicos
- ABNT NBR 6234, Óleo mineral isolante - Determinação da tensão interfacial de óleo-água pelo método do anel - Método de ensaio
- ABNT NBR 6869, Líquidos isolantes elétricos - Determinação da rigidez dielétrica (eletrodos de disco)
- ABNT NBR 7070, Amostragem de gases e óleo mineral isolantes de equipamentos elétricos e análise dos gases livres e dissolvidos
- ABNT NBR 7148, Petróleo e derivados de petróleo - Determinação da massa específica, densidade relativa e API - Método do densímetro
- ABNT NBR 7274, Interpretação da análise dos gases de transformadores em serviço
- ABNT NBR 8840, Amostragem de líquidos isolantes - Requisitos
- ABNT NBR 10441, Produtos de petróleo - Líquidos transparentes e opacos - Determinação da viscosidade cinemática e cálculo da viscosidade dinâmica
- ABNT NBR 10504, Óleo mineral isolante - Determinação da estabilidade à oxidação
- ABNT NBR 10505, Líquidos isolantes elétricos - Determinação de enxofre corrosivo


- ABNT NBR 10576, Óleo mineral isolante de equipamentos elétricos - Diretrizes para supervisão e manutenção
- ABNT NBR 10710, Líquido isolante elétrico - Determinação do teor de água
- ABNT NBR 11341, Derivados de petróleo - Determinação dos pontos de fulgor e de combustão em vaso aberto Cleveland
- ABNT NBR 11349, Produto de petróleo - Determinação do ponto de fluidez
- ABNT NBR 12133, Líquidos isolantes elétricos - Determinação do fator de perdas dielétricas e da permissividade relativa (constante dielétrica) - Método de ensaio
- ABNT NBR 12134, Óleo mineral isolante - Determinação do teor de 2,6-di-terciário-butil paracresol
- ABNT NBR 12135, Óleo mineral isolante inibido - Determinação da estabilidade à oxidação - Método de ensaio
- ABNT NBR 13882, Líquidos isolantes elétricos - Determinação do teor de bifenilas policloradas (PCB)
- ABNT NBR 14248, Produtos de petróleo - Determinação do número de acidez e de basicidade - Método do indicador
- ABNT NBR 14274, Óleo mineral isolante - Determinação da compatibilidade de materiais empregados em equipamentos elétricos
- ABNT NBR 14275, Líquidos isolantes elétricos - Determinação do conteúdo de partículas
- ABNT NBR 14483, Óleos lubrificantes, produtos de petróleo e biodiesel - Determinação do número de acidez pelo método de titulação potenciométrica
- ABNT NBR 15362, Óleo mineral isolante inibido - Determinação da estabilidade à oxidação pela bomba rotativa


- ABNT NBR 16270, Líquidos isolantes elétricos - Determinação do teor de passivador em óleo mineral isolante
- ABNT NBR 16412, Óleo mineral isolante - Determinação do teor de dibenzil dissulfeto por cromatografia em fase gasosa
- ABNT NBR 16446, Líquidos isolantes sintéticos à base de hidrocarbonetos aromáticos para equipamentos elétricos
- ABNT NBR IEC 60156, Líquidos isolantes - Determinação da rigidez dielétrica à frequência industrial - Método de ensaio

4.3 Norma técnica internacionais

- ASTM D92, Standard test method for flash and fire points by cleveland open cup tester
- ASTM D97, Standard test method for pour point of petroleum products
- ASTM D445, Standard test method for kinematic viscosity of transparent and opaque liquids (and calculation of dynamic viscosity)
- ASTM D878, Standard test method for inorganic chlorides and sulfates in insulating oils
- ASTM D877/D877M, Standard test method for dielectric breakdown voltage of insulating liquids using disk electrodes
- ASTM D924, Standard test method for dissipation factor (or power factor) and relative permittivity (dielectric constant) of electrical insulating liquids
- ASTM D971, Standard test method for interfacial tension of insulating liquids against water by the ring method
- ASTM D974, Standard test method for acid and base number by color-indicator titration

- 
- ASTM D1169, Standard test method for specific resistance (resistivity) of electrical insulating liquids
 - ASTM D1275, Standard test method for corrosive sulfur in electrical insulating liquids
 - ASTM D1298, Standard test method for density, relative density, or API gravity of crude petroleum and liquid petroleum products by hydrometer method
 - ASTM D1500, Standard test method for ASTM color of petroleum products (ASTM color scale)
 - ASTM D1533, Standard test method for water in insulating liquids by coulometric karl fischer titration
 - ASTM D2140, Standard practice for calculating carbon-type composition of insulating oils of petroleum origin
 - ASTM D2112, Standard test method for oxidation stability of inhibited mineral insulating oil by pressure vessel
 - ASTM D2300, Standard test method for gassing of electrical insulating liquids under electrical stress and ionization (modified pirelli method)
 - ASTM D2440, Standard test method for oxidation stability of mineral insulating oil
 - ASTM D2622, Standard test method for sulfur in petroleum products by wavelength dispersive x-ray fluorescence spectrometry
 - ASTM D2668, Standard test method for 2,6-di-tert-butyl- p-cresol and 2,6-di-tert-butyl phenol in electrical insulating oil by infrared absorption
 - ASTM D3300, Standard test method for dielectric breakdown voltage of insulating liquids under impulse conditions

- 
- ASTM D3455, Standard test methods for compatibility of construction material with electrical insulating oil of petroleum origin
 - ASTM D4059, Standard test method for analysis of polychlorinated biphenyls in insulating liquids by gas chromatography
 - ASTM D4294, Standard test method for sulfur in petroleum and petroleum products by energy dispersive x-ray fluorescence spectrometry
 - ASTM D6786, Standard test method for particle count in mineral insulating oil using automatic optical particle counters
 - ASTM D7151, Standard test method for determination of elements in insulating oils by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (ICP-AES)
 - IEC 60156, Insulating liquids - Determination of the breakdown voltage at power frequency - Test method
 - IEC 60247, Insulating liquids - Measurement of relative permittivity, dielectric dissipation factor (tan d) and d.c. resistivity
 - IEC 60422, Mineral insulating oils in electrical equipment - Supervision and maintenance guidance
 - IEC 60475, Method of sampling insulating liquids
 - IEC 60567, Oil-filled electrical equipment - Sampling of free gases and analysis of free and dissolved gases in mineral oils and other insulating liquids - Guidance
 - IEC 60599, Mineral oil-filled electrical equipment in service - Guidance on the interpretation of dissolved and free gases analysis
 - IEC 60628, Gassing of insulating liquids under electrical stress and ionization
 - IEC 60666, Detection and determination of specified additives in mineral insulating oils

- 
- IEC 60721-2-1, Classification of environmental conditions - Part 2-1: Environmental conditions appearing in nature - Temperature and humidity
 - IEC 60867, Insulating liquids - Specifications for unused liquids based on synthetic aromatic hydrocarbons
 - IEC 60897, Methods for the determination of the lightning breakdown voltage of insulating liquids
 - IEC 61125, Insulating liquids - Test methods for oxidation stability - Test method for evaluating the oxidation stability of insulating liquids in the delivered state
 - IEC 61619, Insulating liquids - Contamination by polychlorinated biphenyls (PCBs) - Method of determination by capillary column gas chromatography
 - IEC 62697-1, Test methods for quantitative determination of corrosive sulfur compounds in unused and used insulating liquids - Part 1: Test method for quantitative determination of dibenzyl disulfide (DBDS)
 - IEC TR 62697-2, Test methods for quantitative determination of corrosive sulfur compounds in unused and used insulating liquids - Part 2: Test method for quantitative determination of total corrosive sulfur (TCS)
 - ISO 2592, Petroleum and related products - Determination of flash and fire points - Cleveland open cup method
 - ISO 3016, Petroleum and related products from natural or synthetic sources - Determination of pour point
 - ISO 4407, Hydraulic fluid power - Fluid contamination - Determination of particulate contamination by the counting method using an optical microscope
 - ISO 6618, Petroleum products and lubricants - Determination of acid or base number - Colour-indicator titration method

- ISO 12937, Petroleum products - Determination of water - Coulometric Karl Fischer titration method
- ISO 20847, Petroleum products - Determination of sulfur content of automotive fuels - Energy-dispersive X-ray fluorescence spectrometry
- IP 336, Petroleum products - Determination of sulfur content - Energy-dispersive-X-ray fluorescence method
- IP 346, Determination of polycyclic aromatics in unused lubricating base oils and asphaltene free petroleum fractions - Dimethyl sulphoxide extraction refractive index method

NOTAS:

- I. Todas as normas nacionais e internacionais (ABNT, IEEE, IEC, ANSI, ASTM etc.) mencionadas acima devem estar à disposição do inspetor da Energisa no local da inspeção;
- II. Todos os materiais que não são especificamente mencionados nesta Especificação Técnica, mas que são usuais ou necessários para a operação eficiente do equipamento, considerar-se-ão como aqui incluídos e devem ser fornecidos pelo fabricante sem ônus adicional;
- III. A utilização de normas de quaisquer outras organizações credenciadas será permitida, desde que elas assegurem uma qualidade igual, ou melhor, que as anteriormente mencionadas e não contradigam a presente Especificação Técnica;
- IV. As siglas acima referem-se a:
 - ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
 - ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
 - ANTT - Agência Nacional de Transportes Terrestres

- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
- INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
- MCTIC - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações
- MDIC - Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços
- MME - Ministério de Minas e Energia
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- NBR - Norma Brasileira
- NM - Norma Mercosul
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- IEC - International Electrotechnical Commission
- IP - Institute of Petroleum
- ISO - International Organization for Standardization


5 TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES

A terminologia adotada nesta Especificação Técnica corresponde a das normas ABNT NBR 5456, ABNT NBR 5460 e Resolução Normativa ANP N.º 900/2022, complementada pelos seguintes termos:

5.1 Líquidos isolantes elétricos

Líquidos aplicados em equipamentos elétricos, como fluidos isolantes, entre as partes metálicas. Podem ser sintéticos ou naturais, geralmente aditivados com inibidores de oxidação.

5.1.1 Óleo mineral isolante



São derivados do petróleo, destinados à utilização em transformadores, chaves elétricas, reatores, disjuntores, religadores etc.

Funções básicas de isolante e refrigerante.

5.2 Batelada

Volume definido de óleo de mesma característica e origem, submetido de uma só vez ao processo de tratamento.

5.3 Bifenila policlorada (PCB)

Compostos químicos gerados quando átomos de hidrogênio são parciais ou completamente substituídos por átomos de cloro, podendo gerar até 209 tipos diferentes de bifenilas policloradas, desde a substituição de apenas um átomo de hidrogênio, até a substituição total dos 10 átomos.

5.4 Remessa


Todos os tambores com óleos de mesmas características, submetidos ao mesmo processamento (tratamento e enchimento) e que são entregues de uma só vez, por ocasião do recebimento.

5.5 Tambor

É um contêiner cilíndrico usado para o transporte de carga a granel, fabricado em aço, e geralmente usados para o transporte e armazenamento de produtos líquidos e pastosos. Tambor de aço pode ser empilhável e têm dimensões projetadas para armazenamento eficiente e uso de logística. Este tipo de embalagem também pode ser certificado para o transporte de mercadorias perigosas, como por exemplo óleos e graxas.

Também chamado de barril, ou tambor metálico.

5.6 Ensaios de recebimento



Os ensaios de recebimento têm como objetivo verificar as características de um material que podem variar com o processo de fabricação e com a qualidade do material componente.

Esses ensaios devem ser realizados em uma amostragem de materiais escolhidos aleatoriamente de um lote que tenha sido previamente submetido aos ensaios de rotina.

5.7 Ensaios de tipo

Os ensaios de tipo têm como objetivo verificar as principais características de um material que dependem do seu projeto.

Esses ensaios devem ser realizados apenas uma vez para cada projeto e repetidos quando houver alteração no material, no projeto ou no processo de fabricação, ou quando solicitado pelo comprador.

5.8 Ensaios especiais

Os ensaios especiais têm como objetivo avaliar materiais com suspeita de defeitos e são realizados quando há abertura de não-conformidade. Eles são executados em unidades recolhidas em cada unidade de negócio.

Este tipo de ensaio é executado e custeado pela Energisa.

6 HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES

O cadastro comercial via Web Supply é obrigatório para todos os fornecedores do Grupo Energisa. A manutenção deste cadastro atualizado é uma obrigação do fornecedor.

A homologação técnica é realizada de acordo com os níveis de complexidade das classes de materiais envolvidas, como pode ser observado em nosso Manual da Qualidade de Fornecedores, disponível no link abaixo:

<https://www.grupoenergisa.com.br/fornecedores>

7 CONDIÇÕES GERAIS

7.1 Condições do serviço

Os óleos minerais isolantes tratados nesta Especificação Técnica devem ser adequados para operar nas seguintes condições:

- a) Altitude não superior a 1.500 metros acima do nível do mar;
- b) Temperatura, conforme IEC 60721-2-1:
 - Máxima do ar ambiente: 45 °C;
 - Média, em um período de 24 horas: 35 °C;
 - Mínima do ar ambiente: -5 °C;
- c) Umidade relativa do ar até 100 %, conforme IEC 60721-2-1.

7.2 Linguagens e unidades de medida


O sistema métrico de unidades deve ser utilizado como referência nas descrições técnicas, especificações, desenhos e em quaisquer outros documentos. Qualquer valor que, por conveniência, seja apresentado em outras unidades de medida também deve ser expresso no sistema métrico

Todas as instruções, relatórios de ensaios técnicos, desenhos, legendas, manuais técnicos etc., fornecidos pelo fabricante, bem como as placas de identificação, devem ser redigidos em português. No caso de equipamentos importados, deve ser fornecida uma versão em português e outra no idioma de origem.

NOTA:

- V. Os relatórios de ensaios técnicos, excepcionalmente, poderão ser aceitos em inglês ou espanhol.

7.3 Acondicionamento



Os materiais empregados na fabricação dos recipientes utilizados para acondicionar o óleo mineral isolante devem ser biodegradáveis, reutilizáveis ou recicláveis.

O óleo mineral isolante deve ser fornecido em tambor metálico, devendo este:

- a) Ser novo, lacrado e adequado ao armazenamento não abrigado;
- b) Ter capacidade para 200 (duzentos) litros;
- c) Ser adequadamente para transporte ferroviário, rodoviário, marítimo ou aéreo, de forma segura até o local do armazenamento ou instalação em qualquer condição que possa ser encontrada (intempéries, umidade, choques etc.) e ao manuseio;
- d) Ter revestimento interno compatível com o óleo, prevenindo a ocorrência de contaminação ou a deterioração do produto;
- e) Ter 2 (duas) aberturas em sua parte superior, providas de bujões estanques ao óleo e que não permitam entrada de umidade. Os bujões e selos devem ser do tipo tri-sure ou similar;
- f) Apresentar-se com a pintura externa sem falhas, de modo a evitar o enferrujamento do tambor e sem outras deformações que possam comprometer a integridade dos revestimentos interno e externo, com a consequente deterioração do óleo.

Os materiais e os processos utilizados no revestimento anticorrosivo e de acabamento dos tambores e de outros recipientes devem estar de acordo com a legislação ambiental brasileira.

A parte superior de cada tambor deve ser identificada de forma legível e indelével com as seguintes informações mínimas:

- a) Nome ou logotipo da Energisa;
- b) Nome ou marca comercial do fabricante;

- c) País de origem;
- d) Mês e ano de enchimento do tambor (MM/AAAA);
- e) Tipo (designação) do óleo;
- f) Base do óleo (naftênica ou parafínica).
- g) Número da batelada;
- h) Volume do óleo, em litros (L);
- i) Massa líquida, em quilogramas (kg);
- j) Massa bruta, em quilogramas (kg);
- k) Resolução Normativa ANP N.º 900/2022 ou IEC 60296;
- l) Número e quaisquer outras informações especificadas na Ordem de Compra de Material (OCM).


NOTAS:

- VI. O fornecedor brasileiro deverá numerar os diversos volumes e anexar à nota fiscal uma relação descritiva (romaneio) do conteúdo de cada volume;
- VII. O fornecedor estrangeiro deverá encaminhar simultaneamente à Energisa e ao despachante indicado, cópias da relação descritiva (romaneio) do conteúdo de cada volume.

7.4 Meio ambiente

O fornecedor nacional deve cumprir, rigorosamente, em todas as etapas da fabricação, do transporte e do recebimento dos óleos minerais isolantes, a legislação ambiental brasileira e as demais legislações federais, estaduais e municipais aplicáveis.

No caso de fornecimento internacional, os fabricantes/fornecedores estrangeiros devem cumprir a legislação ambiental vigente nos seus países de origem e as normas



internacionais relacionadas à produção, ao manuseio e ao transporte dos óleos minerais isolantes, até a entrega no local indicado pela Energisa. Ocorrendo transporte em território brasileiro, os fabricantes e fornecedores estrangeiros devem cumprir a legislação ambiental brasileira e as demais legislações federais, estaduais e municipais aplicáveis.

Os fabricantes e fornecedores são responsáveis pelo pagamento de multas e por processos judiciais civis e criminais decorrentes de práticas lesivas ao meio ambiente quando derivadas de condutas praticadas por ele ou por seus subfornecedores.

A declaração de Princípios Éticos e o Código de Condutas da Energisa aplicam-se aos empregados, gerentes, administradores e devem ser observados por seus fornecedores e colaboradores.


NOTA:

VIII. É assegurado à Energisa o direito de realizar vistorias, sem aviso prévio, para avaliações, tais como, das instalações, do processo de produção e dos veículos a serem empregados no transporte.

No transporte do óleo mineral isolante, o fabricante e/ou fornecedor devem atender as exigências do Ministério dos Transportes e dos órgãos ambientais competentes, especialmente as relativas à sinalização da carga.

A Energisa poderá verificar, junto aos órgãos oficiais de controle ambiental, a validade das licenças de operação das unidades industriais e de transporte dos fornecedores e dos subfornecedores.

Não é permitido o uso de amianto ou asbesto, bifenilas policloradas (PCB), poluentes orgânicos persistentes (POPs) conforme o Decreto Legislativo Nº 204 de 2004, e benzeno conforme a Portaria Interministerial MTE/MS nº 775 de 28/04/2004, na fabricação de quaisquer materiais ou equipamentos a serem adquiridos pela Energisa. As substâncias consideradas perigosas não podem ser utilizadas em concentrações acima do recomendado, de acordo com a diretiva 2011/65/EU para



RoHS (Restrição de Substâncias Perigosas) e WEEE (Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos).

Os processos produtivos que geram efluentes líquidos industriais ou emissões atmosféricas e radioativas devem estar em conformidade com os padrões normativos previstos na legislação ambiental aplicável.

7.5 Expectativa de vida útil

Os óleos minerais isolantes devem ter expectativa de vida útil mínima de 15 (quinze) anos a partir da data de fabricação, contra qualquer falha das unidades do lote fornecidas.

NOTA:

- IX. A expectativa de vida útil é estabelecida pela ANEEL, através do Manual de Controle Patrimonial do Setor Elétrico (MCPSE).

7.6 Garantia

O período de garantia dos materiais deve estar de acordo com o estipulado na Ordem de Compra de Materiais (OCM), contra qualquer defeito de fabricação, material e acondicionamento.

Se os materiais apresentarem qualquer tipo de defeito de fabricação, um novo período de garantia deve ser estabelecido para todo o lote em questão. Durante esse período, as despesas com mão de obra relacionadas à retirada e instalação de equipamentos comprovadamente defeituosos de fabricação, bem como o transporte desses entre o almoxarifado da concessionária e o fornecedor, serão de responsabilidade do último.

7.7 Avaliação técnica do material

O fornecedor deve apresentar os documentos técnicos relacionados a seguir, atendendo aos requisitos especificados na Energisa, relativos a prazos e demais condições de apresentação de documentos:

- a) Apresentar o quadro de dados técnicos e características garantidas total e corretamente preenchido, conforme apresentado no Anexo 1;
- b) Apresentar catálogos e outras informações pertinentes.

Quando os óleos mineral isolantes propostos apresentarem divergências em relação a esta Especificação Técnica, o fornecedor deverá submeter os desvios à prévia aprovação junto à área de Engenharia e Cadastro, através do Anexo 2.

NOTAS:

- X. Durante a consulta para aprovação dos desvios, estes devem ser claramente identificados e tratados como tal, tanto no texto quanto nos desenhos;
- XI. As empresas Distribuidoras do Grupo Energisa não se responsabilizam pela fabricação dos equipamentos que não estejam em conformidade com a presente especificação técnica.

8 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

8.1 Material


O óleo mineral isolante deve atender às exigências das resoluções pertinentes da ANP e da Tabela 1 e classificados conforme:

- a) Mineral tipo A (base naftênica);
- b) Mineral tipo B (base parafínica).

8.2 Aparência

O óleo mineral isolante deve apresentar-se límpido, claro e isento de:

- a) Materiais em suspensão ou sedimentação;
- b) Produtos que possam atacar os equipamentos ou seus componentes.





A tinta utilizada na pintura dos tambores deve ser compatível com o óleo e, quando em contato com este, não deve gerar gases.

9 INSPEÇÃO E ENSAIOS

9.1 Generalidades

- a) Os materiais devem ser submetidos à inspeção e ensaios em fábrica, de acordo com esta Especificação Técnica e com as normas nacionais e internacionais aplicáveis, na presença de inspetores credenciados pela Energisa. O fornecedor deve comunicar à Energisa as datas em que os lotes estarão prontos para inspeção final, completos com todos os acessórios, com antecedência mínima de:
- 30 (trinta) dias para fornecedor nacional; e
 - 60 (sessenta) dias para fornecedor internacional.
- b) A Energisa reserva-se ao direito de inspecionar e testar os materiais durante o período de fabricação, antes do embarque ou a qualquer momento que julgar necessário. O fabricante deve proporcionar livre acesso do inspetor aos laboratórios e às instalações onde os materiais estiverem sendo fabricados, fornecendo as informações solicitadas e realizando os ensaios necessários. O inspetor pode exigir certificados de procedência de matérias-primas e componentes, além de fichas e relatórios internos de controle.
- c) O fornecedor deve apresentar seu Plano de Inspeção e Testes (PIT) para aprovação da Energisa. O PIT deve indicar os requisitos de controle de qualidade para matérias-primas, componentes e acessórios de fornecimento de terceiros, assim como as normas técnicas empregadas na fabricação e inspeção dos equipamentos, além de uma descrição sucinta dos ensaios (constantes, métodos e instrumentos empregados e os valores esperados).

- 
- d) O fornecedor deve apresentar juntamente com o pedido de inspeção a sequência de ensaios finais em fábrica, e o respectivo cronograma dia a dia dos ensaios.
 - e) Os certificados de ensaio de tipo, previstos no item 9.2.1, para materiais de características similares aos especificados, podem ser aceitos se realizados em laboratórios oficialmente reconhecidos, com validade máxima de 5 (cinco) anos, e se a Energisa considerar que tais dados comprovam que os materiais propostos atendem ao especificado. Os dados de ensaios devem ser completos, com todas as informações necessárias, indicando claramente as datas de execução. A decisão final quanto à aceitação dos dados de ensaios de tipos existentes será tomada posteriormente pela Energisa, em função da análise dos respectivos relatórios. A eventual dispensa destes ensaios só será válida por escrito.
 - f) O fabricante deve dispor de pessoal e equipamentos necessários à execução dos ensaios. Em caso de contratação, a aprovação prévia pela Energisa é necessária.
 - g) O fabricante deve assegurar ao inspetor da Energisa o direito de familiarizar-se, em detalhes, com as instalações e equipamentos, estudar todas as instruções e desenhos, verificar calibrações, presenciar ensaios, conferir resultados e, em caso de dúvida, efetuar novas inspeções e exigir a repetição de qualquer ensaio.
 - h) Todos os instrumentos e aparelhos de medição, máquinas de ensaios etc., devem ter certificado de aferição emitido por instituições acreditadas pelo INMETRO ou órgão internacional compatível, válidos por um período de 24 (vinte e quatro) meses. Na ocasião da inspeção, devem estar dentro deste período, podendo acarretar desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência.

- 
- i) O fabricante deve disponibilizar para o inspetor da Energisa todas as normas técnicas, nacionais e internacionais, em sua versão vigente, que serão utilizadas nos ensaios.
- j) A aceitação dos materiais e/ou a dispensa de execução de qualquer ensaio:
- Não exime o fabricante da responsabilidade de fornecê-lo de acordo com os requisitos desta Especificação Técnica;
 - Não invalida qualquer reclamação posterior da Energisa sobre a qualidade do material e/ou da fabricação. Em tais casos, os materiais podem ser inspecionados e submetidos a ensaios, com prévia notificação ao fabricante e, eventualmente, em sua presença. Em caso de discrepância em relação às exigências desta Especificação Técnica, eles podem ser rejeitados e sua reposição será por conta do fabricante.
- k) Após a inspeção dos materiais/equipamentos, o fabricante deverá encaminhar à Energisa, por meio digital, um relatório completo dos ensaios efetuados, devidamente assinado por ele e pelo inspetor credenciado pela Energisa. Esse relatório deverá conter todas as informações necessárias para o seu completo entendimento, conforme descrito no item 9.4.
- l) Todas as unidades de produto rejeitadas, pertencentes a um lote aceito, devem ser substituídas por unidades novas e perfeitas, por conta do fabricante, sem ônus para a Energisa.
- m) Nenhuma modificação nos materiais deve ser feita “a posteriori” pelo fabricante sem a aprovação da Energisa. No caso de alguma alteração, o fabricante deve realizar todos os ensaios de tipo, na presença do inspetor da Energisa, sem qualquer custo adicional.
- n) Para efeito de inspeção, os materiais devem ser divididos em lotes, devendo os ensaios serem feitos na presença do inspetor credenciado pela Energisa.
- o) O custo dos ensaios deve ser por conta do fabricante.

- p) p) A Energisa reserva-se o direito de exigir a repetição de ensaios em equipamentos já aprovados. Neste caso, as despesas serão de responsabilidade da Energisa se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção; caso contrário, correrão por conta do fabricante.
- q) A Energisa poderá, em qualquer ocasião, solicitar a execução dos ensaios de tipo para verificar se os materiais estão mantendo as características de projeto preestabelecidas por ocasião da aprovação dos protótipos.
- r) Os custos da visita do inspetor da Energisa, tais como locomoção, hospedagem, alimentação, homem-hora e administrativos, correrão por conta do fabricante se:
- Na data indicada na solicitação de inspeção, os materiais não estiverem prontos;
 - O laboratório de ensaio não atender às exigências citadas nas alíneas f) a h);
 - O material fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em subfornecedor, contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sua sede;
 - O material necessitar de reinspeção por motivo de recusa.

NOTA:

XII. Os fabricantes estrangeiros devem providenciar intérpretes da língua portuguesa para tratar com os representantes da Energisa, no local de inspeção, em qualquer época.

9.2 Relação de ensaios

Todos os ensaios relacionados estão constando na Tabela 3.

9.2.1 Ensaios de tipo (T)



Os ensaios de tipo (T) são constituídos dos ensaios relacionados abaixo:

- a) Inspeção visual, conforme item 9.3.2;
- b) Ensaio de densidade (massa específica), conforme item 9.3.3;
- c) Ensaio de ponto de fluidez, conforme item 9.3.4;
- d) Ensaio de viscosidade cinemática, conforme item 9.3.5;
- e) Ensaio de ponto de fulgor, conforme item 9.3.6;
- f) Ensaio de índice de neutralização (IAT), conforme item 9.3.7;
- g) Ensaio de teor de água, conforme item 9.3.8;
- h) Ensaio de cloretos, conforme item 9.3.9;
- i) Ensaio de teor de bifenilas policloradas (PCB), conforme item 9.3.10;
- j) Ensaio de carbono aromático, conforme item 9.3.11;
- k) Ensaio de enxofre corrosivo, conforme item 9.3.12;
- l) Ensaio de enxofre total, conforme item 9.3.13;
- m) Ensaio de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, conforme item 9.3.14;
- n) Ensaio de fator de perdas dielétricas, conforme item 9.3.15;
- o) Ensaio de rigidez dielétrica, conforme item 9.3.16;
- p) Ensaio de rigidez dielétrica a impulso por eletrodos (agulha/esfera), conforme item 9.3.17;
- q) Ensaio de tendência à evolução de gases, conforme item 9.3.18;
- r) Ensaio de tensão interfacial, conforme item 9.3.19;

- s) Ensaio de aditivo inibidor de oxidação Di-Butil-Paracresol (DBPC), conforme item 9.3.20;
- t) Ensaio de estabilidade à oxidação, conforme item 9.3.21;
- u) Ensaio de determinação da estabilidade à oxidação pela bomba rotativa, conforme item 9.3.22.

9.2.2 Ensaios de recebimento (RE)

São ensaios de recebimento (RE) são constituídos dos ensaios relacionados abaixo:

- a) Inspeção geral, conforme item 9.3.1;
- b) Inspeção visual, conforme item 9.3.2;
- c) Ensaio de densidade (massa específica), conforme item 9.3.3;
- d) Ensaio de ponto de fluidez, conforme item 9.3.4;
- e) Ensaio de viscosidade cinemática, conforme item 9.3.5;
- f) Ensaio de ponto de fulgor, conforme item 9.3.6;
- g) Ensaio de índice de neutralização (IAT), conforme item 9.3.7;
- h) Ensaio de teor de água, conforme item 9.3.8;
- i) Ensaio de cloretos, conforme item 9.3.9;
- j) Ensaio de teor de bifenilas policloradas (PCB), conforme item 9.3.10;
- k) Ensaio de carbono aromático, conforme item 9.3.11;
- l) Ensaio de enxofre corrosivo, conforme item 9.3.12;
- m) Ensaio de enxofre total, conforme item 9.3.13;
- n) Ensaio de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, conforme item 9.3.14;

- o) Ensaio de fator de perdas dielétricas, conforme item 9.3.15;
- p) Ensaio de rigidez dielétrica, conforme item 9.3.16;
- q) Ensaio de rigidez dielétrica a impulso por eletrodos (agulha/esfera), conforme item 9.3.17;
- r) Ensaio de tendência à evolução de gases, conforme item 9.3.18;
- s) Ensaio de tensão interfacial, conforme item 9.3.19;
- t) Ensaio de aditivo inibidor de oxidação Di-Butil-Paracresol (DBPC), conforme item 9.3.20;
- u) Ensaio de estabilidade à oxidação, conforme item 9.3.21;
- v) Ensaio de determinação da estabilidade à oxidação pela bomba rotativa, conforme item 9.3.22.

9.2.3 Ensaios de recebimento de campo (RC)

São ensaios de recebimento de campo (RC) são constituídos dos ensaios relacionados abaixo:

- a) Inspeção visual, conforme item 9.3.2;
- b) Ensaio de densidade (massa específica), conforme item 9.3.3;
- c) Ensaio de ponto de fluidez, conforme item 9.3.4;
- d) Ensaio de viscosidade cinemática, conforme item 9.3.5;
- e) Ensaio de ponto de fulgor, conforme item 9.3.6;
- f) Ensaio de índice de neutralização (IAT), conforme item 9.3.7;
- g) Ensaio de teor de água, conforme item 9.3.8;
- h) Ensaio de teor de bifenilas policloradas (PCB), conforme item 9.3.10;

- i) Ensaio de enxofre corrosivo, conforme item 9.3.12;
- j) Ensaio de fator de perdas dielétricas, conforme item 9.3.15;
- k) Ensaio de rigidez dielétrica, conforme item 9.3.16;
- l) Ensaio de aditivo inibidor de oxidação Di-Butil-Paracresol (DBPC), conforme item 9.3.20;
- m) Ensaio de estabilidade à oxidação, conforme item 9.3.21;
- n) Ensaio de determinação do conteúdo de partículas, conforme item 9.3.23;
- o) Ensaio de resistividade, conforme item 9.3.24;
- p) Ensaio de determinação do teor de dibenzil dissulfeto (DBDS) , conforme item 9.3.25;
- q) Ensaio de teor de passivador, conforme item 9.3.26;
- r) Ensaio de análise de gases dissolvidos (AGD), conforme item 9.3.27;
- s) Ensaio de metais, conforme item 9.3.28;
- t) Ensaio de sedimentos, conforme item 9.3.29.

9.3 Descrição dos ensaios

9.3.1 Inspeção geral

O inspetor deverá efetuar uma inspeção geral, verificando:

- a) Presença de danos na estrutura do tambor, como vincos, amassados etc.;
- b) Acondicionamento e identificação, conforme item 7.3;
- c) Ensaio de compatibilidade da pintura interna dos tambores com o óleo, conforme item 9.3.1.2;
- d) Ensaio de estanqueidade, conforme item 9.3.1.1.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de não-conformidade de qualquer um desses requisitos.

9.3.1.1 Ensaio de estanqueidade

Este ensaio deve ser executado somente no tambor de fornecimento.

O tambor deve ser posicionado com a parte superior voltada para baixo, permanecendo nessa posição durante 24 (vinte e quatro) horas.

Constitui falha, se a amostra apresentar, após esse período, ocorrência de qualquer vazamento.

9.3.1.2 Ensaio de compatibilidade da pintura interna dos tambores com o óleo

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 14274 ou ASTM D3455, devendo a relação entre a área da superfície pintada do corpo de prova e o volume do óleo utilizado no ensaio ser de 1.300 cm² de área pintada para cada 800 ml de óleo.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de:

- Cor (máxima variação): 0,5;
- Tensão interfacial a 25 °C (mínima): 38 mN/m;
- Índice de neutralização (máxima variação): 0,03 mgKOH/g;
- Rigidez dielétrica (mínima): 28 kV/2,54 mm;
- Fator de perdas a 100 °C (máximo): 1,1 %.

9.3.2 Inspeção visual

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 14483 ou ASTM D1500.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Aspecto escuro, turvo e não isento de pureza;
- Valores medidos superiores à 1,0.

9.3.3 Ensaio de densidade (massa específica)

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 7148 ou ASTM D1298, à temperatura de 20 °C

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos da densidade de:

- a) Tipo A: inferiores a 0,861 g/cm³ ou superiores a 0,900 g/cm³;
- b) Tipo B: superiores à 0,860 g/cm³.

9.3.4 Ensaio de ponto de fluidez

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 11349 ou ASTM D97 ou ISO 3016.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de ponto de fluidez inferiores a:

- Tipo “A”: - 39 °C;
- Tipo “B”: - 12 °C.

NOTA:

XIII. Outros limites de ponto de fluidez poderão ser aceitos mediante previa aprovação da Energisa.

9.3.5 Ensaio de viscosidade cinemática

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 10441 ou ASTM D445, com temperaturas de 20 °C, 40 °C e 100 °C.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de viscosidade cinemática superiores a:

- 20 °C: 25 mm²/s (cSt);
- 40 °C: 12 mm²/s (cSt);
- 100 °C: 3,0 mm²/s (cSt).

NOTA:

XIV. O óleo mineral isolante estará especificado se atendidos os limites estabelecidos para 2 (duas) dentre as 3 (três) temperaturas citadas.

9.3.6 Ensaio de ponto de fulgor

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 11341 ou ASTM D92 ou ISO 2592.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de ponto de fulgor inferiores à 140 °C.

9.3.7 Ensaio de índice de neutralização (IAT)

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 14248 ou ASTM D974 ou ISO 6618.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de índice de neutralização superiores à 0,03 mgKOH/g;

9.3.8 Ensaio de teor de água

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 10710 (método B) ou ASTM D1533 ou ISO 12937.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de água superiores à 35 mg/kg.

NOTA:

- XV. Este limite não se aplica a produtos transportados em navios ou caminhões tanques, ou estocados em tanques, em que possa ocorrer absorção de umidade. Neste caso, deverá ser processado tratamento físico adequado para atendimento do limite especificado.

9.3.9 Ensaio de cloretos

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 5779 ou ASTM D878.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de quaisquer valores medidos de cloretos.

9.3.10 Ensaio de teor de bifenilas policloradas (PCB)

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 13882 ou ASTM D4059 ou IEC 61619.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de teor de bifenila policlorada superiores à 2,0 mg/kg.

9.3.11 Ensaio de carbono aromático

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 16446 ou ASTM D2140 ou IEC 60867.

Não existe método reprobatório. Os resultados devem constar no relatório emitido.

9.3.12 Ensaio de enxofre corrosivo

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 10505 ou ASTM D1275 (Método B) ou IEC TR 62697-2.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de quaisquer valores medidos de enxofre corrosivo.

9.3.13 Ensaio de enxofre total

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ASTM D2622 ou ASTM D4294 ou ISO 2084 ou IP 336.

Não existe método reprobatório. Os resultados devem constar no relatório emitido.

9.3.14 Ensaio de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da IP 346.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de hidrocarbonetos superiores à 3,0 % da massa.

9.3.15 Ensaio de fator de perdas dielétricas

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 12133 ou ASTM D924 ou IEC 60247.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de fator de perdas dielétricas superiores a:

- 25 °C: 0,05 %;
- 90 °C: 0,40 %;
- 100 °C: 0,50 %.

NOTA:

XVI. O fator de perdas dielétricas do óleo mineral isolante deverá atender ao limite estabelecido para 25 °C e, adicionalmente, a uma das duas temperaturas adicionais citadas: 90 °C ou 100 °C.

9.3.16 Ensaio de rigidez dielétrica

9.3.16.1 Eletrodo de disco

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6869 ou ASTM D877/D877M.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de rigidez dielétrica inferiores a 30 kV.

9.3.16.2 Eletrodo de calota

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 60156 ou IEC 60156.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de rigidez dielétrica inferiores a 42 kV.

9.3.17 Ensaio de rigidez dielétrica a impulso por eletrodos (agulha/esfera)

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ASTM D3300 ou IEC 60897.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de rigidez dielétrica inferiores a 145 kV.

9.3.18 Ensaio de tendência à evolução de gases

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ASTM D2300 ou IEC 60628.

Não existe método reprobatório. Os resultados devem constar no relatório emitido.

9.3.19 Ensaio de tensão interfacial

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6234 ou ASTM D971, à temperatura de 25 °C.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de tensão interfacial inferiores a 40 mN/m.

9.3.20 Ensaio de aditivo inibidor de oxidação Di-Butil-Paracresol (DBPC)

9.3.20.1 Óleo não inibido

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 12134 (método A) ou ASTM D2668.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de quaisquer valores medidos de Di-Butil-Paracresol (DBPC).

9.3.20.2 Óleo inibido

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 12134 (método A) ou ASTM D2668.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de aditivo inibidor superiores à 0,33 % da massa.

9.3.21 Ensaio de estabilidade à oxidação


9.3.21.1 Óleo não inibido

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 10504 ou IEC 61125 (método A).

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos máximos de:

- Índice de neutralização: 0,40 mgKOH/g;
- Borra: 0,10 %;
- Fator de dissipação a 90 °C: 20 %.

9.3.21.2 Óleo inibido



O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 12135 ou ASTM D2440, com período mínimo de 164 horas.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos máximos de:

- Índice de neutralização: 0,40 mgKOH/g;
- Borra: 0,20 %;

9.3.22 Ensaio de determinação da estabilidade à oxidação pela bomba rotativa

Este ensaio é exclusivo para óleo mineral isolante inibido.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 15362 ou ASTM D2112.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos tempo da queda de pressão for inferior a 220 minutos.

9.3.23 Ensaio de determinação do conteúdo de partículas

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 14275 ou ASTM D6786 ou ISO 4407.


Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de partículas superiores a 5.000 partículas/100 mL de amostra.

9.3.24 Ensaio de resistividade

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 12133 ou ASTM D1169.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de resistividade inferiores à 60 GΩ.m a 20 °C.

9.3.25 Ensaio de determinação do teor de dibenzil dissulfeto (DBDS)



O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 16412 ou IEC 62697-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de quaisquer valores medidos de dibenzil dissulfeto (DBDS).

9.3.26 Ensaio de teor de passivador

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 16270 ou IEC 60666.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de teor de passivador inferiores à 65 mg/kg e/ou superiores à 70 mg/kg.

9.3.27 Ensaio de análise de gases dissolvidos (AGD)

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 7070 ou IEC 60567.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores de gases dissolvido superiores aos estabelecidos pela ABNT NBR 7274 ou IEC 60599.

9.3.28 Ensaio de metais

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ASTM D7151.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de quaisquer valores medidos de metais em suspensão no óleo.

9.3.29 Ensaio de sedimentos

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 10576 ou IEC 60422.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de sedimento ou borra precipitável.

NOTA:

XVII. Se os resultados forem inferiores a 0,02 % em massa, os mesmos devem ser desprezados e o ensaio considerado aprovado.

9.4 Relatório dos ensaios

Os relatórios dos ensaios devem ser em formulários com as indicações necessárias à sua perfeita compreensão e interpretação conforme indicado a seguir:

- a) Nome do ensaio;
- b) Nome e/ou marca comercial do fabricante;
- c) Identificação do laboratório de ensaio;
- d) Certificados de aferições dos aparelhos utilizados nos ensaios, com validade máxima de 24 (vinte e quatro) meses;
- e) Número da Ordem de Compra de Material (OCM);
- f) Tipo e quantidade de material do lote e tipo e quantidade ensaiada;
- g) Identificação completa do material ensaiado;
- h) Dia, mês e ano de fabricação (DD/MM/AAAA);
- i) Relação, descrição e resultado dos ensaios executados e respectivas normas utilizadas;
- j) Nome do inspetor e do responsável pelos ensaios;
- k) Instrumentos/equipamentos utilizados nos ensaios;
- l) Indicação de normas técnicas aplicáveis;
- m) Memórias de cálculo, com resultados e eventuais observações;
- n) Condições ambientes do local dos ensaios;
- o) Data de início e de término de cada ensaio;

- p) Nomes legíveis e assinaturas dos respectivos representantes do fabricante e do inspetor da Energisa e data de emissão do relatório.

Os materiais somente serão liberados pelo inspetor após ser entregue a ele uma via dos relatórios de ensaios.

10 PLANOS DE AMOSTRAGEM

10.1 Ensaio de tipo e recebimento

O plano de amostragem para todos os ensaios (exceto ensaio de estanqueidade) devem seguir as orientações da ABNT NBR 8840 ou IEC 60475, em função do ensaio a ser realizado.

10.2 Ensaio de estanqueidade e compatibilidade da pintura

O plano de amostragem para os ensaios de estanqueidade de um lote está estabelecido na Tabela 2 para o produto acabado.

Se o lote a ser fornecido for constituído por mais de 280 unidades, essa quantidade deve ser dividida em vários lotes com menor número, cada um deles contendo entre 90 e 150 unidades.

11 ACEITAÇÃO E REJEIÇÕES

11.1 Ensaios de tipo

Os ensaios de tipo serão aceitos se todos os resultados forem satisfatórios.

Se ocorrer uma falha em um dos ensaios o fabricante pode apresentar nova amostra para ser ensaiada. Se esta amostra apresentar algum resultado insatisfatório, o material não será aceito.

11.2 Ensaios de recebimento

11.2.1 Ensaio de compatibilidade da pintura interna dos tambores com o óleo

A pintura interna dos tambores deve ser recusada se a amostra de óleo ou o corpo de prova não suportarem o ensaio de 9.3.1.2.

Caso os tambores já estejam pintados, todo o lote deve ser recusado. Nesse caso, novos corpos de prova devem ser apresentados ao inspetor da Energisa, com novo tratamento de chapa e esquema de pintura a serem utilizados nos tambores, e devem ser submetidos ao mesmo ensaio.

Ocorrendo nova falha, novos corpos de prova devem ser providenciados até que se alcancem o tratamento e o esquema de pintura satisfatórios.

11.2.2 Demais ensaios

Os critérios para a aceitação ou a rejeição nos ensaios complementares de recebimento são:

- a) Se nenhuma unidade falhar no ensaio, o lote será aprovado;
- b) Se apenas 1 (uma) unidade falhar no ensaio, o fornecedor deverá apresentar relatório apontando as causas da falha e as medidas tomadas para corrigi-las, submetendo-se o lote a novo ensaio, no mesmo número de amostras, conforme Tabela 2 ou ABNT NBR 8840 ou IEC 60475;
- c) Se 2 (duas) ou mais unidades falharem no ensaio, o lote será recusado.

As unidades defeituosas constantes de amostras aprovadas nos ensaios devem ser substituídas por novas, o mesmo ocorrendo com o total das amostras aprovadas em ensaios destrutivos.

12 NOTAS COMPLEMENTARES

A presente Especificação Técnica não invalida qualquer outra da ABNT ou de outros órgãos competentes, mesmo a partir da data em que a mesma estiver em vigor.

Todavia, em qualquer ponto onde surgirem divergências entre esta Especificação Técnica e as normas dos órgãos citados, prevalecerão as exigências mínimas aqui estabelecidas.

Em caso de divergência, esta Especificação Técnica prevalecerá sobre as outras de mesma finalidade editadas anteriormente.

Quaisquer críticas e/ou sugestões para o aprimoramento desta Especificação Técnica serão analisadas e, caso sejam válidas, incluídas ou excluídas deste texto.

As sugestões deverão ser enviadas à Energisa pelo e-mail:

normas.tecnicas@energisa.com.br

13 HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO

Data	Versão	Descrição das alterações realizadas
01/05/2023	0.0	<ul style="list-style-type: none">1ª Edição.
01/11/2024	1.0	<ul style="list-style-type: none">Inclusão de ensaios internacionais;Inclusão dos ensaios de recebimento em campo;Alteração dos itens 7.6, 8.1 e 10;Inclusão do item 9.3.1.2.

14 VIGÊNCIA

Esta Especificação Técnica entrará em vigor na data de 01/03/2025 e revogará todas as documentações anteriores do grupo Energisa.

15 TABELAS

TABELA 1 - Óleo mineral isolante



Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	Tipo de óleo	Capacidade do tambor
		(L)
692477	Naftênico - Tipo A	200
692478	Parafínico - Tipo B	

TABELA 2 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaios de recebimento

Tamanho do lote (unidades)	Amostragem simples normal Nível inspeção I NQA 1,0 %		
	Amostra	Ac	Re
Até 15	2	0	1
16 a 25	3		
26 a 90	5		
91 a 150	8		
151 a 280	13		

Legenda:

Ac - Número de aceitação;

Re - Número de rejeição.

TABELA 3 - Relação de ensaios

Item	Descrição dos ensaios	Tipo de ensaio
9.3.1	Inspeção geral	RE
9.3.2	Inspeção visual	T / RE / RC
9.3.3	Ensaio de densidade (massa específica)	T / RE / RC
9.3.4	Ensaio de ponto de fluidez	T / RE / RC
9.3.5	Ensaio de viscosidade cinemática	T / RE / RC
9.3.6	Ensaio de ponto de fulgor	T / RE / RC
9.3.7	Ensaio de índice de neutralização (IAT)	T / RE / RC
9.3.8	Ensaio de teor de água	T / RE / RC
9.3.9	Ensaio de cloretos	T / RE
9.3.10	Ensaio de teor de bifenilas policloradas (PCB)	T / RE / RC
9.3.11	Ensaio de carbono aromático	T / RE
9.3.12	Ensaio de enxofre corrosivo	T / RE / RC
9.3.13	Ensaio de enxofre total	T / RE
9.3.14	Ensaio de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos	T / RE
9.3.15	Ensaio de fator de perdas dielétricas	T / RE / RC
9.3.16	Ensaio de rigidez dielétrica	T / RE / RC
9.3.17	Ensaio de rigidez dielétrica a impulso por eletrodos (agulha/esfera)	T / RE
9.3.18	Ensaio de tendência à evolução de gases	T / RE
9.3.19	Ensaio de tensão interfacial	T / RE / RC
9.3.20	Ensaio de aditivo inibidor de oxidação Di-Butil-Paracresol (DBPC)	T / RE / RC
9.3.21	Ensaio de estabilidade à oxidação	T / RE / RC
9.3.22	Ensaio de determinação da estabilidade à oxidação pela bomba rotativa	T / RE
9.3.23	Ensaio de determinação do conteúdo de partículas	RC
9.3.24	Ensaio de resistividade	RC
9.3.25	Ensaio de determinação do teor de dibenzil dissulfeto (DBDS)	RC
9.3.26	Ensaio de teor de passivador	RC
9.3.27	Ensaio de análise de gases dissolvidos (AGD)	RC
9.3.28	Ensaio de metais	RC

TABELA 3 - Relação de ensaios - Continuação

Item	Descrição dos ensaios	Tipo de ensaio
9.3.29	Ensaio de sedimentos	RC

Legenda:

T - Ensaio de tipo;

RE - Ensaio de recebimento;

RC - Ensaio de recebimento em campo.

16 ANEXOS

ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas

ÓLEO MINERAL ISOLANTE

Nome do fabricante:

Número da licitação:

Número da proposta:


Item	Descrição	Características / Unidades
1	Fornecedor:	
2	Tipo de óleo:	
3	Tipo de fornecimento:	
4	Características físicas, químicas e dielétricas do óleo:	
4.1	a) Densidade ou massa específica:	g/cm ³
4.2	b) Viscosidade cinemática:	mm ² /s
4.3	c) Ponto de fulgor:	°C
4.4	d) Ponto de fluidez:	°C
4.5	e) Índice de neutralização:	mgKOH/g
4.6	f) Tensão interfacial a 25 °C:	mN/m
4.7	g) Teor de água:	mg/kg
4.8	h) Cloretos:	
4.9	i) Enxofre corrosivo:	%massa
4.10	j) Enxofre total:	%massa
4.11	k) Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos:	%massa
4.12	l) Rigidez dielétrica eletrodo de calota:	kV
4.13	m) Rigidez dielétrica a impulso (eletrodo agulha/esfera):	kV
4.14	n) Rigidez dielétrica a impulso (Eletrodo de disco):	kV
4.15	o) Fator de perdas dielétricas (25 °C, 90 °C e 100 °C):	%
4.16	p) Teor de inibidor de oxidação DBPC (di-tecbutil-para cresol) / DBP (di-butil-para-cresol):	%massa
4.17	q) Índice de refração:	

ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas - Continuação

Item	Descrição	Características / Unidades
4.18	r) Teor de carbonos aromáticos:	%
4.19	s) Estabilidade à oxidação:	
4.19.1	• Índice de neutralização:	mgKOH/g
4.19.2	• Borra:	%massa
4.19.3	• Fator de dissipação a 90 °C:	%
4.20	t) Estabilidade à oxidação (bomba rotativa):	min
4.21	u) Teor de Bifenila Policlorada (PCB):	mg/kg
4.22	v) Tendência à evolução de gases:	µl/min
4.23	w) Espectroscopia de infravermelho (diferencial):	abs/cm
4.24	x) Curva de perdas dielétricas:	%
5	Tambor:	
5.1	a) Tipo de tambor:	
5.2	b) Volume:	L
5.3	c) Peso bruto:	kg
6	Volume óleo equipamento:	L
7	Peso bruto óleo equipamento:	kg

NOTAS:

- I. O fabricante deve fornecer em sua proposta todas as informações requeridas no Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas;
- II. Se forem submetidas propostas alternativas cada uma delas deve ser submetida com o Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas específico, claramente preenchido, sendo que cada quadro deve ser devidamente marcado para indicar a qual proposta pertence;
- III. Erro no preenchimento do quadro de características poderá ser motivo para desclassificação;

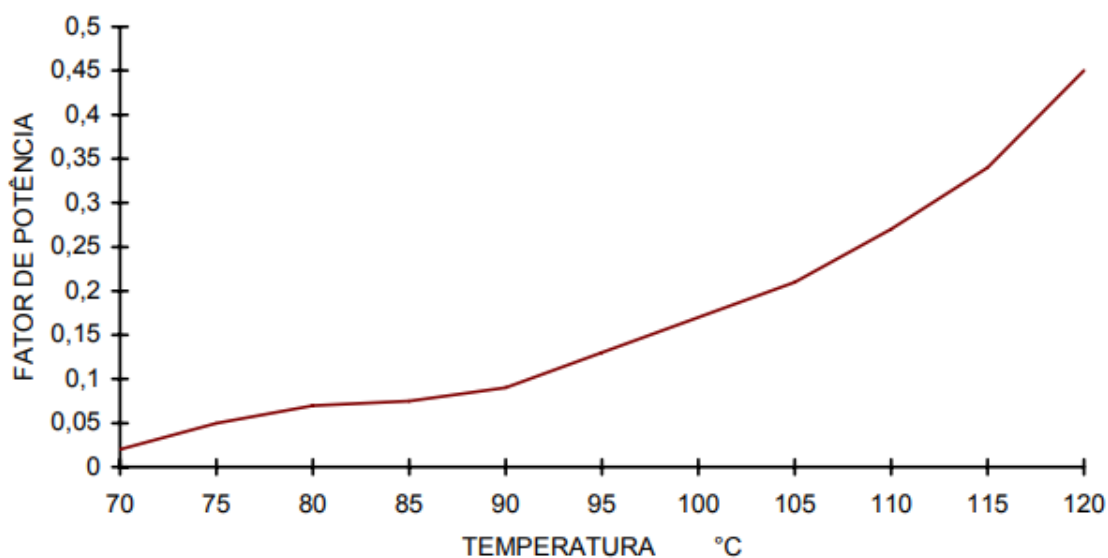


ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas - Continuação

- IV. Todas as informações requeridas no Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas devem ser compatíveis com as informações descritas em outras partes da proposta de fornecimento. Em caso de dúvidas as informações prestadas no referido quadro prevalecerão sobre as descritas em outras partes da proposta;
- V. O fabricante deve garantir que a performance e as características dos equipamentos a serem fornecidos estarão em conformidade com as informações aqui apresentadas.

ANEXO 3 - Curvas “Temperatura x Fator de perdas dielétricas”

TEMPERATURA versus FATOR DE PERDAS DIELÉTRICAS
CURVA TÍPICA



TEMPERATURA versus FATOR DE PERDAS DIELÉTRICAS
CURVA ATÍPICA

