

MATERIAL PARA ISOLAMENTO TÉRMICO

Padronização

Esta Norma substitui e cancela a sua revisão anterior.

Toda esta Norma foi alterada em relação à revisão anterior.

Cabe à CONTEC - Subcomissão Autora, a orientação quanto à interpretação do texto desta Norma. O Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma é o responsável pela adoção e aplicação dos itens da mesma.

Requisito Mandatório: Prescrição estabelecida como a mais adequada e que deve ser utilizada estritamente em conformidade com esta Norma. Uma eventual resolução de não segui-la ("não-conformidade" com esta Norma) deve ter fundamentos técnico-gerenciais e deve ser aprovada e registrada pelo Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma. É caracterizada pelos verbos: "dever", "ser", "exigir", "determinar" e outros verbos de caráter impositivo.

Prática Recomendada (não-mandatória): Prescrição que pode ser utilizada nas condições previstas por esta Norma, mas que admite (e adverte sobre) a possibilidade de alternativa (não escrita nesta Norma) mais adequada à aplicação específica. A alternativa adotada deve ser aprovada e registrada pelo Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma. É caracterizada pelos verbos: "recomendar", "poder", "sugerir" e "aconselhar" (verbos de caráter não-impositivo). É indicada pela expressão: **[Prática Recomendada]**.

Cópias dos registros das "não-conformidades" com esta Norma, que possam contribuir para o aprimoramento da mesma, devem ser enviadas para a CONTEC - Subcomissão Autora.

As propostas para revisão desta Norma devem ser enviadas à CONTEC - Subcomissão Autora, indicando a sua identificação alfanumérica e revisão, o item a ser revisado, a proposta de redação e a justificativa técnico-econômica. As propostas são apreciadas durante os trabalhos para alteração desta Norma.

"A presente Norma é titularidade exclusiva da PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS, de uso interno na Companhia, e qualquer reprodução para utilização ou divulgação externa, sem a prévia e expressa autorização da titular, importa em ato ilícito nos termos da legislação pertinente, através da qual serão imputadas as responsabilidades cabíveis. A circulação externa será regulada mediante cláusula própria de Sigilo e Confidencialidade, nos termos do direito intelectual e propriedade industrial."

CONTEC

Comissão de Normas
Técnicas

SC - 09

Isolamento Térmico e Refratários

Apresentação

As normas técnicas PETROBRAS são elaboradas por Grupos de Trabalho – GTs (formados por especialistas da Companhia e das suas Subsidiárias), são comentadas pelos Representantes Locais (representantes das Unidades Industriais, Empreendimentos de Engenharia, Divisões Técnicas e Subsidiárias), são aprovadas pelas Subcomissões Autoras – SCs (formadas por técnicos de uma mesma especialidade, representando os Órgãos da Companhia e as Subsidiárias) e aprovadas pelo Plenário da CONTEC (formado pelos representantes das Superintendências dos Órgãos da Companhia e das suas Subsidiárias, usuários das normas). Uma norma técnica PETROBRAS está sujeita a revisão em qualquer tempo pela sua Subcomissão Autora e deve ser reanalisada a cada 5 (cinco) anos para ser revalidada, revisada ou cancelada. As normas técnicas PETROBRAS são elaboradas em conformidade com a norma PETROBRAS N-1. Para informações completas sobre as normas técnicas PETROBRAS, ver Catálogo de Normas Técnicas PETROBRAS.

1 OBJETIVO

1.1 Esta Norma padroniza os materiais isolantes térmicos para alta e baixa temperatura, materiais complementares e acessórios de montagem de isolamento térmico.

1.2 Esta Norma se aplica a projetos iniciados a partir da data de sua edição e também instalações/equipamentos já existentes, quando da sua manutenção ou reforma.

1.3 Esta Norma contém Requisitos Mandatórios e Práticas Recomendadas.

2 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Os documentos relacionados a seguir são citados no texto e contêm prescrições válidas para a presente Norma.

PETROBRAS N-1358	- Sólidos por Volume - Determinação pelo Disco de Aço;
PETROBRAS N-1367	- Determinação do Teor de Sólidos por Massa em Tintas e Produtos Afins;
PETROBRAS N-1538	- Resistência da Película de Tinta ao Dióxido de Enxofre pelo Aparelho de Kesternick;
PETROBRAS N-1751	- Determinação da Densidade de Betumes e Asfaltos;
PETROBRAS N-2393	- Cimento Asfáltico e Asfalto Diluído - Determinação da Ductilidade;
PETROBRAS N-2394	- Cimento Asfáltico e Asfalto Diluído - Ensaio de Penetração;
PETROBRAS N-2411	- Asfalto - Solubilidade em Tricloroetileno;
PETROBRAS N-2412	- Asfalto - Efeito do Calor e do Ar;
PETROBRAS N-2413	- Asfalto - Determinação do Ponto de Amolecimento;
PETROBRAS N-2442	- Feltro Saturado com Alcatrão de Hulha;
PETROBRAS N-2443	- Feltro Saturado com Asfalto;
ABNT MB-787	- Superfície Pintada ou com Revestimento Similar - Ensaio de Resistência à Névoa Salina;
ABNT NBR 5007	- Tiras Relaminadas de Aço de Baixo Teor de Carbono;
ABNT NBR 5589	- Arame de Aço de Baixo Teor de Carbono, Diâmetros, Tolerâncias e Pesos;
ABNT NBR 6323	- Aço em Ferro Fundido Revestimento de Zinco por Imersão à Quente;
ABNT NBR 6331	- Arame de Aço de Baixo Teor de Carbono, Zincado, para Uso Geral;
ABNT NBR 7000	- Alumínio e suas Ligas - Produtos Extrudados - Propriedades Mecânicas;
ABNT NBR 7008	- Chapas de Aço-Carbono Zincado pelo Processo Contínuo de Imersão a Quente;
ABNT NBR 7013	- Chapas de Aço-Carbono Zincados por Imersão a Quente - Requisitos Gerais;
ABNT NBR 7225	- Materiais de Pedra e Agregados Naturais;

ABNT NBR 8635	- Arames de Aço Inoxidável para Forjamento a Frio de Parafusos e Porcas;
ABNT NBR 8994	- Chapas de Ligas de Alumínio para Proteção de Isolantes Térmicos;
ABNT NBR 9688	- Isolantes Térmicos de Lã Cerâmica - Mantas;
ABNT NBR 9909	- Isolantes Térmicos de Lã Cerâmica - Painéis;
ABNT NBR 10404	- Isolantes Térmicos de Lã Cerâmica - Flocos;
ABNT NBR 10412	- Isolantes Térmicos de Lã de Vidro - Feltros de Lamelas;
ABNT NBR 10662	- Isolantes Térmicos Pré-Moldados de Silicato de Cálcio;
ABNT NBR 11357	- Tubos Termoisolantes à Base de Lã de Vidro;
ABNT NBR 11358	- Painéis Termoisolantes à Base de Lã de Vidro;
ABNT NBR 11360	- Isolantes Térmicos de Lã de Vidro - Flocos;
ABNT NBR 11361	- Mantas Termoisolantes à Base de Lã de Vidro;
ABNT NBR 11363	- Tubos Termoisolantes à Base de Lã de Rocha;
ABNT NBR 11364	- Painéis Termoisolantes à Base de Lã de Rocha;
ABNT NBR 11625	- Isolantes Térmicos Pré-Moldados de Sílica Diatomácea;
ABNT NBR 11726	- Espuma Rígida de Poliuretano para Fins de Isolação Térmica;
ABNT NBR 11777	- Cimento Isolante à Base de Silicato de Cálcio para Rejuntamento;
ABNT NBR 13047	- Isolante Térmico de Lã de Rocha - Mantas Flexíveis com Suporte de Tela Metálica;
ABPE M009	- Composto de Polietileno PE - Verificação da Dispersão de Pigmentos;
ISO 1522	- Paints and Varnishes - Pendulum Damping Test Second Edition;
ASTM A36	- Standard Specification for Carbon Structural Steel;
ASTM A109	- Standard Specification for Steel, Strip, Carbon, Cold-Rolled;
ASTM A167	- Stainless and Heat-Resisting Chromium-Nickel Steel Plate, Sheet, and Strip;
ASTM A390	- Standard Specification for Zinc-Coated (Galvanized) Steel Poultry Fence Fabric;
ASTM A480	- Standard Specification for General Requirements for Flat-Rolled Stainless and Heat-Resisting Steel Plate, Sheet, and Strip;
ASTM A492	- Stainless and Heat-Resisting Steel Rope Wire;
ASTM A591	- Specification for Steel Electrolyte Zinc - Coated for Light Coating Mass Applications;
ASTM B209	- Aluminum and Aluminum-Alloy, Sheet and Plate;
ASTM B633	- Electrodeposited Coatings of Zinc on Iron and Steel;
ASTM C177	- Standard Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded-Hot-Plate Apparatus;

ASTM C421	- Tumbling Friability of Preformed Block-Type Thermal Insulation - Test;
ASTM C461	- Standard Test Methods for Mastics and Coatings Used with Thermal Insulation;
ASTM C518	- Test Method for Steady-State Thermal Transmission Properties by Means of the Heat Flow Meter Apparatus;
ASTM C591	- Standard Specification for Unfaced Preformed Rigid Cellular Polyurethane Thermal Insulation;
ASTM C610	- Standard Specification for Molded Expanded Perlite Block and Pipe Thermal Insulation;
ASTM C795	- Standard Specification for Thermal Insulation for Use in Contact with Austenitic Stainless Steel;
ASTM D36	- Softening Point Bitumen (Ring and Ball Apparatus) - Test;
ASTM D70	- Specific Gravity of Semi-Solid Bituminous Materials- Test;
ASTM D92	- Flash and Fire Points by Cleveland Open Cup - Test;
ASTM D113	- Ductility of Bituminous Materials - Test;
ASTM D146	- Standard Test Methods for Sampling and Testing Bituminen-Saturated Felts and Woven Fabrics for Roofing and Waterproofing;
ASTM D471	- Rubber Property - Effect of Liquids - Test;
ASTM D522	- Standard Test Methods for Mandrel Bend Test of Attached Organic Coatings;
ASTM D523	- Standard Test Method for Specular Gloss;
ASTM D543	- Standard Practices for Evaluating the Resistance of Plastics to Chemical Reagents;
ASTM D570	- Standard Test Method for Water Absorption of Plastics;
ASTM D635	- Standard Test Method for Rate of Burning and/or Extent and Time of Burning of Plastics in a Horizontal Position;
ASTM D638	- Test Method for Tensile Properties of Plastics;
ASTM D790	- Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials;
ASTM D1238	- Test Method for Flow Rates of Thermoplastics by Extrusion Plastometer;
ASTM D1505	- Test Method for Density of Plastics by the Density - Gradient Technique;
ASTM D1525	- Test Method for Vicat Softening Temperature of Plastics;
ASTM D1621	- Test Method Compressive Properties of Rigid Cellular Plastics;
ASTM D1622	- Test Method for Apparent Density Rigid of Cellular Plastics;
ASTM D1623	- Test Method for Tensile and Tensile Adhesion Properties of Rigid Cellular Plastics;

ASTM D1653	- Test Methods for Water Vapor Transmission of Organic Coating Films;
ASTM D2126	- Test Method for Response of Rigid Cellular Plastics to Thermal and Humid Aging;
ASTM D2240	- Test Method for Rubber Property - Durometer Hardness;
ASTM D2244	- Standard Test Method for Calculation of Color Differences from Instrumentally Measured Color Coordinates;
ASTM D2247	- Standard Practice for Testing Water Resistance of Coating in 100 % Relative Humidity;
ASTM D2794	- Resistance of Organic Coatings on the Effects of Rapid Deformation (Impact) - Test;
ASTM D2842	- Water Absorption of Rigid Cellular Plastics - Test;
ASTM D2856	- Test Method for Open-Cell Content of Rigid Cellular Plastics by the Air Pyconometer;
ASTM D2939	- Emulsified Bitumens Used as Protective Coatings - Testing;
ASTM D3349	- Test Method for Absorption Coefficient of Ethylene Polymer Material Pigmented with Carbon Black;
ASTM D3359	- Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test;
ASTM D4141	- Conducting Accelerated Outdoor Exposure Tests of Coatings - Practice;
ASTM D4218	- Test Method for Determination of Carbon Black Content in Polyethylene Compounds by the Muffle-Furnace Technique;
ASTM E96	- Test Methods for Water Vapor Transmission for Materials;
ASTM E313	- Standard Practice for Calculating Yellowness and Whiteness Indices from Instrumentally Measured Color Coordinates;
ASTM G26	- Standard Practice for Operating Light-Exposure Apparatus (Xenon-Arc Type) with and without Water for Exposure of Nonmetallic Materials.

3 DEFINIÇÕES

Para os propósitos desta Norma são adotadas as definições indicadas nos itens 3.1 a 3.7.

3.1 Isolante Térmico Rígido

São considerados rígidos os seguintes isolantes:

- a) sílica diatomácea;
- b) silicato de cálcio;
- c) espuma rígida de poliuretano;
- d) perlita expandida.

3.2 Calha Pernalonga

Peça com extremidades alongadas, contínua ou com adição de material por meio de adesivo, para isolamento de tubulações contendo linha de aquecimento.

3.3 Isolante Térmico Flexível

São considerados flexíveis os seguintes isolantes:

- a) lã de vidro;
- b) lã de rocha;
- c) lã cerâmica.

3.4 Material Complementar

Material destinado à proteção do isolante térmico e/ou à montagem da barreira de vapor.
Ex.: cimentos, massas, selantes, chapas de proteção.

3.5 Acessório

Material destinado a facilitar a montagem e fixar os materiais isolantes e complementares.
Ex.: arames, cintas, “clip”, selos, parafusos.

3.6 Alta Temperatura

Toda temperatura de operação acima da temperatura média das máximas temperaturas ambiente nos dois meses mais quentes do ano.

3.7 Baixa Temperatura

Toda temperatura de operação igual ou inferior a temperatura média das máximas temperaturas ambiente nos dois meses mais quentes do ano.

4 ISOLANTES TÉRMICOS RÍGIDOS

Quando o isolante térmico for aplicado em equipamentos ou tubulações de aço inoxidável das séries 300 e 400, o teor máximo de cloretos no isolante deve atender ao critério da norma ASTM C795.

4.1 Sílica Diatomácea

4.1.1 As características exigíveis são aquelas constantes na norma ABNT NBR 11625, com a seguinte modificação: isenta de amianto.

4.1.2 O material deve ter estabilidade mecânica (resistência à desagregação), segundo a norma ASTM C421, de forma a não perder mais do que 20 % de sua massa após 10 minutos de teste e mais do que 45 % de sua massa após 20 minutos.

4.2 Silicato de Cálcio

As características exigíveis são aquelas constantes na norma ABNT NBR 10662.

4.3 Espuma Rígida de Poliuretano

4.3.1 Poliuretano Pré-Moldado

As características exigíveis são aquelas constantes na norma ABNT NBR 11726, tipo 2, com as seguintes modificações:

- a) com retardantes de chamas;
- b) comprimento de 500 mm, para calhas e segmentos;
- c) agente expensor isento de gás CFC (cloro flúor carbono).

4.3.2 Poliuretano Injetado ou Pulverizado

As características exigíveis são aquelas constantes da TABELA B-2 do ANEXO B, devendo ser utilizada na faixa de temperatura de -40 °C a 80 °C. O agente expensor deve ser isento de gás CFC.

4.4 Perlita Expandida

As características exigíveis são aquelas constantes na norma ASTM C610.

5 ISOLANTES TÉRMICOS FLEXÍVEIS

Quando o isolante térmico for aplicado em equipamentos ou tubulações de aço inoxidável das séries 300 e 400, o teor máximo de cloretos no isolante deve atender ao critério da norma ASTM C795.

5.1 Lã de Vidro

5.1.1 Em Feltro de Lamelas

5.1.1.1 As características exigíveis são aquelas constantes na norma ABNT NBR 10412, para aplicações em alta temperatura.

5.1.1.2 Devem ser utilizados segmentos com largura tal que resultem no menor número de juntas e que fiquem perfeitamente conformados na superfície a isolar.

Nota: Não deve ser utilizado feltro de lamelas para diâmetros nominais inferiores a 100 mm (4").

5.1.2 Em Painel

As características exigíveis são aquelas constantes na norma ABNT NBR 11358, com o seguinte requisito adicional: temperatura máxima de utilização de 450 °C.

5.1.3 Em Tubo

As características exigíveis são aquelas constantes na norma ABNT NBR 11357, com os seguintes requisitos adicionais:

- a) temperatura máxima de utilização de 450 °C;
- b) massa específica de 60 kg/m³ ou 100 kg/m³.

5.1.4 Em Manta

As características exigíveis são aquelas constantes na norma ABNT NBR 11361, com o seguinte requisito adicional: temperatura máxima de utilização de 450 °C.

5.1.5 Em Flocos

As características exigíveis são aquelas constantes na norma ABNT NBR 11360, com os seguintes requisitos adicionais:

- a) temperatura máxima de utilização de 250 °C para Classe A;
- b) temperatura máxima de utilização de 450 °C para Classe B.

5.2 Lã de Rocha

5.2.1 Em Feltro de Lamelas

5.2.1.1 Os painéis a serem utilizados na fabricação dos segmentos do feltro de lamelas devem estar de acordo com a norma ABNT NBR 11364.

5.2.1.2 Os feltros de lamelas devem ser aplicados em alta temperatura até 350 °C.

5.2.1.3 Devem ser utilizados segmentos com largura tal que resultem no menor número de juntas e que fiquem perfeitamente conformados na superfície a isolar.

Nota: Não deve ser utilizado feltro de lamelas para diâmetros nominais inferiores a 100 mm (4").

5.2.1.4 O suporte do painel deve ser de folha de alumínio, com espessura mínima de 0,015 mm, com ou sem papel "kraft", reforçada com fios de poliéster ou vidro.

5.2.2 Em Painel

As características exigíveis são aquelas constantes na norma ABNT NBR 11364, com o seguinte requisito adicional: temperatura máxima de utilização de 750 °C.

5.2.3 Em Tubo

As características exigíveis são aquelas constantes na norma ABNT NBR 11363, com as seguintes modificações:

- a) massa específica aparente a partir de 120 kg/m³;
- b) porcentagem máxima de material não fibroso de 5 %.

5.2.4 Em Manta

As características exigíveis são aquelas constantes na norma ABNT NBR 13047, com as seguintes modificações:

- a) aplicações em alta temperatura até 750 °C;
- b) massa específica aparente a partir de 30 kg/m³;
- c) porcentagem máxima de material não fibroso de 5 %.

5.3 Lã Cerâmica

5.3.1 Em Manta sem Enrijecedor

As características exigíveis são aquelas constantes na norma ABNT NBR 9688. Admite-se a introdução do óxido de zircônio (ZrO₂) em substituição parcial à alumina (Al₂O₃), desde que atendidos os demais requisitos da norma. **[Prática Recomendada]**

5.3.2 Em Manta com Enrijecedor

5.3.2.1 As mantas com aglutinante devem possuir as seguintes características:

- a) temperatura máxima de operação de 1 260 °C;
- b) massa específica aparente (seca) de 250 kg/m³, com tolerância de -10 % e +20 %;
- c) resistência a tração (seca) mínima de 686 kPa (7,0 kgf/cm²);
- d) resistência a gases à velocidade de 40 m/s.

5.3.2.2 As dimensões e tolerâncias são conforme TABELA 1.

TABELA 1 - DIMENSÕES E TOLERÂNCIAS

Comprimento (mm) (Tolerância - 2 % e + 10 %)	Largura (mm) (Tolerância - 2 % e + 10 %)	Espessura (mm)
1 220	610	6 (Tolerância -25 % e +50 %)
1 220	610	13 (Tolerância -25 % e +50 %)
1 220	610	25 (Tolerância -15 % e +20 %)

5.3.2.3 Os coeficientes de condutividade térmica máxima “k”, determinados segundo a norma ASTM C177, são conforme a TABELA 2.

TABELA 2 - CONDUTIVIDADE TÉRMICA

Temperatura Média (°C)	Condutividade Térmica Máxima “k”
300	0,070 (0,060)
400	0,090 (0,078)
500	0,108 (0,093)
600	0,132 (0,114)
700	0,153 (0,132)

Nota: Os valores de “k” são dados em W/m.K e os valores entre parênteses são em kcal/h.m.°C.

5.3.3 Em Painel

As características exigíveis são aquelas constantes na norma ABNT NBR 9909.

5.3.4 Em Flocos

As características exigíveis são aquelas constantes na norma ABNT NBR 10404.