

# **APLICAÇÃO DO ISOLAMENTO TÉRMICO A ALTA TEMPERATURA EM TUBULAÇÕES E EQUIPAMENTOS**



## ÍNDICE

<b>1. OBJETIVO.....</b>	02
<b>2. DEFINIÇÃO E CONCEITO.....</b>	02
<b>3. RESPONSABILIDADES.....</b>	02
<b>4. DOCUMENTOS EXTERNOS / FONTES DE CONSULTA.....</b>	02
<b>5. DETALHAMENTO DE ATIVIDADES.....</b>	02
5.1. Recomendações Gerais.....	02
5.2. Equipamentos e Ferramentas Utilizadas.....	02
5.3. Preparação da superfície .....	03
5.4. Inspeção visual da superfície a ser revestida .....	03
5.5. Seleção do material isolante .....	03
5.5.1. Material isolante .....	03
5.6. Isolamento térmico para proteção pessoal .....	04
5.7. Sequência de Montagem do Isolamento Térmico materiais fibrosos em Tubulações .....	04
5.7.1. Montagem de Isolamentos Térmicos Rígidos em Tubulações .....	05
5.7.2. Sistema de fixação do isolamento materiais fibrosos .....	06
5.7.3 Sistema de fixação do isolamento materiais rígidos .....	07
5.7.4. Montagem de Isolantes Térmicos em acessórios de Tubulações materiais fibrosos.....	07
5.7.5. Montagem de Isolantes Térmicos em acessórios de Tubulações materiais rígidos .....	08
5.7.6. Sistema de Suportação para Isolamento com Mantas ou Calhas .....	08
5.7.7. Aplicação de isolamento em equipamento sob temperatura elevada .....	08
5.8. Aplicação de isolamento térmico em equipamentos .....	09
5.8.1. Sequência de Mont. do Isolamento Térmico – Equipamentos (Cons. Gerais).....	09
5.9. Aplicação do Isolamento Térmico em Equipamentos – (Considerações específicas) .....	10
5.9.1. Vasos de Pressão Horizontais .....	10
5.9.2. Vasos de pressão Verticais .....	10
5.9.3. Tampos de Vasos de Pressão (calotas) .....	10
5.9.4. Trocadores de Calor .....	10
5.9.5. Anéis de Reforço .....	11
5.10. Tanques de Armazenamento.....	11
5.10.1. Costado de Tanques de Armazenamento.....	11
5.10.2. Teto de Tanques de Armazenamento .....	12
5.11. Caldeiras .....	13
5.12. Bombas e Turbinas .....	13
5.12.1. Isolamento Térmico Removível para Bombas e Turbinas .....	13
5.12.2. Isolamento Térmico Fixo para Bombas e Turbinas .....	14
<b>6. INSPEÇÃO /CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO.....</b>	14
<b>7. SEGURANÇA DO TRABALHO.....</b>	14
<b>8. MEIO AMBIENTE.....</b>	14
<b>9. QUADRO DE REGISTROS .....</b>	15
<b>10. ANEXOS.....</b>	15
<b>11. NATUREZA DAS ALTERAÇÕES.....</b>	15
<b>12. APROVAÇÃO.....</b>	15

 <b>Risoterm</b> Isolantes Térmicos Ltda	<b>INSTRUÇÃO DE TRABALHO</b> <b>APLICAÇÃO DO ISOLAMENTO TÉRMICO A ALTA TEMPERATURA EM TUBULAÇÕES E EQUIPAMENTOS</b>	<b>IT.I.02</b> <b>Data:</b> 07/01/2025 <b>Revisão:</b> 15
--	--	---

## 1. OBJETIVO

Definir critérios que assegurem a boa realização dos serviços de aplicação de Isolamentos Térmicos Quente, utilizando-se materiais Rígidos ou Flexíveis.

## 2. DEFINIÇÃO E CONCEITO

**Materiais isolantes:** São aqueles capazes de reduzir a transferência de calor e proporcionar conservação de energia, proteção pessoal e controle do processo.

## 3. RESPONSABILIDADES

A responsabilidade pela execução deste procedimento é do time que realiza os trabalhos de isolamento térmico.

## 4. DOCUMENTOS EXTERNOS/FONTE DE CONSULTA

Normas Petrobrás: N- 250, N-550 e N- 1618

## 5. DETALHAMENTO DAS ATIVIDADES

### 5.1 Recomendações Gerais

- Quando houver necessidade de andaimes, os mesmos devem estar montados adequadamente ao serviço;
- A montagem do isolamento térmico não deve ser iniciada antes da conclusão dos testes hidrostático e de pressão;
- A instalação dos revestimentos de proteção deve ser feita após a montagem dos materiais isolantes de modo a evitar a exposição dos mesmos da ação de intempéries, caso contrário, protegê-los temporariamente é uma boa prática;

### 5.2 Equipamentos e Ferramentas Utilizadas

- Ferramentas manuais para isoladores e funileiros;
- Máquina de cintar.

 <b>Risoterm</b> <i>Isolantes Térmicos Ltda</i>	<b>INSTRUÇÃO DE TRABALHO</b>	<b>IT.I.02</b>
	<b>APLICAÇÃO DO ISOLAMENTO TÉRMICO A ALTA TEMPERATURA EM TUBULAÇÕES E EQUIPAMENTOS</b>	<b>Data:</b> 07/01/2025 <b>Revisão:</b> 15

### 5.3 Preparação da superfície

Fica a critério do cliente a necessidade de tratamento da superfície a ser isolada, consultar o mesmo, antes da aplicação do sistema de isolamento térmico.

O processo de tratamento da superfície e pintura deve ser realizado conforme o padrão de cada cliente uma vez que obedeça às normas que regulam tal procedimento.

### 5.4 Inspeção visual da superfície a ser revestida

As tubulações e equipamentos a serem isoladas, serão inspecionadas quanto as condições de limpeza, isenção de corrosão, graxas, óleo ou qualquer tipo de resíduos.

### 5.5 Seleção do material isolante

A definição do tipo de material a ser utilizado deve ser de acordo com o cliente, que deve levar em consideração os seus dados operacionais e propriedades definidas em ficha técnica do produto a ser aplicado.

#### 5.5.1 material isolante

**Tabela 1 - Formato do isolante Térmico**

<b>Diâmetro externo (mm)</b>	<b>Material rígido</b>	<b>Material flexível</b>
$\phi < 100$	Calha	Tubo ou manta
$100 < \phi \leq 200$	Calha	Calhas, feltro de lamelas ou manta
$200 < \phi \leq 350$	Segmento ou quadrante	Calhas, feltro de lamelas ou manta
$350 < \phi \leq 900$	Segmento ou quadrante	Feltro de lamelas, painel ou manta
$900 < \phi \leq 2\,500$	Placa	Feltro de lamelas, painel ou manta
$\phi > 2\,500$	Placa	Painel ou manta

Tabela 01: Seleção do material isolante

Devem ser adicionadas juntas de expansão sempre que montado um isolante térmico rígido com largura entre 20 mm e 25 mm e enchimento feito com material isolante flexível e o espaçamento conforme tabela abaixo:

**Tabela 2 - Espaçamento máximo das juntas de expansão**

<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Espaçamento máximo das juntas de expansão (m)</b>	
	<b>Aços ferríticos</b>	<b>Aços Austeníticos</b>
100	23	14
150	12	8,5
200	8	6
250	6	4,5
300	5	3,5
350	4	3
400	4	2,5
500	3	2

Tabela 02: Espaçamento das juntas de expansão

### **5.6 Isolamento térmico para proteção pessoal**

Ao se tocar uma superfície com temperatura próxima a 80°C, não havendo rápida retirada da mão, há queimadura imediata. Temperaturas superiores conduzem a queimaduras graves, enquanto temperaturas até 60°C são suportáveis pelo ser humano, sem danos aos tecidos.

Ou seja, a temperatura superficial da cobertura do isolante para proteção pessoal não deve ser superior a 60°C. Verifique a condutividade térmica na folha de dados técnicos do material a ser aplicado.

### **5.7 Sequência de Montagem do Isolamento Térmico materiais fibrosos em Tubulações**

- O material isolante deve ser instalado manualmente e ajustado com faca sem ponta, a suportação inicial deve ser feita com tiras de borracha;
- O isolamento em calhas ou tubos em camada única deve ser montado com as juntas semicircunferências e longitudinais desencontradas;
- O isolamento em calhas ou tubos em múltiplas camadas deve ser montado com as juntas circunferenciais e semicircunferências e longitudinais desencontradas entre si e daquelas da camada anterior;

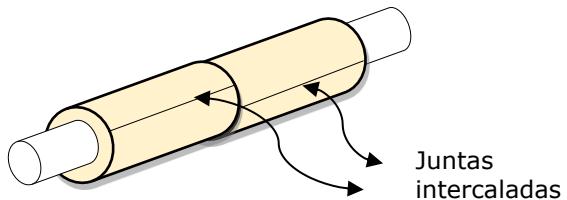


Figura 01: Ilustração sistema de fixação

Fonte: próprio autor

- O isolamento térmico de tubulações com traço de vapor deve ser de tal forma que envolva todo conjunto;

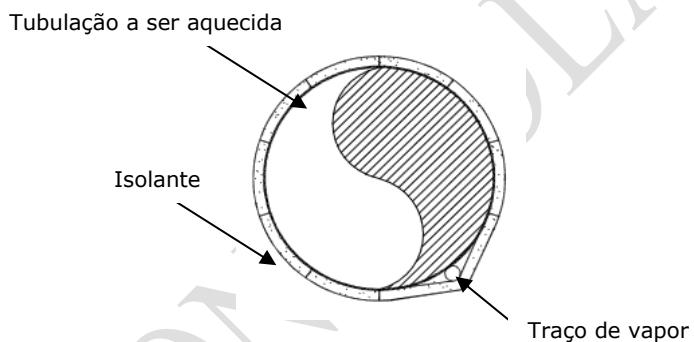


Figura 02: Ilustração sistema de isolamento com traço de vapor

Fonte: próprio autor

- Junções: Todas as junções devem estar bem ajustadas. Qualquer espaço vazio ou lacuna maior do que 1/16" (1.5 mm) deve ser preenchido. O material de enchimento deve ser o mesmo material utilizado para o isolamento;
- Tolerâncias: O isolamento deve ser instalado de tal forma que a lacuna entre a superfície isolada e o isolamento seja menor do que 1/8" (3 mm), a menos que um isolamento superdimensionado seja requerido para acomodar o traço de vapor.

### **5.7.1 Sequência de Montagem de Isolamento térmico rígidos em Tubulações**

- O material isolante deve ser instalado manualmente e ajustado com serra de podar, a suportação inicial deve ser feita com tiras de borracha;
- O isolamento em camada única deve ser montado com as juntas semicircunferências e longitudinais desencontradas entre si e daquelas da camada anterior;



- O isolamento em múltiplas camadas deve ser montado com as juntas circunferenciais, semicircunferências e longitudinais desencontradas entre si e daquelas da camada anterior;
- Todas as juntas devem ser rejuntadas com cimento isolante;

#### **5.7.2 Sistema de fixação do isolamento materiais fibrosos**

- A fixação de materiais isolantes em uma ou múltiplas camadas deve ser feita de acordo com a tabela 03 abaixo. Cada um afastado de 50 mm da extremidade da peça e um terceiro posicionado na metade do comprimento;

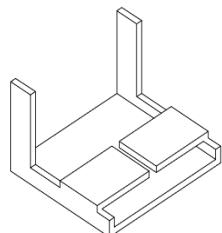
**Tabela 3-Fixação de camadas de materiais Isolantes Fibrosos**

<b>Diâmetro nominal da tubulação</b>	<b>Fixação</b>
$\varphi \leq 6''$	Arame $\varphi 1,25$ mm ou Superior
$\Phi$ de $6''$ a $14''$	Cinta $12,7$ mm
$\Phi > 14''$	Cinta inox $1/2''$

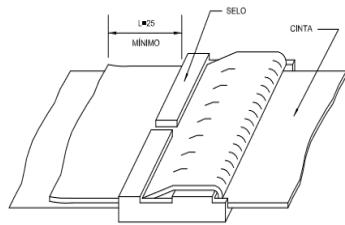
**NOTA 1:** No que caso de camadas múltiplas, as camadas intermediárias com diâmetro externo igual ou maior 250 mm e a última camada, devem ser fixadas com cintas de aço-carbono galvanizado.

Tabela 03: Fixação de camadas de materiais Isolantes Fibrosos

- As extremidades das voltas dos arames devem ser torcidas, dobradas e posicionadas dentro do isolamento, de maneira a não deixar quaisquer projeções, utilizar alicate universal para aperto.
- Quando o isolamento for feito em múltiplas camadas e a temperatura de operação for maior que  $350^{\circ}\text{C}$ , as cintas de fixação das camadas internas junto ao equipamento ou tubulação (primeira camada) devem ser de aço inoxidável;
- Em locais de difícil acesso ou de elevado custo de manutenção, as cintas, os selos e os arames para fixação devem ser de aço inoxidável;
- As cintas devem ser apertadas utilizando-se uma ferramenta mecânica e devem ser fixadas com lacres do tipo borboleta ou canelado. Os lacres devem ficar rentes com o isolamento;
- Quando as atividades de fixação do isolamento térmico com cintas estiverem previstas para serem executadas com trabalho em altura, o processo de corte das cintas deverá ser feito previamente à subida dos andaimes, evitando o deslocamento de materiais de consumo pesados no andaime.



Selo antes da



Selo depois da aplicação

Figura 03: Selos/cinta

### 5.7.3 Sistema de fixação do isolamento materiais rígidos.

- A fixação de cada camada de material isolante rígido em tubulações deve ser feita através de arame ou cinta de aço-carbono galvanizado, afastado 50 mm das extremidades de cada peça selecionada em função do diâmetro nominal da tubulação e conforme a tabela abaixo:

**Tabela 4 - Fixação de camadas de materiais Isolantes Rígidos**

Diâmetro nominal da tubulação	Fixação
$\phi \leq 6 "$	Arame $\phi 1,25$ mm ou superior
$\phi > 6 "$	Cinta 12,7 mm

**NOTA 1:** No caso de camadas múltiplas, as camadas intermediárias com diâmetro externo igual ou maior 250 mm e a última camada, devem ser fixadas com cintas de aço-carbono galvanizado.

**NOTA 2:** Para isolantes térmicos rígidos e frágeis deve ser utilizada cinta 12,7 mm em todos diâmetros para evitar corte do isolamento.

Tabela 4 - Fixação de camadas de materiais Isolantes Rígidos

### 5.7.4 Montagem de Isolantes Térmicos em acessórios de Tubulações materiais fibrosos

 <b>Risoterm</b> Isolantes Térmicos Ltda	<b>INSTRUÇÃO DE TRABALHO</b> <b>APLICAÇÃO DO ISOLAMENTO TÉRMICO A ALTA TEMPERATURA EM TUBULAÇÕES E EQUIPAMENTOS</b>	<b>IT.I.02</b> <b>Data:</b> 07/01/2025 <b>Revisão:</b> 15
--	--	---

Os acessórios de tubulações (Curvas, Tês, Reduções, Tampões, Válvulas, Flanges e Uniões) devem ser isolados com mantas flexíveis pois melhor se adequam à superfície de cada item.

Para o isolamento térmico de válvulas, e quando necessário de flanges e uniões, deve-se avaliar a necessidade de montagem do isolamento junto a caixa removível de forma que quando seja retirado o revestimento o isolamento esteja preso ao mesmo para facilitar o manuseio.

#### **5.7.5 Montagem de Isolantes Térmicos em acessórios de Tubulações materiais rígidos**

Recortar e montar o isolante na tubulação, mantendo a geometria do acidente, fixando-o com arame ou cinta. Aplicar uma camada de cimento isolante de 3 mm de espessura.

#### **5.7.6 Sistema de Suportação para Isolamento com Mantas ou Calhas**

**Tabela 05: Sistema de fixação do isolamento**

<b>A - Suportes</b>		
A.1	Situação de Aplicação e Materiais de Suportação	Em tubulações onde forem utilizadas mantas de lã mineral serão utilizadas barras chatas de aço carbono ou inox de 1" x 1/8".
A.2	Formato	Tipo anel bipartido.
A.3	Fixação dos Suportes na Tubulação	Fixação do anel por abraçamento.
		Não deve deslizar livremente na tubulação.
A.4	Acessórios dos Suportes	Parafuso diâmetro de 5/16" com porca.
A.5	Quantidade de Suportes	Distância máxima entre os suportes de 950 mm para trechos verticais e horizontais sempre que for aplicada manta de lã mineral.

Tabela 05: Sistema de fixação do isolamento

#### **5.7.7 Aplicação de isolamento térmico em equipamento sob temperatura elevada**

Todos os riscos do cenário que envolve essa etapa do trabalho com exposição as temperaturas elevadas devem estar contemplados na APR / AST e devidamente avaliado junto com a operação durante a emissão da PT.

Quando houver risco de queimadura a manta deve ser cortada previamente, para facilitar a aplicação da camada de contenção de temperatura, fazer a fixação provisória e dar continuidade às demais etapas

 <b>Risoterm</b> <i>Isolantes Térmicos Ltda</i>	<b>INSTRUÇÃO DE TRABALHO</b> <b>APLICAÇÃO DO ISOLAMENTO TÉRMICO A ALTA TEMPERATURA EM TUBULAÇÕES E EQUIPAMENTOS</b>	<b>IT.I.02</b> <b>Data:</b> 07/01/2025 <b>Revisão:</b> 15
---	--	---

uma vez que o risco foi mitigado. Essa etapa da atividade deve ser realizada no mínimo com dois colaboradores.

Obrigatório o uso de luvas de couro cano longo de couro/raspa. Placas de sinalização devem ser instaladas no local onde haja o risco de queimaduras.

## 5.8. Aplicação de isolamento térmico em equipamentos

### 5.8.1. Sequência de Montagem do Isolamento Térmico – Equipamentos (Considerações Gerais);

- Podem ser utilizados materiais rígidos ou flexíveis nos formatos de manta, painéis flexíveis ou módulos ancoráveis;
- O material isolante deve ser instalado manualmente e ajustado com faca sem ponta ou serra de podar, a suportação inicial deve ser feita com tiras de borracha;
- As juntas circunferenciais das peças isolantes devem ser defasadas, no mínimo, de 1/3 do seu comprimento e as longitudinais (entre camadas) da metade de sua largura;
- Os materiais rígidos devem ser rejuntadas com cimento isolante;
- O isolamento em calhas ou tubos em múltiplas camadas deve ser montado com as juntas circunferenciais e semicircunferências e longitudinais desencontradas entre si e daquelas da camada anterior;
- Para diâmetros menores ou iguais a 1800 mm, a fixação do isolante ao casco deve ser feita por meio de cintas de aço-carbono galvanizado de 12,7 mm de largura espaçadas de 300 mm e envolvendo toda a circunferência do casco;
- Para diâmetros maiores que 1800 mm, a fixação do isolante ao casco deve ser feita com cintas de aço-carbono galvanizado de 12,7 mm de largura, espaçadas de 300 mm e ancoradas em suportes, distanciados entre si de no máximo 6000 mm;
- Para o isolamento em camadas múltiplas, as camadas internas não necessitam de fixação complementar por meio de cintas;
- Junções: Todas as junções devem estar bem ajustadas. Qualquer espaço vazio ou lacuna maior do que 1/16" (1.5 mm) deve ser preenchido. O material de enchimento deve ser o mesmo material utilizado para o isolamento;
- Tolerâncias: O isolamento deve ser instalado de tal forma que a lacuna entre a superfície isolada e o isolamento seja menor do que 1/8" (3 mm), a menos que um isolamento superdimensionado seja requerido para acomodar o traço de vapor.
- A região dos suportes de fixação deve ser preenchida com material flexível;
- Todo isolamento térmico deve ser revestido com chapas de alumínio ou inox para proteção contra ação de intempéries e para oferecer resistência mecânica ao sistema.

 <b>Risoterm</b> <i>Isolantes Térmicos Ltda</i>	<b>INSTRUÇÃO DE TRABALHO</b> <b>APLICAÇÃO DO ISOLAMENTO TÉRMICO A ALTA TEMPERATURA EM TUBULAÇÕES E EQUIPAMENTOS</b>	<b>IT.I.02</b> <b>Data:</b> 07/01/2025 <b>Revisão:</b> 15
---	--	---

## 5.9. Aplicação do Isolamento Térmico em Equipamentos – (Considerações específicas)

### 5.9.1. Vasos de Pressão Horizontais

- Os cascos horizontais devem ter, junto a ambos os tampos, um anel afastado 300 mm da solda do tampo ao casco, para amarração das cintas de fixação do isolamento do tampo;
- Os cascos de vasos de pressão com perímetro superior a 6000 mm e temperatura de operação superior a 150 °C devem ter, nas cintas de sustentação da chapa de proteção, uma mola senoidal ou helicoidal para cada 6000 mm ou fração, no perímetro, a fim de compensar as dilatações térmicas.

### 5.9.2. Vasos de pressão Verticais

- O isolamento térmico deve ser apoiado em anéis de sustentação, espaçados de 4000 mm;
- O isolante térmico deve ser fixado com cintas de aço-carbono galvanizado de 12,7 mm de largura, espaçadas de 300 mm;
- Para o isolamento em camadas múltiplas, as camadas internas devem ser amarradas com cintas de aço-carbono galvanizado de 12,7 mm de largura, espaçadas de 300 mm.

### 5.9.3. Tampos de Vasos de Pressão (calotas)

- O isolamento térmico deve ser montado conformando-se o material isolante de forma a ficar perfeitamente assentado sobre a superfície do tampo.
- O isolamento térmico deve ser fixado com cintas de aço-carbono galvanizado de 12,7 mm de largura, espaçadas no maior diâmetro de, no máximo, 300 mm.
- A fixação das cintas deve ser feita por meio de um anel flutuante de vergalhão em aço inox com diâmetro de 1/2", colocado no topo do tampo e um anel de sustentação preso ao casco.
- Como opção, em vasos verticais com saia, o isolante do tampo inferior deve ser fixado por meio de arame de aço-carbono galvanizado de diâmetro 1,25 mm (BWG 18), ancorado em grampos G ou porcas sextavadas de aço carbono, com espaçamento triangular de 300 mm de lado, soldados ao tampo.

### 5.9.4. Trocadores de Calor

- Os cascos horizontais devem ter, junto a ambos os tampos, um anel afastado 300 mm da solda do tampo ao casco, para amarração das cintas de fixação do isolamento do tampo;

 <b>Risoterm</b> <i>Isolantes Térmicos Ltda</i>	<b>INSTRUÇÃO DE TRABALHO</b>	<b>IT.I.02</b>
	<b>APLICAÇÃO DO ISOLAMENTO TÉRMICO A ALTA TEMPERATURA EM TUBULAÇÕES E EQUIPAMENTOS</b>	<b>Data:</b> 07/01/2025
		<b>Revisão:</b> 15

- Os cascos de trocadores com perímetro superior a 6000 mm e temperatura de operação superior a 150 °C devem ter, nas cintas de sustentação da chapa de proteção, uma mola senoidal ou helicoidal para cada 6 000 mm ou fração, no perímetro a fim compensar as dilatações térmicas;
- O isolamento térmico próximo dos flanges dos cascos, carretel e boleado devem ser removíveis.
- O isolamento térmico do boleado dos trocadores de calor deve ser realizado conforme abaixo:

a) quando o boleado for flangeado:

- Por meio de caixas removíveis de chapa de alumínio classe A (lisas), na espessura de 1 mm, utilizando-se material isolante flexível; ou
- Jaqueta térmica

b) quando o boleado for soldado:

- O isolamento deve ser montado conformando-se o material isolante de forma a ficar perfeitamente assentado sobre a superfície do boleado;
- O isolante deve ser fixado com cintas de aço-carbono galvanizado de 12,7 mm de largura, espaçadas no maior diâmetro de, no mínimo 300 mm;
- A fixação das cintas deve ser feita por meio de um anel flutuante de vergalhão em aço inox com diâmetro de 1/2", colocado junto a ambos os tamos e um anel de sustentação preso ao casco, para amarração das cintas de fixação do isolamento do tampo.

### 5.9.5. Anéis de Reforço

- Os diversos tipos de anéis de reforço devem ser isolados;
- Na parte superior do anel de reforço deve ser feito enchimento com mesmo material isolante afim de proporcionar um grau de inclinação para desvio de água quando o revestimento for montado;
- Sempre que possível o isolamento o isolamento deve ir fixado na caixa própria caixa de revestimento através de pinos metálicos.

## 5.10. Tanques de Armazenamento

### 5.10.1. Costado de Tanques de Armazenamento

- a) Para materiais flexíveis:
- Isolamento térmico indicado para regiões sujeitas a ventos fortes, índice pluviométrico elevado ou temperatura de operação igual ou superior a 100 °C.
- Deve ser soldada uma barra de sustentação de aço-carbono ou inox com seção de 38 mm x 4,8 mm em toda a circunferência do costado a uma altura de 500 mm do fundo do tanque, ou quando não for possível a soldagem, instalar os suportes conforme sistema de braçadeiras parafusadas.

 <b>Risoterm</b> <i>Isolantes Térmicos Ltda</i>	<b>INSTRUÇÃO DE TRABALHO</b>	<b>IT.I.02</b>
	<b>APLICAÇÃO DO ISOLAMENTO TÉRMICO A ALTA TEMPERATURA EM TUBULAÇÕES E EQUIPAMENTOS</b>	<b>Data:</b> 07/01/2025 <b>Revisão:</b> 15

Essa barra de sustentação deve ser constituída de segmentos de 2700 mm a 3600 mm de comprimento, com intervalos de 100 mm e afastamento do costado igual à espessura do isolante.

- Os suportes das barras de sustentação devem ser alinhados e soldados no sentido longitudinal, espaçados de 900 mm a 1200 mm no sentido circunferencial do costado.
  - Os pinos de ancoragem devem ser alinhados e soldados a cada 300 mm no sentido longitudinal e a cada 300 mm no sentido circunferencial do costado.
  - Antes do início da colocação do material isolante, o anel periférico do fundo do tanque deve receber uma camada de impermeabilizante de base asfáltica de 6 mm de espessura, quando seca.
- b) Para materiais rígidos:
- Deve ser fixada uma chapa de sustentação em toda a circunferência do costado a uma altura de 500 mm do fundo do tanque. As chapas de sustentação são constituídas de segmento de 2000 mm a 3000 mm de comprimento com intervalos de 100 mm entre segmentos e largura igual à espessura do isolamento;
  - Os suportes de fixação devem ser feitos de vergalhões de aço-carbono de 12,7 mm (1/2) dispostos verticalmente no costado, espaçados de até 6000 mm e fixados por solda a cada 1800 mm;
  - As barras de sustentação devem ser feitas de chapas de aço-carbono galvanizado ou inox de 38 mm x 3,2 mm (1 1/2 x 1/8) soldadas nos suportes de fixação (vergalhões), ou quando não for possível a soldagem, instalar os suportes conforme sistema de braçadeiras parafusadas.
  - Antes do início da colocação da primeira camada, o anel periférico do fundo do tanque deve receber uma camada de impermeabilizante de base asfáltica de 6 mm de espessura, quando seca.
  - Após a colocação do primeiro anel de material isolante, a superfície externa do anel deve receber uma camada de impermeabilizante de base asfáltica de 6 mm de espessura, quando seca em uma altura de 200 mm.

#### **5.10.2. Teto de Tanques de Armazenamento**

- a) Para materiais flexíveis:
- Os suportes de fixação devem ser feitos de vergalhões de aço-carbono de 12,7 mm dispostos paralelamente sobre o teto, espaçados de 3000 mm e fixados por solda a cada 1500 mm.
  - A fixação do isolamento deve ser feita com cinta de aço-carbono de 12,7 mm de largura, espaçadas de 450 mm.
  - Os vergalhões devem ser previamente pintados e retocados após a solda, nos casos em que o teto também tenha que ser pintado.

 <b>Risoterm</b> Isolantes Térmicos Ltda	<b>INSTRUÇÃO DE TRABALHO</b>	<b>IT.I.02</b>
	<b>APLICAÇÃO DO ISOLAMENTO TÉRMICO A ALTA TEMPERATURA EM TUBULAÇÕES E EQUIPAMENTOS</b>	<b>Data:</b> 07/01/2025
		<b>Revisão:</b> 15

b) Para materiais rígidos:

- Os suportes de fixação devem ser feitos de vergalhões de aço-carbono de 12,7 mm dispostos paralelamente sobre o teto, espaçados de 3000 mm e fixados por solda a cada 1500 mm.
- A fixação do isolamento deve ser feita com cinta de aço-carbono de 12,7 mm de largura, espaçadas de 450 mm.
- Os vergalhões devem ser previamente pintados e retocados após a solda, nos casos em que o teto também tenha que ser pintado.

A proteção do material isolante deve ser realizada conforme abaixo:

- a) Aplicar sobre o isolante uma camada de impermeabilizante de base asfáltica, de 3 mm de espessura úmida;
- b) Aplicar uma camada de feltro asfáltico com sobreposição de 50 mm;
- c) Aplicar segunda camada de impermeabilizante de base asfáltica, de 3 mm de espessura úmida;
- d) Aplicar segunda camada de feltro asfáltico com sobreposição de 50 mm e defasada de 60° em relação a camada anterior;
- e) Aplicar terceira camada de impermeabilizante de base asfáltica, de 3 mm de espessura úmida;
- f) Aplicar uma camada de asfalto oxidado quente, na espessura seca de 5 mm;
- g) Aplicar uniformemente uma camada de pedrisco grosso em toda a superfície do teto, sobre o asfalto oxidado quando ainda pastoso.

### 5.11. Caldeiras

- Deve ser soldada pinos ranhurados de ancoragem para instalação dos materiais fibrosos;
- Quando o isolamento for feito em múltiplas camadas, a segunda deverá ser instalada com as juntas desencontradas da anterior (tipo mata-junta);
- A fixação do material isolante quando de múltiplas camadas, deve ser por meio de arruela auxiliar de fixação fabricada em aço-carbono galvanizado e instaladas nas camadas intermediárias e arruela de fixação fabricada em aço inox para camada única ou para a última, no caso de mais de uma camada;
- Preencher as aberturas entre as mantas ou painéis com sobras do mesmo material afim de evitar a passagem de gases quentes;
- Soldar barra chata em aço-carbono galvanizado com seção de 1 1/2" x 3/16" em todas as áreas externas distanciadas entre eixos de 950 mm para fixação das chapas de proteção;
- Deve ser fixada uma chapa de sustentação em todas as paredes e a uma altura de 500 mm da parte inferior destas;
- Deve ser deixado uma inclinação, de aprox. 2%, no teto para não haver acúmulo de água.

### 5.12 Bombas e Turbinas

#### 5.12.1. Isolamento Térmico Removível para Bombas e Turbinas

 <b>Risoterm</b> Isolantes Térmicos Ltda	<b>INSTRUÇÃO DE TRABALHO</b>	<b>IT.I.02</b>
	<b>APLICAÇÃO DO ISOLAMENTO TÉRMICO A ALTA TEMPERATURA EM TUBULAÇÕES E EQUIPAMENTOS</b>	<b>Data:</b> 07/01/2025
		<b>Revisão:</b> 15

As bombas e turbinas devem ser isoladas de acordo com o projeto original ou, na ausência do projeto, conforme alternativas abaixo:

- a) caixas removíveis de chapas de alumínio classe A (lisa) com 0,80 mm de espessura, utilizando-se material flexível;
- b) flocos de lã de vidro, lã cerâmica ou lã de rocha, embalados em sacos térmicos; ou
- c) jaquetas térmicas, utilizando-se material isolante flexível.

### 5.12.2 Isolamento Térmico Fixo para Bombas e Turbinas

O material isolante deve ser moldado à superfície do equipamento de modo que a espessura do isolante em qualquer ponto seja igual ou superior à prevista em projeto.

## 6. INSPEÇÃO / CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO

<b>CRITÉRIO DE INSPEÇÃO</b>	<b>MÉTODO/ INSTRUMENTO</b>	<b>CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO</b>
Verificar visual e dimensional do isolante.	Trena / visualmente	A superfície deve estar totalmente selada para evitar perdas de temperatura.

## 7. SEGURANÇA DO TRABALHO

<b>ATIVIDADE RISCO</b>	<b>RISCOS</b>	<b>PREVENÇÃO</b>
Aplicação do material isolante	Corte Poeira Contaminação da pele Postura inadequada	Utilizar EPI's básicos: capacete, óculos, protetor auricular e bota de couro Macacão tyvek, quando aplicável Utilizar luva de couro Máscara contra pó Manter postura adequada

## 8. MEIO AMBIENTE

<b>ATIVIDADE</b>	<b>IMPACTO</b>	<b>RESÍDUOS</b>	<b>DESCARTE / TRATAMENTO</b>



Acondicionamento do material.	Contaminação do meio ambiente.	Materiais Rígidos	Segregar de acordo com coleta seletiva. Tratamento final conforme recomendações da contratante.
Fixação do material isolante	Degradação do meio ambiente	Cintas de aço e arames	Descartar em coletores identificados para materiais metálicos. Tratamento final conforme recomendações da contratante

CÓPIA CONTROLADA

 <b>Risoterm</b> <i>Isolantes Térmicos Ltda</i>	<b>INSTRUÇÃO DE TRABALHO</b>	<b>IT.I.02</b>
	<b>APLICAÇÃO DO ISOLAMENTO TÉRMICO A ALTA TEMPERATURA EM TUBULAÇÕES E EQUIPAMENTOS</b>	<b>Data:</b> 07/01/2025
		<b>Revisão:</b> 15

## 9. QUADRO DE REGISTROS

Não aplicável.

## 10. ANEXOS

Sem anexos.

## 11. NATUREZA DA ALTERAÇÃO

<b>Natureza da alteração</b>	<b>Item revisado</b>	<b>Data da Revisão</b>	<b>Revisão</b>	<b>Responsável</b>
Atualização sistêmica.	Não houve alteração nos itens.	07/01/2025	15	Brenda Caroline
Revisão do item 5.7	item 5.7.2	22/05/2023	14	Larissa Mesquita
Revisão do item 5.7	item 5.7.7	01/06/2022	13	Larissa Mesquita
Atualização sistêmica.	Não houve alteração nos itens.	18/02/2022	12	Larissa Mesquita
Atualização sistêmica.	Atualização Sistêmica e inclusão de cabeçalho.	20/02/2020	11	Larissa Mesquita/ Jamile Costa
Junção dos itens de tubulação e equipamentos; Revisão geral	-	20/11/18	10	Wilian Fernandes
Revisão Geral	-	20/02/18	09	Raimundo Gargur
Revisão Geral	-	19/07/16	08	Jader Norberto

 <b>Risoterm</b> <i>Isolantes Térmicos Ltda</i>	<b>INSTRUÇÃO DE TRABALHO</b> <b>APLICAÇÃO DO ISOLAMENTO TÉRMICO A ALTA TEMPERATURA EM TUBULAÇÕES E EQUIPAMENTOS</b>	<b>IT.I.02</b> <b>Data:</b> 07/01/2025 <b>Revisão:</b> 15
---	--	---

## 12. APROVAÇÃO

Elaborado/revisado por:	Aprovado para uso:
<u>Brenda Caroline dos N</u> Brenda Caroline	<u>Larissa Mesquita</u> Larissa Mesquita

07/01/2025      07/01/2025

Data      Data

CÓPIA CONTROLADA