



PITTSBURGH CORNING FOAMGLAS® INSULATION

SISTEMAS DE ISOLAMENTO FOAMGLAS® para aplicações industriais com
temperaturas operacionais de -268 °C a +482 °C

www.foamglasinsulation.com

www.isolex.com.br



Isolex Isolantes Térmicos

Tels: (+5521) 3882-0834

(+5521) 3341-5903

Fax: (+5521) 2485-6355

Email: isolex@isolex.com.br

Site: www.isolex.com.br





ÍNDICE

Seção 1: Introdução3

Seção 2: Propriedades/benefícios/aplicações4

Seção 3: Resistência à umidade5

Seção 4: Não-combustibilidade8

Seção 5: Durabilidade química12

Seção 6: Estabilidade dimensional14

Seção 7: Resistência à compressão16

Seção 8: Resistência biológica17

Seção 9: Propriedades e certificações18

Seção 10: Guia de seleção20

Seção 11: Limites de temperatura22

Seção 12: Espessura do isolamento para tubulações usadas em um processo26

Seção 13: Espessura do isolamento para a proteção de pessoal28

Seção 14: Instalações de superfície e subterrâneas29

Seção 15: Especificações gerais32

Seção 16: Materiais acessórios34





O isolamento FOAMGLAS® de vidro celular é um valor comprovado

O VALOR DO PRODUTO

O isolamento FOAMGLAS® de vidro celular é o resultado de mais de meio século de desempenho comprovado e de uma melhoria contínua do produto pela Pittsburgh Corning Corporation, pioneira em isolamento com vidro celular.

Seleção e Experiência

O sistema FOAMGLAS® de isolamento utiliza sete classes distintas de materiais para oferecer as propriedades e o desempenho de isolamento mais adequado às suas aplicações específicas, dentro de uma faixa de -268 °C a +482 °C. No mundo inteiro, já foram instalados *bilhões* de metros quadrados e lineares deste tipo de isolamento, em milhares de indústrias e operações.

Disponibilidade Mundial

Com fábricas nos EUA e na Europa, a Pittsburgh Corning Corporation e a Pittsburgh Corning Europa oferecem uma inigualável uniformidade no fornecimento, um estoque de milhões de unidades *board feet* e uma disponibilidade imediata.

Produtos Acessórios

Além disso, a Pittsburgh Corning oferece uma linha complementar de produtos acessórios que foram testados e comprovados em laboratório e em serviço para oferecer o *máximo* de desempenho, especificamente com o sistema de isolamento FOAMGLAS® de vidro celular.

O VALOR DO SERVIÇO

Igualmente essencial ao desempenho do produto é o valor agregado dos serviços de suporte da Pittsburgh Corning para garantir que o produto possa ser incorporado da forma mais tranquila e adequada possível às exigências, projetos e instalações do cliente.

Serviço Técnico

O Pessoal de Serviço Técnico da Pittsburgh Corning está preparado para fazer os testes de produtos, aplicações e materiais, com especificações padronizadas e personalizadas, dar assistência no próprio local do cliente e orientar na instalação.

Serviço de Análise Energética

Para simplificar seu processo de especificação de isolamento, a Pittsburgh Corning oferece um Serviço de Análise Energética/ Econômica, cujo resultado é nosso exclusivo Relatório de Análise Energética (EAR, em inglês). Preparados a partir de dados específicos do cliente que foram submetidos a uma análise em computador e outros cálculos, os EARs auxiliam os projetistas de sistemas a especificar o isolamento de espessura adequada para tubulações a céu aberto ou subterrâneas e reservatórios, tanques e outros equipamentos. Um relatório típico apresenta coeficientes de fluxo térmico, temperaturas da interface e da superfície e a espessura de isolamento necessários para impedir a condensação.

Serviço de Levantamento Energético

Pittsburgh Corning oferece este serviço gratuitamente a todos os clientes em potencial para auxiliá-los no planejamento de reformas de prédios e para identificar sistemas de isolamento deteriorados. Este serviço ajuda a calcular o período de retorno do investimento de sistemas cujo isolamento é reformado e avalia o desempenho do isolamento térmico já existente em tubulações e equipamentos. O levantamento é feito no próprio local e pode resultar em economia de energia e controle da condensação e formação de gelo.

Estão disponíveis relatórios especializados para:

- Tubulações subterrâneas
- Previsão de temperaturas de saída
- Estimativa da pressão e qualidade do vapor de saída em tubulações longas
- Cálculo do tempo que leva água e esgotos para congelarem em tubulações
- Cálculo do fluxo térmico e temperaturas de interface em sistemas de tanques

As solicitações de EARs podem ser feitas através do seu representante local da Pittsburgh Corning ou do Departamento de Análise Energética da nossa sede em Pittsburgh, ligando para 1-800-359-8433.

Suporte de Vendas

Um sistema de representantes locais de vendas e distribuidores está disponível para consultas e resolução de problemas. O pessoal local de vendas também tem disponíveis vídeos de treinamento, apresentações e materiais em CD-ROM. Os materiais também estão disponíveis eletronicamente em nosso website: www.foamglasinsulation.com.

Suporte Setorial

A Pittsburgh Corning dá apoio a organizações técnicas e setoriais tais como ASTM, CSI, IDEA, ASHRAE, NACE, NIA, UL e FM. Como resultado, há uma crescente série de certificações e aprovações regionais e referentes a aplicações (veja a pág. 18) que lhe trazem a garantia total de cumprimento dos materiais com os mais variados tipos de instalações. A própria Pittsburgh Corning tem certificação ISO 9001:2000 com processos de produção registrados com relação ao controle de qualidade.

Uma combinação única de propriedades para criar o isolamento ideal

ATRIBUTOS FÍSICOS SUPERIORES

FOAMGLAS® é um material de isolamento rígido porém leve, composto de milhões de células de vidro completamente vedadas, cada uma delas formando um espaço de isolamento. Esta estrutura totalmente de vidro em células fechadas fornece uma combinação inigualável de propriedades físicas que são ideais para tubulações e equipamentos instalados na superfície ou subterrâneos, a céu aberto ou em recintos fechados, com temperaturas que variam de -268 °C a +482 °C:

- Resistente à água em forma líquida ou vapor
- Não corrosivo
- Não combustível e não absorvente de líquidos combustíveis
- Resistente à maioria dos reagentes industriais
- Suas dimensões são estáveis sob uma variedade de condições de temperatura e umidade
- Resistência superior à compressão
- Resistente a bio-organismos, micróbios e mofo
- Não contém fibra, CFC ou HCFC

MUITOS BENEFÍCIOS EXCLUSIVOS

A diversidade de propriedades do sistema de isolamento FOAMGLAS® resulta numa também inigualável combinação de benefícios já demonstrados depois de *décadas de desempenho em campo*:

- A eficiência energética constante e duradoura permite baixar e prever os custos de consumo de energia
- O controle aperfeiçoado do processo resulta em melhoria e uniformidade de qualidade do produto
- Ao reduzir ao mínimo a manutenção/repou/substituição do isolamento ou da infra-estrutura das instalações, reduzem-se também os custos do ciclo de vida útil
- A resistência à combustão protege o equipamento que foi isolado e ajuda a minimizar as paralisações



Vê-se um isolamento FOAMGLAS® em blocos de 304,8 mm x 457,2 mm e 50,8 mm de espessura sendo aplicado em um tanque de armazenagem de petróleo de uma refinaria da Costa Oeste dos EUA. As aplicações industriais incluem tubulações e reservatórios de todos os tipos.

- posteriores das usinas ou fábricas
- Eliminação quase total do potencial de auto-ignição por absorção de líquidos combustíveis ou de incêndio provocado por gases condensados de baixa temperatura
- Durabilidade demonstrada em instalações subterrâneas e em áreas externas
- A fabricação do isolamento FOAMGLAS® não prejudica a camada de ozônio na atmosfera. Não só isso, mas sua eficiência térmica a longo prazo reduz a demanda de energia e, portanto, o efeito sobre o meio ambiente da queima de combustíveis fósseis

VARIEDADE DE APLICAÇÕES, JÁ PROVAS EM SERVIÇO

Os isolamentos FOAMGLAS® têm mais de 50 anos de aplicação e demonstraram resistir à prova do tempo, com um histórico sem igual entre os outros produtos de isolamento do mercado:

- Tubulações, reservatórios, tanques e equipamentos criogênicos e de baixa temperatura
- Tubulações e equipamentos de média e alta temperatura
- Tanques de armazenagem de

- óleo/asfalto quente
- Sistemas de fluidos de transmissão de calor
- Sistemas de processamento de hidrocarbonetos e enxofre
- Tubulações subterrâneas de vapor e água resfriada
- Linhas de serviço de água resfriada e quente
- Plataformas *off-shore*
- Linhas de vapor na superfície
- Usinas de papel e celulose e usinas de tratamento de água
- Instalações de processamento e armazenamento frigorífico de alimentos e fabricação de cerveja
- Aplicações de temperatura cíclica e dupla
- Tubos e equipamentos onde haja sistema de traço elétrico instalado

Para cada uma destas aplicações e para todas as condições especiais, o isolamento FOAMGLAS® é fabricado em grande variedade de formas, espessuras e tamanhos para atender a praticamente toda e qualquer exigência industrial. Os muitos produtos acessórios da Pittsburgh Corning são concebidos para produzir o máximo desempenho do sistema de isolamento.

A resistência à umidade produz um desempenho duradouro

EFICIÊNCIA TÉRMICA CONSTANTE

A perda de eficiência térmica devida à umidade é a causa mais comum de falha do isolamento. Na verdade, basta 4% de umidade por volume para reduzir a eficiência térmica em 70%!*

Por mais de 50 anos, o sistema de isolamento FOAMGLAS® vem demonstrando que resiste à umidade e permite uma resistência térmica constante. *Nenhum outro fabricante de isolamentos pode alegar esta vantagem.*

OS EFEITOS DA ÁGUA

Os outros materiais de isolamento acabam todos por absorver umidade e, como conseqüência, acabam perdendo sua eficiência térmica. Isto se deve ao fato de a água ter, sob a forma líquida, uma condutividade térmica até 20 vezes superior à da maioria dos materiais de isolamento. Já a condutividade térmica do gelo é



O isolamento FOAMGLAS® é ideal para as aplicações de baixa temperatura. Inclusive tubulações e equipamentos de água resfriada.

100 vezes superior, o que representa uma grande ameaça para os sistemas criogênicos (ver a Figura 1). Quando a umidade, sob qualquer forma, invade o isolamento, a eficiência térmica é destruída e o consumo de energia aumenta.

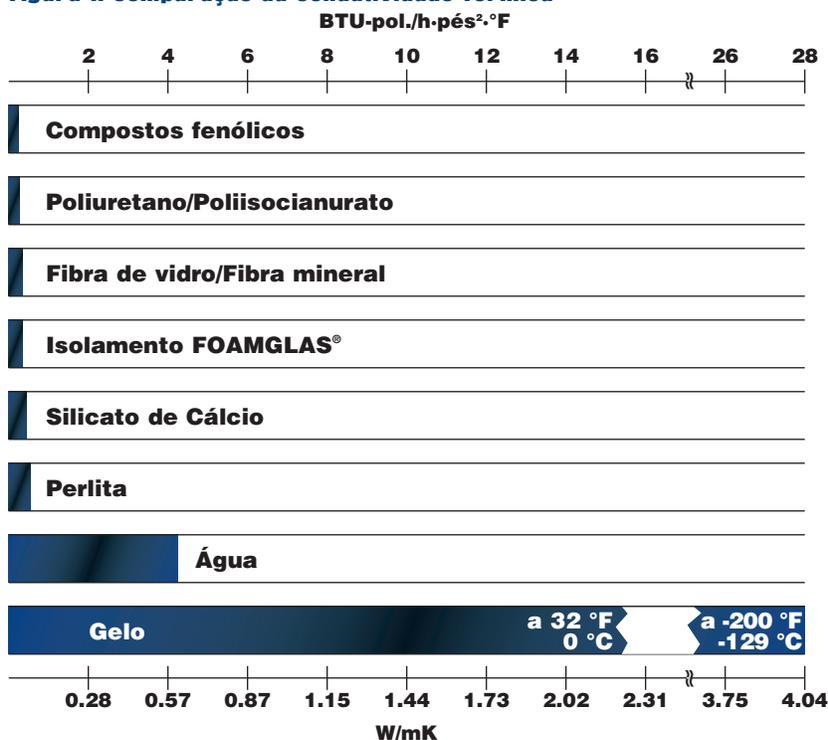
PROBLEMAS OPERACIONAIS

São múltiplos os problemas que podem surgir quando a umidade invade um sistema de isolamento. O mais sério é o impacto sobre o custo operacional. Quando a umidade reduz a eficiência térmica de um isolamento, o sistema que este protege não funciona otimizado e, portanto, aumentam os custos de produção, freqüentemente de forma inesperada. Quando um sistema não está funcionando à sua temperatura apropriada, ficam comprometidos o controle do processo e a qualidade e quantidade do produto. Simultaneamente, na medida em que a invasão da umidade faz subir os custos de produção e baixar a qualidade do produto, a própria infraestrutura da fábrica ou instalação começa a ser atacada pela corrosão.

PROTEÇÃO A LONGO PRAZO

Ao ser constituído de células totalmente de vidro e totalmente seladas, com um mínimo de absorção, elimina o problema de invasão de umidade. Mesmo depois da imersão total em água, a única umidade mensurável que se pode constatar no isolamento FOAMGLAS® é aquela aderente às suas células superficiais (ver a Tabela 1).

Figura 1: Comparação da Condutividade Térmica



*Condutividade Térmica do Isolamento Úmido." Ludwig Adams, ASHRAE JOURNAL, Outubro de 1974.



O envelhecimento do material e a penetração da umidade podem causar perdas crônicas e crescentes da eficiência térmica em outros materiais de isolamento. O isolamento FOAMGLAS® fornece uma eficiência térmica constante durante toda a vida útil do sistema. Uma eficiência constante do isolamento minimiza a necessidade de sua substituição e torna mais baixos e previsíveis os custos a longo prazo que ocorrem durante todo o ciclo de vida útil do produto.

SERVIÇO DE BAIXA TEMPERATURA

A umidade pode entrar diretamente no isolamento por absorção de água, mas no caso das aplicações a frio, uma fonte ainda mais significativa de penetração da umidade é a difusão do vapor de água que pode condensar como líquido ou gelo. Na medida que aumenta o gradiente de temperatura entre a superfície exterior do isolamento e a superfície do próprio equipamento isolado, aumenta também o coeficiente potencial de penetração do vapor de água. Assim, ter um baixo coeficiente de transmissão do vapor é ainda mais essencial para o isolamento do que ter uma condutividade térmica inicialmente baixa. Qualquer retardante do vapor que for usado com isolamentos permeáveis está sujeito a danos mecânicos, variações de temperatura e condições de tempo. Além disso, como os retardantes normalmente se aderem diretamente a estes isolamentos, qualquer movimento poderá contribuir à intensidade dos danos sofridos.

Mais recentemente, alguns fabricantes de isolamento permeável desistiram de proteger seus produtos com barreiras do vapor. Introduziram sistemas de capas de proteção perfuradas que contêm materiais absorventes, os quais supostamente retiram a umidade da tubulação. Mas, ao mesmo tempo, estes sistemas ignoram o movimento contínuo do vapor em direção à tubulação fria. Neste tipo de sistema, o equipamento continuará sempre úmido e, portanto, sujeito à corrosão e ao aparecimento de mofo.

Em sua maioria, os isolamentos de sistemas com baixa temperatura são espumas orgânicas de células fechadas e estão sujeitos à permeabilidade do vapor de água. Com estas espumas orgânicas, a umidade pode penetrar e ser transmitida através do isolamento devido ao gradiente de pressão de vapor de água mencionado anteriormente. Quando o serviço é de baixa temperatura, estes isolamentos úmidos não têm oportunidade de secar e, por isso, a umidade se acumula até uma saturação permanente de líquido ou acumulação de gelo.

No entanto, a permeabilidade do isolamento FOAMGLAS® ao vapor de água (0.00 perm-polegada) é pelo menos 100 a 10.000 vezes mais baixa do que a dos materiais competitivos de isolamento (ver a Tabela 1). Como resultado, a intrusão do vapor de



água nos sistemas de baixa temperatura é virtualmente eliminada e a eficiência térmica é mantida. Assim, o isolamento FOAMGLAS® não exige a colocação de barreiras de vapor (apesar de poderem ser usadas para obter proteção adicional).

SERVIÇO DE ALTA TEMPERATURA

Para as condições de alta temperatura, geralmente são usados isolamentos absorventes de fibra ou material particulado. Entre eles está o silicato de cálcio, que pode ter mais de 400% do seu peso em água sem pingar; não é incomum encontrar até 90%. Em muitos casos, a saturação completa pode ocorrer em menos do que 3 horas. Mesmo os tratamentos com silicone repelente de água sobre lâs minerais e perlita têm vida muito curta e o desempenho começa a deteriorar mesmo a temperaturas tão baixas quanto 129 °C (para o primeiro) e 38 °C (para o segundo). Além disso, uma vez que a umidade entre no isolamento, este poderá não secar mais, mesmo em linhas de vapor de 538 °C. O calor do processo pode afastar a água até certo ponto, mas sempre resta alguma umidade nas camadas de isolamento abaixo de 100 °C, do que resulta uma substancial perda de calor e o comprometimento do controle do processo. O isolamento FOAMGLAS® não absorvente protege contra a penetração da umidade. Nos locais onde esta condição já ocorreu em um sistema existente, o Sistema FOAMGLAS® "OVERFIT" pode reverter o problema. O isolamento FOAMGLAS® (junto com as capas de proteção) é instalado diretamente sobre o isolamento úmido existente com capas de metal que já existe no

Tabela 1: Permeabilidade (Método E-96, "Wet Cup") e Absorção de Umidade (C 240)

Material de isolamento	Permeabilidade Perm-polegada ¹	Permeabilidade Perm-cm	% de absorção por volume
Isolamento FOAMGLAS®	0.00	0.0	0.2 ²
Poliuretano ou Poliisocianurato	1–3	1.67–5.01	1.6
Poliestireno	0.5–4	0.835–6.68	0.7
Composto fenólico	0.1–7	0.17–11.69	10
Lã de vidro	40–110	66.8–183.7	50–90
Fibra mineral ³	40–99	66.8–165.3	zero–90 ³
Silicato de cálcio	24–38	40.08–63.46	90
Perlita expandida ³	32	53.44	2–90 ³

¹ Perm-Inch (ou Perm-polegada) é a unidade aceita de permeabilidade de vapor de água

$$1 \text{ Perm-Inch} = \frac{1 \text{ Grão-polegada}}{P \times H \text{ polegada de mercúrio}}$$

$$1 \text{ Perm-Inch} = \frac{1 \text{ Grão-cm}}{M^2 \cdot H \text{ cm de mercúrio}}$$

² A única umidade retida é aquela aderente às células superficiais após a imersão

³ Os agentes de impermeabilização podem ser destruídos quando expostos a temperaturas de 121 °C ou mais elevadas



Em muitos projetos de isolamento FOAMGLAS®, uma amostra do isolamento é retirada depois de muitos anos de serviço e substituída por novo isolamento FOAMGLAS®.

Mesmo depois de 32 anos de serviço, as propriedades medidas do isolamento FOAMGLAS® neste tanque se comparam favoravelmente com as mesmas propriedades à época da instalação.

lugar. A partir daí, o calor do próprio sistema pode afastar a umidade do isolamento original sob a forma de vapor, passando pelas costuras das capas de proteção e das juntas abertas do material sobrejacente de isolamento FOAMGLAS® até, finalmente, sair do sistema. Em uma refinaria onde se utilizou este processo de instalação sobrejacente, os custos operacionais reduziram-se em 56% e evitou-se uma paralisação potencial que custaria US\$10 milhões.

Se o isolamento FOAMGLAS® apresenta este tipo de desempenho numa operação de alta temperatura com isolamento úmido de algum outro material, imagine como é seu desempenho quando já instalado desde o início. É enorme o número de casos que ilustram justamente isto. Em um desses casos, depois de 30 anos de serviço *sem capa de proteção* (não recomendado) num tanque aquecido (88 °C) de óleo e parafina de uma refinaria, o isolamento FOAMGLAS® manteve-se seco e com uma condutividade térmica de 0.39 BTU-pol./h-pés²·°F — comparado a um valor inicial de 0.38 (0.056 W/mK versus 0.055).

SISTEMAS DE ALTA TEMPERATURA

O isolamento FOAMGLAS® pode ser fabricado para atender aos requisitos específicos de tubulações e equipamentos de alta temperatura. Os sistemas incluem vários agentes aglutinantes, sistemas de isolamento compostos e os sistemas StrataFab® e Advantage®. Veja o gráfico de seleção na pág. 20.

CORROSÃO SOB O ISOLAMENTO

Pode ocorrer uma significativa corrosão metálica – com sérias consequências econômicas e de segurança – em sistemas que usam isolamentos absorventes, sobretudo quando estes sistemas funcionam a temperaturas que permitem à água existir no estado líquido. No caso do aço-carbono, os íons lixiviados do isolamento devido à invasão da umidade podem produzir ácidos que aceleram a corrosão, e os cloretos dos produtos de isolamento podem promover rachaduras por fadiga do aço inoxidável.

A taxa de corrosão sob o isolamento úmido pode ser até 20 vezes maior do que a taxa de corrosão da atmosfera ambiente. Com a questão da “invisibilidade” para complicar a situação, esta tem sido descrita como o maior problema de corrosão que a indústria química enfrenta. O custo de substituição do sistema em apenas uma usina pode ser de milhões de dólares, sem incluir o custo da produção perdida e o potencial de paralisação total.

Como a corrosão sob o isolamento pode continuar sem ser detectada, é possível ocorrerem vazamentos perigosos cujos resultados podem ser catastróficos para o pessoal, o equipamento da usina e a produção.

São três as possíveis abordagens para evitar a corrosão sob o isolamento:

- Uso de retardantes adequados contra os efeitos das condições de tempo ou do vapor... mas estes retardantes são pouco confiáveis
- “Encapsulamento” físico do equipamento por meio de tintas ou mástiques, inclusive silicones, compostos fenólicos de epóxi, epóxi de alcatrão de hulha e betumes- ... mas estes exigem um cuidado crítico na preparação da superfície e um sistema de recobrimento sem nenhum defeito
- Isolamento para minimizar a invasão de líquidos e evitar a retenção de água

Impermeável e inerte, o isolamento FOAMGLAS® permite adotar a terceira abordagem acima, resistindo ao surgimento da corrosão de três formas:

- Protegendo contra a invasão e retenção da água
- Não permitindo a aceleração da corrosão provocada por cloretos solúveis em água ou outros agentes corrosivos
- Agindo como uma barreira contra a corrosão



Um flange corroído sob isolamento absorvente.



Não combustível ... Proteção do pessoal e do equipamento

Para analisar a resistência ao fogo de um material de isolamento, três fatores têm que ser considerados: resistência ao fogo, toxicidade e desempenho na presença de produtos químicos combustíveis. Pode-se dizer que o isolamento FOAMGLAS® com células de vidro já demonstrou ser totalmente não combustível, não tóxico e não absorvente de líquidos combustíveis.

RESISTÊNCIA AO FOGO

Como o isolamento FOAMGLAS® é 100% de vidro, sem aglutinantes ou enchimentos, *simplesmente não queima*, mesmo quando em contato direto com uma chama intensa. Geralmente, considera-se que o material de “isolamento térmico” limita-se a ajudar a manter as temperaturas operacionais do sistema e entende-se que cumpre um papel potencialmente ativo na propagação do fogo. Na verdade, o isolamento FOAMGLAS® pode servir também para *proteger tubulações e equipamentos contra os danos de incêndios, retardar a transmissão de incêndios e ajudar a proteger o pessoal.*

ESPUMAS PLÁSTICAS

O desempenho do isolamento FOAMGLAS® com relação ao fogo contrasta-se vivamente com as *advertências dos fabricantes* que normalmente acompanham muitos outros tipos de isolamento como, por exemplo, as seguintes:

- “Os produtos de isolamento com espuma de [poliisocianurato] são combustíveis. Eles devem ser protegidos adequadamente contra sua exposição ao fogo durante sua armazenagem, transporte e aplicação...”
- “Cuidado: O poliisocianurato é um material orgânico que se queima se for exposto a uma fonte de ignição de calor e intensidade suficientes e poderá também contribuir à propagação das chamas.”
- “Cuidado: Estes produtos de [poliestireno expandido] podem queimar e constituem um perigo de incêndio. Eles pegarão fogo se

forem expostos a fontes de calor de intensidade suficiente tais como chamas vivas e maçaricos de soldagem. Depois de sua ignição, podem queimar com geração intensa de calor e fumaça.”

Não só os isolamentos orgânicos e de espuma são inflamáveis, mas também contribuem para espalhar rapidamente o fogo devido à fusão do plástico, gerando gases e produtos químicos tóxicos e grande volume de fumaça.

CONFUSÃO NO DESEMPENHO CONTRA O FOGO

Certas designações dadas aos isolamentos, tais como “auto-extintores” e “retardantes do fogo”, são freqüentemente entendidas como “não combustíveis”. Mas mesmo os materiais “de queima lenta” ou “auto-extintores” podem produzir fumaças fatais e gases tóxicos. Na verdade, as chamas são a causa menos provável de morte em um incêndio.

O mesmo teste usado para determinar as características de queima superficial (ASTM E 84, a ser discutido) pode dar resultados totalmente diferentes, dependendo da presença de aditivos retardantes do fogo. Por exemplo, no caso dos poliuretanos, os aditivos podem reduzir a propagação das chamas sob as condições de teste, mas têm pouco efeito retardante em um incêndio verdadeiro. Além disso, os retardantes podem contribuir com seus próprios gases tóxicos, bem como atacarem estruturas metálicas, concreto armado e dispositivos eletrônicos por meses a fio depois de um incêndio, devido à sua composição corrosiva.

Outros fatores que podem ter um efeito crítico sobre o desempenho em condições de incêndio real, comparado ao seu comportamento durante testes, são o material de substrato sobre o qual o isolamento é usado e a rapidez com que a temperatura máxima é atingida em incêndios petroquímicos, comparados aos incêndios de estruturas prediais. Para aumentar a confusão, constata-se uma deficiência internacional de uniformidade dos testes de incêndio

nesta área.

TESTES

O isolamento FOAMGLAS® foi submetido a centenas de testes nacionais e internacionais. Descreve-se a seguir quatro dos testes de resistência ao fogo feitos nos Estados Unidos, que cobrem o desempenho em incêndios tanto petroquímicos como de estruturas prediais.

ASTM E 119 — Testes Padrão de Incêndio de Materiais de Construção Civil

Este teste examina o desempenho dos materiais sob condições de exposição ao fogo dentro de uma fornalha. O teste básico é conduzido a uma temperatura ambiente que chega aos 925 °C.

O teste continua até a ocorrência de uma falha ou até que a temperatura média do aço protegido atinja 538 °C. Este valor máximo representa o limiar de falha estrutural do aço-carbono. Acima desta temperatura, o aço da tubulação ou aço estrutural teria que ser substituído.

No teste ASTM E 119, o isolamento FOAMGLAS® demonstrou uma extraordinária proteção contra o fogo, como mostra a Figura 2.

ASTM E 814/UL 1479 — O isolamento FOAMGLAS® foi aprovado para uso em sistemas corta-fogo para áreas perfuradas, os quais são descritos no Vol. 2 do Guia de Resistência ao Fogo do U.L. (Laboratório de Ensaios).

Um sistema corta-fogo é um elemento específico de construção que consiste de um conjunto de paredes ou pisos. Um elemento penetrante (por ex., uma tubulação de água resfriada) passa por uma abertura através do conjunto de parede ou piso e os materiais do sistema corta-fogo são usados para preservar a classificação de resistência a incêndio do conjunto resultante.

Veja na página 18 uma lista de sistemas aprovados. Ligue para a Pittsburgh Corning para obter uma lista de fabricantes com aprovação UL.

ASTM E 136**Não combustível**

ASTM E 136 — Comportamento de materiais em uma fornalha de tubo vertical a 750 °C

Este teste também examina as características de combustão e geração de calor dos materiais de construção em um ambiente de fornalha, onde a formação de chamas é permitida sob certos limites. A amostra, com termopares, é colocada dentro da fornalha e o teste continua até que os termopares da amostra cheguem à temperatura da fornalha de 750 °C ou a amostra falhe. O material é aprovado no teste se três de quatro amostras: (1) não apresentarem temperaturas de termopar superiores a 12 °C acima da temperatura da fornalha; (2) não apresentarem chamas depois dos primeiros 30 segundos; e (3) não apresentarem aumento de temperatura ou formação de chamas quando sua perda de peso for superior a 50%.

Este teste e outros testes internacionais similares são aplicados pela Guarda Costeira dos EUA; Factory Mutual Research; Controle de Qualidade de Maquinaria em Navios do Japão; Lloyd's Register of Shipping; Campbell Shillinglaw/ Universidade de Hong Kong; Instituto de Normas Técnicas e Pesquisa Industrial da Cingapura; e Centro Técnico de Prevenção de Incêndios da Holanda. Em todos os casos, o isolamento FOAMGLAS® foi classificado como “não combustível”.

ASTM E 84**Propagação de chamas 0** **Geração de fumaça 0**

ASTM E 84 — Características de queima superficial de materiais de construção

Este teste observa as características de queima superficial dos materiais de construção, *comparando-as* às do carvalho americano e bloco de cimento armado inorgânico. O “índice de propagação de chamas” é uma medida numérica e comparativa que diz respeito ao progresso de uma zona de chamas. A “propagação da chama superficial” é o avanço da chama que se afasta de uma fonte de ignição ao longo da superfície da amostra. Finalmente, “índice de fumaça gerada” é uma classificação comparativa baseada no escurecimento provocado pela fumaça.

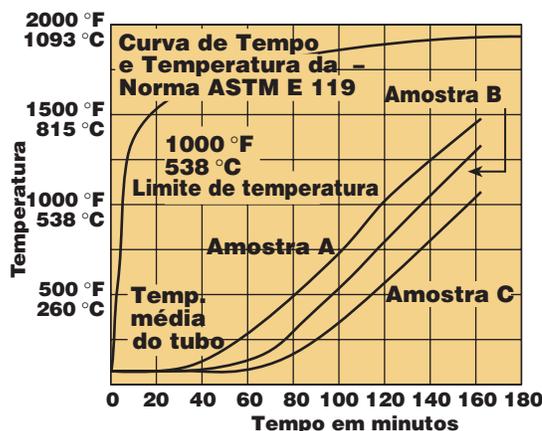
Os resultados de teste para o isolamento FOAMGLAS® mostram uma densidade de fumaça de 0 e uma propagação de chamas de 0.

DESEMPENHO**Material****Classificação****Camada de isolamento FOAMGLAS®** **Não combustível**

UL1709 (Modificado) — Teste de resistência ao fogo de elementos estruturais de instalações petroquímicas

Diferentemente da maioria das classificações de incêndio desenvolvidas para tratar de incêndios no interior de edifícios, este teste, concebido especialmente para as condições especiais de um incêndio de grandes proporções em usina petroquímica, mede a proteção por hora dada ao aço durante um incêndio de rápido aumento de temperatura que atinge 1.093 °C dentro de 5 minutos. O desempenho de um material se baseia na sua capacidade para limitar as temperaturas medidas em um elemento de aço a um valor médio de 538 °C. Este teste é necessário porque a rapidez da queima e o potencial de energia dos combustíveis em uma instalação petroquímica – bem como sua atmosfera normalmente corrosiva – são totalmente diferentes dos incêndios com materiais típicos de construção.

Os termopares monitoram a temperatura da câmara da fornalha, enquanto que as temperaturas da amostra de aço são medidas por termopares adicionais dentro da amostra. Durante o teste, a temperatura média da amostra não pode ultrapassar 538 °C e nenhum termopar pode ultrapassar 649 °C dentro do período de controle. A fornalha usada permite à amostra uma exposição uniforme de tempo/temperatura.

FIGURA 2: Teste de Desempenho ASTM E 119**ESPECIFICAÇÕES DAS AMOSTRAS**

- Tubo de NPS de 3,5 pol. (90 mm), D.E. de 4 pol. (102 mm)
- Camadas duplas de isolamento FOAMGLAS®: cada uma com fitas de aço inoxidável, com juntas muito bem encaixadas e justas, revestimento do diâmetro interno com Hydrocal® B-11, e juntas das camadas externas escalonadas e seladas com vedante PITTSEAL® 444N
- Capas de proteção de aço galvanizado de 0,012 pol. (0,305 mm), presas com fitas de aço inoxidável em centros de 12 pol. (30,5 cm)

DESEMPENHO

Amostra	Camada interna	Camada externa	Tempo de proteção
A	Espes.: 2 pol. (50 mm)	Espes.: 2 pol. (50 mm)	120 min
B	Espes.: 3 pol. (75 mm)	Espes.: 2 pol. (50 mm)	138 min
C	Espes.: 3 pol. (75 mm)	Espes.: 3 pol. (75 mm)	158 min



Três sistemas de isolamento FOAMGLAS® foram submetidos a este teste como sistemas com duas camadas de proteção instalados sobre um tubo, uma coluna pequena e uma coluna maior. Os resultados são apresentados na Figura 3.

ABSORÇÃO DE FLUIDO COMBUSTÍVEL

Factory Mutual (FM), organização de engenharia e pesquisa, publicou o documento “Folha de Dados de Prevenção de Perdas: 7-99/12-19, Transmissão de calor por fluidos orgânicos e sintéticos”, rev. 4/92. O escopo do documento inclui recomendações para localização, projeto, operação, manutenção, inspeção e proteção contra incêndio de sistemas pelos quais circulam Fluidos de Transmissão de Calor (HTF, sigla em inglês). Na seção que trata do isolamento desses sistemas, enumera-se o seguinte:

2.3.7.1 O isolamento usado para cobrir tubulação e equipamento com HTF deve ser do tipo não absorvente.

Qualquer tipo de isolamento pode ser usado quando a tubulação for toda soldada (ou seja, sem conexões tipo flange) e quando não houver outros locais típicos de vazamentos tais como válvulas e bombas. Os materiais de isolamento mais comumente usados são agrupados como se segue:

NÃO-ABSORVENTES: células de vidro fechadas, espuma de vidro, papel aluminizado ou folhas de alumínio refletivas.

ABSORVENTES: silicato de cálcio, magnésia 85%, painéis de fibra de vidro, lã cerâmica, lã mineral, fibras de asbestos com liga de silicato.

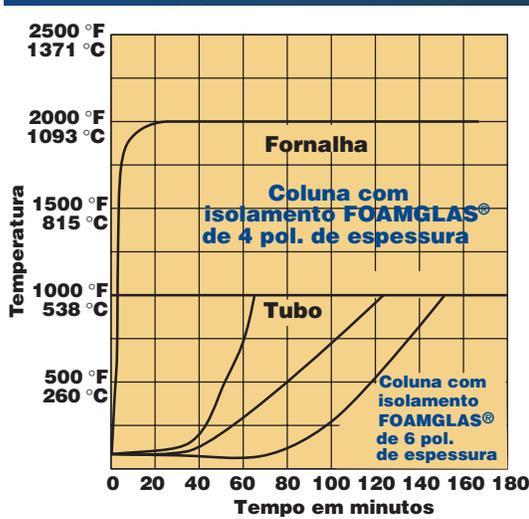
ABSORÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS

Há vários isolamentos inorgânicos que tecnicamente não são combustíveis: fibra de vidro, silicato de cálcio, lã mineral e perlita. No entanto, cada um destes pode absorver ou “drenar” líquidos combustíveis tais como óleos, fluidos de transmissão de calor, resinas, solventes, silicones, ácidos graxos, explosivos, oxidantes e intermediários químicos. Em consequência, estes materiais de isolamento não só não protegem o sistema que deveriam isolar

contra incêndios, mas contribuem para a própria *propagação* do incêndio. Note-se que, além desses isolamentos poderem incendiar-se devido a alguma fonte externa de calor, há também certas condições nas quais os fluidos combustíveis no seu interior também se podem incendiar. Por ter aplicações com tendência a

vazamento de fluidos orgânicos – empanques de válvulas, conexões com termopares e flanges de equipamentos – bem como superfícies planas que coletam vazamentos, o ambiente petroquímico que trabalha com temperaturas elevadas sofre particularmente com estas formações clandestinas.

FIGURA 3: TESTE DE DESEMPENHO UL1709 (MODIFICADO)



Especificações das Amostras

- Teste da seção de tubo — 10 pols. (25,4 cm) de diâm., testes de coluna de tubo de aço classe 40 — coluna de aço W10 x 49
- Camadas duplas de isolamento FOAMGLAS®, cada uma com suas cintas de aço inoxidável:
 - Teste de tubo —** Revestimento do diâmetro interno com Hydrocal® B-11 aplicado a ambas as camadas
 - Testes de coluna —** Camadas ligadas com adesivo PC® 88; os vãos da coluna são preenchidos com o isolamento
- Capas protetoras de aço inoxidável de 0,406 mm, presas com cintas de aço inoxidável de 12,7 mm

DESEMPENHO

Amostra	Camada interna	Camada externa	Tempo de proteção
Tubo	3 pol. (75 mm) de espess.	2 pol. (50 mm) de espess.	64 min
Coluna	2 pol. (50 mm) de espess.	2 pol. (50 mm) de espess.	122 min
Coluna	3 pol. (75 mm) de espess.	3 pol. (75 mm) de espess.	153 min



O isolamento FOAMGLAS® (acima) continua a ser não absorvente e não combustível, enquanto que na lã mineral, silicato de cálcio e duas marcas diferentes de perlita há a formação de chamas por terem absorvido o óleo.

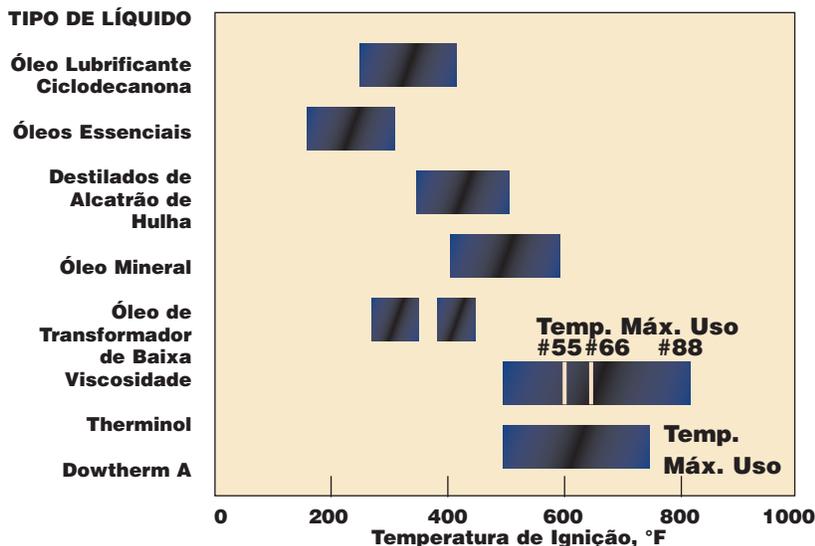
AUTO-IGNIÇÃO

A auto-ignição parece resultar da oxidação lenta do composto orgânico vazado em contato com o ar, do aumento de temperatura dentro do isolamento saturado e, finalmente, da combustão espontânea.

Com os fluidos de transmissão de calor, a oxidação ocorre em sistemas acima de 260 °C. Depois, no caso de isolamentos porosos, a combinação de uma ampla superfície reativa, do espaço do volume de vapor, baixa dissipação do calor e uma possível catálise do próprio isolamento contribui ao aumento da temperatura. Finalmente, quando o isolamento é exposto a um grande volume de ar durante reparos, etc., pode ocorrer a ignição do composto orgânico, que já está acima de sua temperatura de auto-ignição (ver Figura 4). Pesquisas demonstraram que esta temperatura de ignição pode ser reduzida em quase 50% quando os fluidos são absorvidos pelo isolamento.

O isolamento FOAMGLAS®, não combustível e *não absorvível*, é ideal para essas aplicações. Na verdade, os principais fabricantes de fluidos de transmissão de calor recomendam unanimemente o sistema de isolamento de células fechadas nos casos onde haja probabilidade de vazamento e contaminação orgânica. A impermeabilidade aos líquidos e ao ar elimina o risco de auto-aquecimento devido aos vazamentos. E mesmo no serviço a baixa temperatura, o perigo potencial da presença de gases condensados de hidrocarbonetos ou de oxigênio líquido é minimizado.

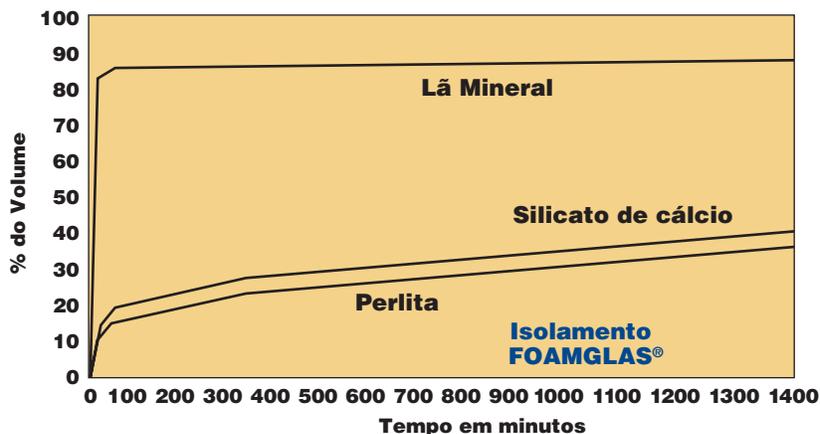
Figura 4: Temperaturas de Ignição de Líquidos Combustíveis



Este mesmo fenômeno de ignição espontânea é demonstrado pelos óleos, que têm temperaturas de auto-ignição muito mais baixas do que as dos fluidos de transmissão de calor. Na verdade, estudos já demonstraram a combustão espontânea de revestimento embebido de óleo a temperaturas operacionais rotineiras de valores tão baixos quanto 80 °C.

Foi observada ignição espontânea quando a carga líquida ocupa de 6% a 12% do volume de espaços vazios do isolamento. No entanto, os testes exibiram taxas de absorção de óleo 10w30 significativamente mais altas do que esses valores para o silicato de cálcio, perlita e lâ mineral depois de poucas horas (ver a Figura 5). De fato, a lâ mineral absorveu quase 90% em volume em poucos minutos. Mas o isolamento FOAMGLAS® *não absorve nenhum óleo, seja qual for o tempo transcorrido.*

FIGURA 5: Taxas de Absorção do Óleo 10w30 para Vários Materiais



Quimicamente Durável ... Quimicamente Resistente

O isolamento FOAMGLAS®, totalmente de vidro, não é afetado pela maioria dos produtos químicos nem pela maioria das atmosferas corrosivas de fábricas que podem destruir rapidamente outros materiais.

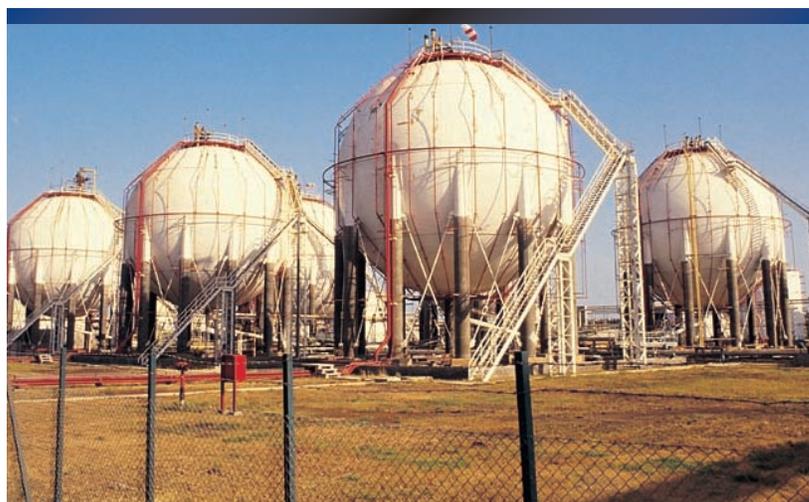
PROBLEMAS DE DURABILIDADE QUÍMICA

A durabilidade química de um isolamento é geralmente o critério mais importante na seleção de um sistema de isolamento. A absorção química pode não só destruir mecanicamente um isolamento e afetar seu desempenho térmico, mas também aumentar o risco de incêndio e promover a corrosão estrutural de tubulações e equipamentos. Este potencial de ataque químico tem origens externas tais como as condições atmosféricas e vazamentos, e internas, ou seja, do próprio sistema sendo isolado, devido a vazamentos em juntas, válvulas ou flanges.

Isolamentos de Espumas Orgânicas

As espumas de plástico deterioram-se fortemente por imersão em reagentes químicos e mesmo em água, o que pode acontecer em apenas 30 dias (ver Tabela 2). Os próprios folhetos técnicos dos fabricantes de poliisocianurato informam que o material não deve ser exposto a quaisquer produtos químicos ou solventes que possam debilitar ou degradar a espuma.

O folheto publicado por um fabricante de espuma fenólica declara que seu produto pode ser atacado vigorosamente pelo ácido nítrico concentrado e que tem uma resistência apenas razoável ou mais fraca aos ácidos fosfóricos, ácido clorídrico concentrado, hidróxido de sódio 10%, acetona, álcool desnaturado e acetato de metila.



O isolamento FOAMGLAS®, totalmente de vidro, é muito usado em tanques de armazenagem química porque sua alta resistência à corrosão amplia a vida do equipamento em serviço.

Fibras de Vidro e Fibras Minerais

Apesar destes materiais serem basicamente vidro de sílica, como é o isolamento FOAMGLAS®, sua forma é de fibra e não de célula fechada. Quando submersa em água, a lã de vidro perde sua força e elasticidade e as fibras minerais tornam-se quebradiças. Ambas as ações sujeitam os materiais a uma intensidade maior de ataque químico. Além disso, quando os aglutinantes orgânicos que freqüentemente cobrem estas fibras são destruídos pelo calor ou produtos químicos, estes isolamentos passam a absorver produtos químicos potencialmente perigosos, bem como a água.

Silicato de Cálcio/Perlita

Com estes materiais altamente absorventes, a absorção de líquidos e vapores não só provoca uma perda significativa da eficiência térmica, mas também cria perigos graves de segurança e incêndio quando ocorrem vazamentos ácidos ou cáusticos.

Geralmente, perlita contém repelentes de água orgânicos que são rapidamente destruídos por temperaturas acima de 200°C e por produtos petroquímicos; além disso, seus aglutinadores inorgânicos são freqüentemente lixiviáveis. O resultado é um isolamento absorvente.

CEM POR CENTO DE VIDRO

O isolamento FOAMGLAS® é totalmente de vidro e as células de vidro são totalmente fechadas. Estes dois aspectos combinados é que permitem uma durabilidade química inigualável. Diferentemente de outros materiais de isolamento já discutidos, ele não tem fibras, aglutinantes ou outros componentes sujeitos a ataque químico ou degradação. A resistência química do vidro já foi reconhecida e aplicada universalmente para produtos alimentícios e químicos, recipientes de laboratório e aplicações industriais que exigem uma durabilidade excepcional.


TABELA 2: Materiais que demonstraram variações significativas em volume e peso

Solvente	Pollisocianurato	Poliolefina	Poliestireno	Compostos fenólicos	Isolamento FOAMGLAS®
Ácido Nítrico Concentrado	X			Dissolvido	
Ácido Clorídrico Concentrado	X			X	
Ácido Sulfúrico Concentrado	Dissolvido			X	
Ácido Fosfórico Concentrado					
Ácido Nítrico 40%	X			Dissolvido	
Ácido Clorídrico 10%	X				
Ácido Sulfúrico 30%	X				
Ácido Carbólico 5%	X			X	
Ácido Acético 5%	X	X		X	
Ácido Cítrico 10%	X	X			
Limoneno		X	Dissolvido		
Óleo de casca de cítricos		X	Dissolvido		
Suco de laranja	X	X		X	
Hidróxido de Amônia Concentrado	X	X		X	
Hidróxido de Potássio Concentrado				X	X
Hidróxido de Amônia 10%	X			X	
Hidróxido de Sódio 10%	X			X	X
Carbonato de Sódio 2%	X			X	
Heptano		X	X		
Metanol	X		X	X	
Formaldeído	X			X	
Diclorometano	X	X	Dissolvido	X	
Benzeno	X	X	Dissolvido		
Metiletilcetona	X	X	Dissolvido	X	
1-Butanol	X			X	
Tolueno	X	X	Dissolvido		
Acetona	X	X	Dissolvido	X	
Acetato de etila	X	X	Dissolvido	X	
Álcoois Minerais		X	Dissolvido		
Etileno Glicol		X		X	
Querosene		X	Dissolvido		

A estabilidade dimensional aperfeiçoa o desempenho térmico

O desempenho adequado do isolamento e, portanto, a integridade do sistema, está diretamente relacionado com a estabilidade dimensional do material de isolamento. Uma baixa estabilidade dimensional pode provocar inchamento, expansão, encolhimento e flambagem do isolamento de um sistema e estes efeitos podem acabar promovendo a formação de uma ponte térmica entre o isolamento e o equipamento, rompimento ou invasão do revestimento ou da impermeabilização e, o que é ainda mais grave, um desempenho imprevisível do isolamento.

Mas com o isolamento FOAMGLAS®, todos estes problemas em potencial podem ser evitados devido à sua excelente estabilidade sob uma variedade de condições de temperatura e umidade.

FATORES QUE AFETAM A ESTABILIDADE

Variações reversíveis a baixas temperaturas

A taxa de variação dimensional reversível – coeficiente de contração

térmica – que é exibida quando um material de isolamento se resfria é, mais frequentemente, relacionada com sua composição química. Os compostos orgânicos, tais como as espumas plásticas, exibem coeficientes de 5 a 10 vezes maiores do que os coeficientes dos metais que eles isolam (ver a Figura 6). Isto provoca a abertura das juntas, o que não só cria um caminho de curto-circuito térmico, mas também pode destruir totalmente as juntas que haviam sido vedadas contra a invasão de água. O isolamento FOAMGLAS® exibe um coeficiente de contração térmica previsível, mínimo e reversível.

Como esta expansão é muito próxima à do aço ou concreto que são isolados com mais frequência, não ocorre praticamente nenhum movimento relativo nas juntas de isolamento durante a ciclagem de temperatura do sistema.

A baixas temperaturas, podem ocorrer também graves rachaduras dentro da espuma como resultado do encolhimento. Em testes feitos com um sistema de uretano em duas

camadas sob condições criogênicas, as juntas se abriram o suficiente para permitir a convecção e um substancial ganho de calor (+174% nos sistemas de nitrogênio líquido), enquanto que, com o isolamento de poliestireno, as juntas abertas reduziram a eficiência térmica em torno de 10%.

Variações reversíveis a temperaturas moderadas

A temperaturas elevadas o problema se inverte: o alto coeficiente de expansão térmica das espumas orgânicas (ver Figura 7) pode provocar arqueamento e flambagem, forçando além dos limites as barreiras contra o tempo e os retardantes de vapor. Em contraste, o isolamento FOAMGLAS® mantém-se estável porque seu coeficiente de expansão se coaduna muito bem com as tubulações e equipamentos típicos de aço.

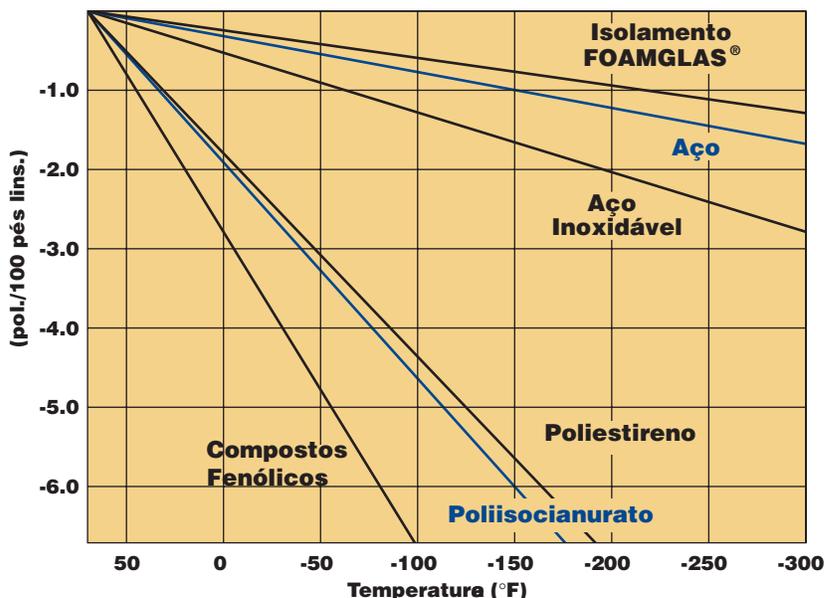
Variações irreversíveis a altas temperaturas

A altas temperaturas, deve ser usado o isolamento inorgânico. Mas, infelizmente, na medida em que aumenta a temperatura e os tubos e vasos de metal se expandem, alguns tipos de isolamento, na verdade, se encolhem (ver a Figura 7). Este encolhimento provoca abertura das juntas e rachaduras que podem provocar curto-circuitos térmicos e danos graves às barreiras contra as condições de tempo. O isolamento FOAMGLAS® tem um coeficiente de expansão reversível similar ao dos metais e, portanto, não encolherá.

Outras variações irreversíveis

Estas variações dimensionais permanentes têm muitas causas, inclusive o envelhecimento do material de isolamento, ou seja, o encolhimento das espumas de plástico (sobretudo o poliuretano) após a produção, a formação de bolhas quando a espuma de PUR é produzida no próprio local de aplicação, e a liberação de gás de agentes espumantes do poliestireno expandido, que podem causar encolhimento de até 2%. Em sistemas frios, os gases de poliuretano de baixa densidade se podem condensar dentro das células, romper as paredes das células e provocar o colapso do isolamento.

FIGURA 6: Contração térmica de isolamentos comparada à do aço (70 °F a -300 °F)





Temperatura e Umidade

A umidade pode entrar em alguns isolamentos durante sua armazenagem, transporte ou instalação e, depois, pode ficar presa sob o sistema de impermeabilização ou ser admitida por barreiras de vapor que não estejam funcionando corretamente. Em combinação com as variações de temperatura, pode ocorrer uma alteração significativa das dimensões do isolamento.

O poliuretano a 70 °C e 85% de umidade relativa demonstra uma expansão irreversível de 3% (um fabricante informa que são possíveis variações ainda maiores). Por outro lado, sob condições similares, as espumas fenólicas encolhem em até 2%. O poliisocianurato é afetado pelo envelhecimento sob condições de umidade. Seu arqueamento rápido e permanente submete as barreiras externas contra vapor e condições de tempo a uma solicitação excessiva.

Mas com o isolamento FOAMGLAS®, seu uso em serviço e os testes realizados já demonstraram repetidamente que permanece estável dimensionalmente sob condições de extrema umidade. Testes a 20 °C e 95% de umidade relativa não apresentaram nenhuma variação no material.

Temperatura e Carga

A aplicação de carga a um isolamento em condições de temperatura elevada é uma fonte potencial de variação dimensional com possíveis consequências graves. Por isso, os fabricantes de espumas de plástico publicam recomendações de carga em função da temperatura. Mas a combinação de resistência, rigidez e força do isolamento FOAMGLAS® a altas temperaturas (discutido mais adiante), cria uma excelente estabilidade dimensional sob carregamento, a temperaturas baixas, ambientes ou altas.

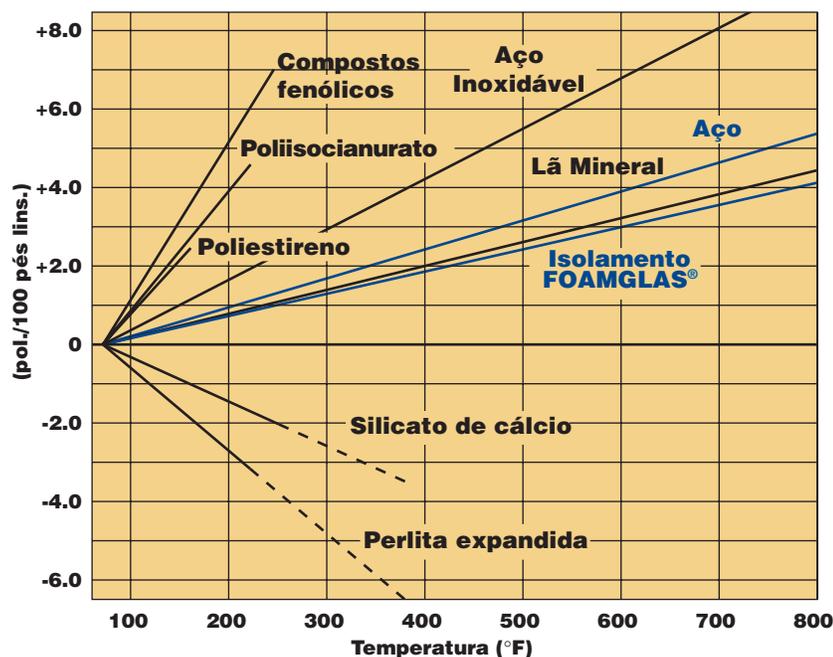
Sistemas de Alta Temperatura

Ver os sistemas recomendados na pág. 20.



Quando expostos a lâmpadas de calor em laboratório, o poliisocianurato (no alto) e o poliestireno (no meio) exibem uma distorção térmica significativa. O isolamento FOAMGLAS® (em baixo) permanece dimensionalmente estável.

FIGURA 7: Expansão/contração térmica de isolamentos comparados ao aço (70 °F a 800 °F)



Alta resistência à compressão sem deformação

Como os isolamentos usados comumente, tais como materiais fibrosos, têm uma resistência limitada à compressão, freqüentemente esta propriedade não é considerada seriamente ao especificar o isolamento térmico. Este é um erro grave porque em muitas aplicações a *resistência* do isolamento é *vital* ao desempenho do sistema e deveria ser um *pré-requisito* na seleção de materiais.

O isolamento FOAMGLAS® oferece uma resistência à compressão de 90 psi (620 kPa) quando capeado segundo a ASTM C 240. Quando capeado, oferece uma alta resistência à compressão sem deformar-se ou consolidar-se (ver a Tabela 3). O isolamento FOAMGLAS® combina rigidez com uma extraordinária resistência à compressão e à flexão. Além disso, seu relativo baixo peso de 120 kg/m³ conta com um quociente ideal de resistência em relação ao peso; os materiais mais leves têm apenas uma fração da resistência do isolamento FOAMGLAS®. Esta combinação de propriedades – que praticamente não é afetada por temperaturas em uma larga faixa de serviço – permite um projeto simplificado dos sistemas de isolamento sujeitos a carregamento.

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO COMPARADO À DEFORMAÇÃO

Enquanto que a resistência à compressão mede tecnicamente a solicitação à qual o material falha sob uma determinada carga, a deformação acompanha a distorção estrutural do material, quer *haja ou não* uma falha realmente. Assim, no caso de isolamentos comprimíveis, tais como as espumas de plástico, a lã de vidro e o silicato de cálcio, a “falha” é registrada como o ponto em que a deformação do isolamento atinge uma porcentagem da sua espessura – geralmente de 5% a 25% – para várias densidades.

Mas com o isolamento FOAMGLAS®, os dados não são nem um pouco subjetivos, o que torna a sua especi-

TABELA 3: Resistência à compressão de vários materiais

Isolamento	Resistência à Compressão		Densidade	
	psi	kPa	lb/ft ³	Kg/m ³
Isolamento FOAMGLAS®	90+/-10%	620	7.5	120
Poliisocianurato	30	207	2.0	32
Poliestireno	45	310	2.0	32
Compostos fenólicos	22@10% def.	152	2.5	40
Fibra de vidro	2.3@10% def.	16	6.0	96
Fibra mineral	10@10% def.	69	5–15	80–240
Silicato de cálcio	100@5% def.	689	11–15	176–240
Perlita	90@5% def.	620	5–13	80–208

cação um cálculo direto e relativamente pouco complicado. A deformação é insignificante e independente da espessura do isolamento.

Efeitos do Tempo e da Temperatura

Para aumentar a confusão quanto à resistência à compressão, ocorrem os efeitos do tempo e da temperatura. Estudos já demonstraram que, para os compostos fenólicos e uretanos, a resistência à compressão com 10% de deformação reduz-se em mais de 50% quando a temperatura aumenta de 20 °C para 130 °C. Em outros testes de espuma de poliuretano, sob uma carga moderada de 3 psi (0,2 kg/cm²) a 130 °C, após apenas 75 dias gera-se uma deformação de até 10%. Esta deformação coloca o uretano em sua tolerância máxima à compressão, de

acordo com alguns métodos de teste, em menos de três meses.

No isolamento FOAMGLAS®, o efeito do tempo e da temperatura sobre a deformação e resistência à compressão é negligenciável *durante toda* a ampla faixa de temperatura de serviço.

FATORES DE SEGURANÇA

Como a deformação e a redução da resistência resultante podem afetar seriamente o desempenho de alguns isolamentos comprimíveis, geralmente são exigidos fatores de segurança de engenharia mais altos no caso de plásticos celulares e materiais de fibra.

TABELA 4: Propriedades Físicas do Isolamento de Vidro Celular HLB FOAMGLAS®

Apresenta-se abaixo um resumo dos valores aceitáveis de resistência média à compressão (por lote), conforme definem as Especificações de Garantia de Qualidade.

Grau do Isolamento HLB FOAMGLAS®	Densidade média nominal de lote		Resistência à compressão (testada segundo a ASTM C 165/C 240)					
	kg/m ³	pcf	Média			Limite inferior de especific.		
			N/mm ²	psi	kg/cm ²	N/mm ²	psi	kg/cm ²
HLB 800	120	7.5	0.80	116	8.12	0.55	80	5.6
HLB 1000	130	8.1	1.00	145	10.15	0.69	100	7.0
HLB 1200	140	8.7	1.20	174	12.18	0.83	120	8.4
HLB 1600	160	10	1.60	232	16.24	1.10	160	11.2

Nota: 0.8 N/mm² = 800 kPa



O isolamento FOAMGLAS® já foi instalado em mais de 75% dos tanques de GLN do mundo inteiro.

O isolamento FOAMGLAS® oferece uma eficiência térmica constante para as instalações de transferência e armazenagem de GLN. Devido à sua resistência à compressão, suporta cargas extremas sem apresentar deterioração e pode ser usado em longos segmentos verticais de tubos sem a necessidade de suportes especiais.

CLASSES DO ISOLAMENTO FOAMGLAS®

O isolamento FOAMGLAS®, com uma resistência à compressão de 90 psi (6,3 kg/cm²), ele próprio mais resistente do que quase todos os outros materiais de isolamento, é apenas um de uma faixa de sete classes disponíveis em cujo topo está o isolamento FOAMGLAS® HLB 1600 (Alta Capacidade de Carga), com uma resistência à compressão de 232 psi (16,3 kg/cm²) (ver a Tabela 4). Toda a linha de isolamentos FOAMGLAS® está disponível no mundo inteiro. Quando houver expectativa de cargas elevadas, será preciso considerar a preparação adequada da superfície para evitar submeter o isolamento a esforços excessivos.

PROBLEMAS E APLICAÇÕES Tanques

Para as aplicações em fundos de tanques criogênicos ou de baixa temperatura, o uso de um isolamento sem a necessária resistência à compressão poderá permitir assentamentos indevidos. Isto poderá resultar na perda da eficiência térmica, deslocamento de solo e elevação das temperaturas da

fundação, provocando grandes falhas, inclusive o rompimento do fundo do tanque.

Devido à sua resistência à compressão, o isolamento FOAMGLAS® tem sido preferido para as aplicações na base dos tanques de GLP, GLN, oxigênio líquido, amônia, etileno e nitrogênio líquido. De fato, já foi instalado em mais de 80% dos tanques de armazenagem criogênica de superfície do mundo.

Devido à alta temperatura das bases dos tanques, se o isolamento for de baixa resistência à compressão, também poderá haver assentamento do tanque. A perda resultante no desempenho térmico poderá desestabilizar o ambiente de processamento e provocar a redução do controle da viscosidade e possível solidificação do conteúdo. Mais uma vez, o isolamento FOAMGLAS® é ideal para essas aplicações em bases quentes.

Sistemas Subterrâneos e Aplicação em Suportes ou Suspensores de Tubos

Ver a página 31.

Resistência BIOLÓGICA

A resistência biológica de um isolamento – contra ratos, roedores, insetos e fungos – não recebe geralmente a atenção devida durante a especificação dos materiais. Mas a tendência de ignorar este perigo em potencial simplesmente por permanecer oculto pode acarretar sérios problemas para as tubulações subterrâneas e reservatórios de armazenagem, instalações de processamento agrícola ou alimentício e aplicações industriais externas. A infestação de organismos que roem, furam e fazem ninhos e outros micróbios pode afetar gravemente o desempenho térmico e a resistência mecânica do sistema de isolamento, a ponto de provocar sua destruição total. Devido à sua própria forma física, os isolamentos orgânicos e de estrutura aberta promovem a proliferação de organismos que fazem ninhos e abrem túneis. Mas, com mais de 50 anos de testes e aplicações em campo, o isolamento FOAMGLAS® já demonstrou ter um nível superior e total de resistência biológica.

TRÊS PROBLEMAS BÁSICOS

Quando o isolamento sofre o ataque de organismos biológicos e é destruído total ou parcialmente, sua eficiência térmica reduz-se ou perde-se totalmente. Em segundo lugar, ocorrem prejuízos econômicos que podem ser desastrosos, inclusive aumento do consumo de energia, custo de reparos dos equipamentos ou instalações danificadas pela ação de roedores, chegando à destruição da infra-estrutura e comprometimento dos produtos fabricados ou armazenados na instalação. Finalmente, existe a possibilidade de transmissão de doenças infecciosas aos seres humanos e animais domésticos por meio da contaminação de produtos alimentícios ou por microorganismos por via aérea ou por sistemas de água resfriada ou quente e sistemas de HVAC.

A “BARREIRA BIOLÓGICA”

Com o isolamento FOAMGLAS® funcionando, não só se elimina o potencial de problemas biológicos constatados com outros materiais, mas também a presença das células de vidro pode promover uma barreira física que bloqueia a entrada de ratos, roedores, etc. Há também uma outra forma de considerar a resistência total do isolamento FOAMGLAS® aos roedores: seu bloqueio biológico é tão forte que ele está na mesma categoria que o concreto e chapas de metal e vidro, já que o isolamento FOAMGLAS® é exatamente isto: um material de construção que desestimula a ação de roedores.



Propriedades e Certificações do Isolamento FOAMGLAS®

CERTIFICAÇÕES* E APROVAÇÕES

O isolamento FOAMGLAS® tem certificado de conformidade com as seguintes normas:

- AASTM C 552, “Especificação de Isolamentos Térmicos com Células de Vidro”
- Especificação Militar MIL-I-24244C, “Materiais de Isolamento Térmico com Requisitos Especiais quanto à Corrosão e Cloretos”
- Guia Regulatório Nuclear 1.36, ASTM C 795, C 692, C 871
- Propagação de Chamas 0, Formação de Fumaça 0 (UL 723, ASTM E 84), R2844; também classificado pela UL do Canadá, CR1957
- ISO 9001:2000
- Para ver uma lista de Sistemas Corta-Fogo em Áreas Perfuradas aprovados pela UL, consulte o banco de dados da UL: <http://www.ul.com/>. Depois de entrar nessa página, clique em “CERTIFICATIONS” do lado esquerdo. Sob “General Search”, clique em “UL FILE NUMBER” e digite R15207 e depois “SEARCH”
- Board of Steamship Inspection (Canadá): Certificado de Aprovação N° 100/F1-98
- General Services Administration, PBS (PCD): 15250, Guia de Especificação de Serviço em Edifícios Públicos, “Isolamento Térmico (Mecânico)”
- Depto. de Construções da Cidade de New York, MEA #138-81-M, Isolamento FOAMGLAS® para tubulações, equipamentos, paredes e tetos
- Secretaria do Interior (DOS) do Estado de New York, Código Uniforme de Construção e Prevenção de Incêndio, 07200-890201-2013
- Aprovação Geral da Prefeitura de Los Angeles, RR22534

O isolamento FOAMGLAS® é identificado no Código de Suprimento Federal para Fabricantes (FSCM 08869)

***Pedidos de certificado de cumprimento por escrito devem acompanhar a ordem do produto.**

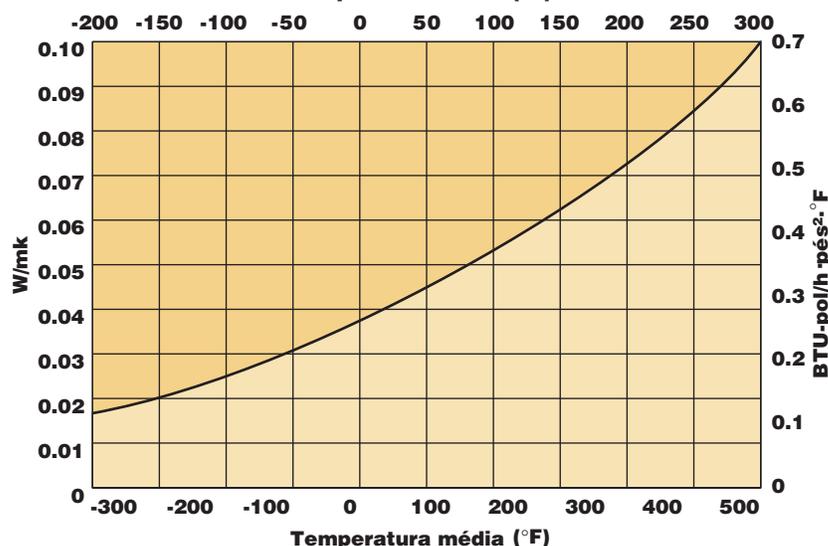
TABELA 5: Propriedades Físicas e Térmicas do Isolamento FOAMGLAS®

PROPRIEDADES FÍSICAS	EUA	MÉTRICO	SI	TESTE ASTM
Absorção de umidade (% por volume)	0.2%	Única umidade retida é a que adere às células superficiais após a imersão.		C 240
Permeabilidade água-vapor	0.00 perm-pol.	0.00 perm-cm		E 96 ^{est}
Resistência a ácidos	Impermeável a ácidos comuns e seus gases, exceto ácido fluorídrico.			
Capilaridade	Nenhuma	Nenhuma	Nenhuma	
Combustibilidade	Não é combustível, não queima.			E 136
Composição	Vidro puro, totalmente inorgânico, não contém aglutinantes.			
Resistência média à compressão do material padrão**	90 psi	6.3 kg/cm ²	620 kPa	C 165, C 240, C 552-00
	Resistência para superfícies planas capeadas com asfalto quente; o capeamento diferente dará valores diferentes. No caso de superfícies curvas e suportes de tubos, entre em contato com a PCC.			
Densidade média	7.5 lb/ft ³	120 kg/m ³	120 kg/m ³	C 303
Estabilidade dimensional	Excelente—não encolhe, incha ou arqueia..			
Resistência à flexão, média por bloco	70 psi	4.9 kg/cm ²	480 kPa	C 203, C 240
Higroscopicidade	Não há aumento de peso com umidade relativa de 90%.			
Coefficiente linear de expansão térmica (de 25 ° a 300 °C)	5.0 x 10 ⁻⁶ /°F	9.0 x 10 ⁻⁶ /°C	9.0 x 10 ⁻⁶ /°K	E 228
Temperatura máxima de serviço	+900°F	+482°C	755°K	
Módulo de elasticidade (aprox.)	1.3 x 10 ⁶ psi	9,300 kg/cm ²	900 MPa	C 623
Resistência ao cisalhamento	Não existe ainda um método de teste confiável e reconhecido para o cálculo de resistência ao cisalhamento para vidro celular. Se a resistência ao cisalhamento for um critério de projeto, deve-se obter recomendações da PCC.			
Condutividade térmica	BTU-pol./h-pés ² -°F 0.29 a 75°F 0.28 a 50°F	kcal/m-h-°C 0.033 a 0°C 0.034 a 10°C	W/mK 0.039 a 0°C 0.040 a 10°C	C 177, C 518
Calor específico	0.20 BTU/lb-°F	0.20 kcal/kg-°C	0.84 kJ/kg-°K	
Difusão térmica	0.016 pés ² /h	0.0042 cm ² /s	4.2 x 10 ⁻⁷ m ² /s	

Nota: As propriedades acima presumem uma temperatura de 75 °F, exceto quando indicado de outra forma. As propriedades podem variar com a temperatura. Estes valores são valores médios ou valores típicos recomendados para fins de projeto e não servem como especificação ou valores limite.

† Método E 96 (“Copo Umido”)/Procedimento B

FIGURA 8: Condutividade Térmica do Isolamento FOAMGLAS®
Temperatura média (°C)





Capas de tubos

Quando pedido pelo cliente, o isolamento FOAMGLAS® para canos e tubos pode ser fabricado no mundo inteiro em atendimento às normas ASTM C 552-00 e C 585. A especificação do isolamento FOAMGLAS® para canos e tubos de acordo com essas normas permite garantir um ajuste correto para os canos e tubos e para sua combinação em aplicações de múltiplas camadas. A espessura mínima no caso de uma única camada é de 1,5 pol. (38 mm).

Em atendimento à ASTM C 585

Para a sua conveniência, a seguinte tabela sugere a espessura (de uma camada) do isolamento FOAMGLAS®, até um máximo de 4 pol. (100 mm). O uso desta tabela permite a combinação ou a montagem de conjuntos de múltiplas camadas para obter espessura maiores.



O isolamento FOAMGLAS® de vidro celular é fabricado em blocos de 305 mm x 457 mm, com espessura de 38 a 127 mm, em incrementos de 13 mm, e em blocos de 457 mm x 610 mm, com espessura de 51 a 150 mm, em incrementos de 13 mm. Para obter a fonte mais próxima de isolamentos FOAMGLAS®, entre em contato com um representante da Pittsburgh Corning.

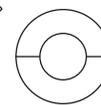


O isolamento FOAMGLAS® é fabricado em capas para praticamente todo tipo de tubo, válvula e conexão, bem como sob a forma de segmentos curvos, segmentos biselados de ponta ou formas especiais. Entre em contato com seu representante da Pittsburgh Corning para identificar a fábrica/distribuidor mais próximo. As formas do isolamento FOAMGLAS® podem ser modificadas facilmente no próprio local da instalação com ferramentas manuais comuns, para isolar válvulas, uniões, flanges, etc.

TABELA 6: Padrões Dimensionais de Isolamentos de Tubos (Sistema Imperial)

DIMENSÕES NOMINAIS DOS TUBOS (polegadas)		NOMINAL 1.5 pol.		NOMINAL 2 pol.		NOMINAL 2.5 pol.		NOMINAL 3 pol.		NOMINAL 3.5 pol.		NOMINAL 4 pol.	
D.E. nominal	D.E. efetivo	Espessura do FOAMGLAS®	O.E. da capa										
1/4	0.540	1.47	3.50	1.97	4.50	2.50	5.56	3.03	6.62	3.53	7.62	4.03	8.62
3/8	0.675	1.66	4.00	2.16	5.00	2.44	5.56	2.97	6.62	3.47	7.62	3.97	8.62
1/2	0.840	1.57	4.00	2.07	5.00	2.89	6.62	3.39	7.62	3.89	8.62	4.38	9.62
3/4	1.050	1.47	4.00	1.97	5.00	2.79	6.62	3.29	7.62	3.78	8.62	4.28	9.62
1	1.315	1.58	4.50	2.12	5.56	2.67	6.62	3.15	7.62	3.65	8.62	4.15	9.62
1-1/4	1.660	1.67	5.00	1.94	5.56	2.49	6.62	2.97	7.62	3.47	8.62	3.97	9.62
1-1/2	1.900	1.54	5.00	2.36	6.62	2.36	7.62	3.36	8.62	3.86	9.62	4.43	10.75
2	2.375	1.58	5.56	2.11	6.62	2.61	7.62	3.11	8.62	3.61	9.62	4.17	10.75
2-1/2	2.875	1.87	6.62	2.37	7.62	2.37	8.62	3.37	9.62	3.94	10.75	4.44	11.75
3	3.500	1.56	6.62	2.05	7.62	2.55	8.62	3.05	9.62	3.61	10.75	4.11	11.75
3-1/2	4.000	1.80	7.62	2.30	8.62	2.80	9.62	3.36	10.75	3.86	11.75	4.36	12.75
4	4.500	1.55	7.62	2.05	8.62	2.56	9.62	3.11	10.75	3.61	11.75	4.11	12.75
4-1/2	5.000	1.78	8.62	2.28	9.62	2.84	10.75	3.34	11.75	3.84	12.75	4.49	14.00
5	5.563	1.49	8.62	1.99	9.62	2.56	10.75	3.06	11.75	3.56	12.75	4.18	14.00
6	6.625	1.47	9.62	2.03	10.75	2.53	11.75	3.03	12.75	3.66	14.00	4.16	15.00
7	7.625	1.53	10.75	2.03	11.75	2.53	12.75	3.16	14.00	3.66	15.00	4.16	16.00
8	8.625	1.53	11.75	2.03	12.75	2.66	14.00	3.16	15.00	3.66	16.00	4.16	17.00
9	9.625	1.53	12.75	2.16	14.00	2.66	15.00	3.06	16.00	3.66	17.00	4.16	18.00
10	10.750	1.58	14.00	2.08	15.00	2.58	16.00	3.08	17.00	3.58	18.00	4.08	19.00
11	11.750	1.58	15.00	2.08	16.00	2.58	17.00	3.08	18.00	3.58	19.00	4.08	20.00
12	12.750	1.58	16.00	2.08	17.00	2.58	18.00	3.08	19.00	3.50	20.00	4.08	21.00
14	14.000	1.50	17.00	2.00	18.00	2.50	19.00	3.00	20.00	3.50	21.00	4.00	22.00
15	15.000	1.50	18.00	2.00	19.00	2.50	20.00	3.00	21.00	3.50	22.00	4.00	23.00
16	16.000	1.50	19.00	2.00	20.00	2.50	21.00	3.00	22.00	3.50	23.00	4.00	24.00
17	17.000	1.50	20.00	2.00	21.00	2.50	22.00	3.00	23.00	3.50	24.00	4.00	25.00
18	18.000	1.50	21.00	2.00	22.00	2.50	23.00	3.00	24.00	3.50	25.00	4.00	26.00
19	19.000	1.50	22.00	2.00	23.00	2.50	24.00	3.00	25.00	3.50	26.00	4.00	27.00
20	20.000	1.50	23.00	2.00	24.00	2.50	25.00	3.00	26.00	3.50	27.00	4.00	28.00
21	21.000	1.50	24.00	2.00	25.00	2.50	26.00	3.00	27.00	3.50	28.00	4.00	29.00
22	22.000	1.50	25.00	2.00	26.00	2.50	27.00	3.00	28.00	3.50	29.00	4.00	30.00
23	23.000	1.50	26.00	2.00	27.00	2.50	28.00	3.00	29.00	3.50	30.00	4.00	31.00
24	24.000	1.50	27.00	2.00	28.00	2.50	29.00	3.00	30.00	3.50	31.00	4.00	32.00

As dimensões nesta área são dadas por seções.



As dimensões nesta área são dadas por segmentos. (O número de segmentos varia em função do D.E. do tubo)

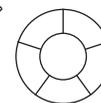
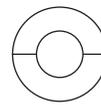


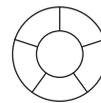
TABELA 7: Padrões Dimensionais de Isolamentos de Tubos (Sistema Métrico)

DIMENSÕES NOMINAIS DOS TUBOS (polegadas)			NOMINAL 1.5 pol.	NOMINAL 2 pol.	NOMINAL 2.5 pol.	NOMINAL 3 pol.	NOMINAL 3.5 pol.	NOMINAL 4 pol.
D.E. Nominal	D.E. em pol.	D.E. em mm	D.E. da capa pol.	D.E. da capa mm	D.E. da capa pol.	D.E. da capa mm	D.E. da capa pol.	D.E. da capa mm
1/4	0.540	14	3.50	89	4.50	114	6.62	168
3/8	0.675	17	4.00	102	5.00	127	5.56	141
1/2	0.840	21	4.00	102	5.00	127	6.62	168
3/4	1.050	27	4.00	102	5.00	127	6.62	168
1	1.315	33	4.50	114	5.56	141	6.62	168
1-1/4	1.660	42	5.00	127	5.56	141	6.62	168
1-1/2	1.900	48	5.00	127	6.62	168	7.62	194
2	2.375	60	5.56	141	6.62	168	7.62	194
2-1/2	2.875	73	6.62	168	7.62	194	8.62	219
3	3.500	89	6.62	168	7.62	194	8.62	219
3-1/2	4.000	102	7.62	194	8.62	219	9.62	244
4	4.500	114	7.62	194	8.62	219	9.62	244
4-1/2	5.000	127	8.62	219	9.62	244	10.75	273
5	5.563	141	8.62	219	9.62	244	10.75	273
6	6.625	168	9.62	244	10.75	273	11.75	298
7	7.625	194	10.75	273	11.75	298	12.75	324
8	8.625	219	11.75	298	12.75	324	14.00	356
9	9.625	244	12.75	324	14.00	356	15.00	381
10	10.750	273	14.00	356	15.00	381	16.00	406
11	11.750	298	15.00	381	16.00	406	17.00	432
12	12.750	324	16.00	406	17.00	432	18.00	457
14	14.000	356	17.00	432	18.00	457	19.00	483
15	15.000	381	18.00	457	19.00	483	20.00	508
16	16.000	406	19.00	483	20.00	508	21.00	533
17	17.000	432	20.00	508	21.00	533	22.00	559
18	18.000	457	21.00	533	22.00	559	23.00	584
19	19.000	483	22.00	559	23.00	584	24.00	610
20	20.000	508	23.00	584	24.00	610	25.00	635
21	21.000	533	24.00	610	25.00	635	26.00	660
22	22.000	559	25.00	635	26.00	660	27.00	686
23	23.000	584	26.00	660	27.00	686	28.00	711
24	24.000	610	27.00	686	28.00	711	29.00	737

As dimensões nesta área são dadas por seções.



As dimensões nesta área são dadas por segmentos. (O número de segmentos varia em função do D.E. do tubo)



SISTEMAS DE ISOLAMENTO FOAMGLAS® FABRICADOS

SISTEMA	BENEFÍCIOS	FAIXA RECOMENDADA DE TEMPERATURA	LIMITES
Liga de Asfalto Camada única ou múltiplas camadas do isolamento FOAMGLAS® fabricado com asfalto quente (ASTM D 312, Tipo III) em todas as juntas.	<ul style="list-style-type: none"> Técnica de fabricação padrão, prontamente disponível, para aplicações de frias a moderadamente quentes. 	-290 °F (-179 °C) a 250 °F (121 °C)	<ul style="list-style-type: none"> Não usar a temperaturas iguais ou inferiores à temperatura em que há formação de oxigênio líquido (LOX) (-183 °C).
		251 °F (122 °C) a 400 °F (204 °C)	<ul style="list-style-type: none"> Se a instalação for acima do solo, recomenda-se somente para áreas bem ventiladas.
Liga de HYDROCAL® B-11 Uma ou múltiplas camadas do isolamento FOAMGLAS® fabricado com um adesivo inorgânico especial.	<ul style="list-style-type: none"> Técnica de fabricação que permite o uso segundo a faixa mais ampla de temperatura. 	-450 °F (-268 °C) a ambiente	<ul style="list-style-type: none"> A área da junta é permeável ao vapor de água abaixo da temperatura ambiente. Use um sistema de dupla camada, vede as juntas da camada externa com PITTSEAL® 444N e cubra com um acabamento retardante de vapor.
		Ambiente a 900 °F (482 °C)	<ul style="list-style-type: none"> Use um sistema de camadas duplas a temperaturas acima de 204 °C.
Sistema StrataFab® Método patenteado de fabricação do isolamento FOAMGLAS® ligando os blocos com um adesivo flexível e resistente a altas temperaturas e criando uma pilha uniforme de múltiplas camadas da qual são cortadas as formas desejadas do isolamento.	<ul style="list-style-type: none"> Mínimo de avarias durante o transporte e instalação. Pode ser instalado diretamente sobre superfícies quentes. Propicia excelente controle das rachaduras provocadas por tratamento a quente para redução de tensões internas. Ampla gama de espessuras elimina necessidade de camadas duplas. 	-100 °F (-73 °C) a ambiente	<ul style="list-style-type: none"> A área da junta é permeável ao vapor de água abaixo da temperatura ambiente. Use um sistema de dupla camada, vede as juntas da camada externa com PITTSEAL® 444N e cubra com um acabamento retardante de vapor.
		Ambiente a 900 °F (482 °C)	<ul style="list-style-type: none"> Quando usado em um túnel, galeria ou outro espaço de ar confinado, recomenda-se ventilação adequada. O adesivo ligante poderá produzir fumaça em contato com superfícies quentes acima de 52 °C. Ver recomendações de manuseio e uso seguro na MSDS.
Sistema Composto Isolamento que consiste de camada(s) interna(s) de manta de fibra de vidro ou lã mineral de alta densidade e camada(s) externa(s) do isolamento FOAMGLAS®.	<ul style="list-style-type: none"> Técnica de fabricação permite o uso nos sistemas: <ul style="list-style-type: none"> – sujeitos a oscilação térmica contínua. – sujeitos à vibração excessiva. – operando acima de 482°C. 	401 °F (205 °C) a 1200 °F (649 °C)	<ul style="list-style-type: none"> Não se destina ao serviço em sistemas que contêm líquidos combustíveis.
Sistema Advantage® Método de fabricação do isolamento FOAMGLAS® ligando segmentos ou blocos de isolamento a uma superfície flexível com adesivos especiais.	<ul style="list-style-type: none"> Propicia excelente controle das rachaduras provocadas por tratamento a quente para redução de tensões internas. Pode ser fornecido com a capa de proteção já montada. Transportado em chapas para reduzir a possibilidade de danos e o custo de transporte. Fornecido em seções de 2 pés.; outras dimensões disponíveis a pedido. 	Ambiente a 900 °F (482 °C)	<ul style="list-style-type: none"> Um adesivo orgânico colocado nesta superfície poderá produzir fumaça em contato com superfícies quentes.



O isolamento FOAMGLAS® foi instalado como parte de um sistema composto de isolamento. Incorpora uma camada de uma polegada de feltro de fibra de vidro aplicado diretamente em torno do tubo e coberto com o isolamento FOAMGLAS®.



As seções StrataFab® foram instaladas em sequência, juntadas ponta a ponta (com a colocação de cintas PITTWRAP® nas interfaces) e seladas a quente.

Limites inferiores de temperatura dos tubos, recomendados para evitar condensação

TABELA 8: Sistema Imperial (°F)

Para condições normais de projeto em área interna: ambiente: 80 °F • umidade relativa: 70% • ponto de orvalho: 69.3 °F • velocidade do vento: 0 mph • emissão: 0.90

NPS	ESPESSURA DO ISOLAMENTO FOAMGLAS® EM POLEGADAS																					
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	11.0	12.0	
0.50	-30	-125	-235																			
0.75	-10	-90	-185	-405																		
1.00	-25	-95	-190	-320																		
1.50	-10	-70	-200	-305																		
2.00	-10	-65	-140	-220	-330																	
2.50	-5	-90	-160	-245	-355																	
3.00	0	-50	-105	-170	-255	-375																
4.00	0	-40	-90	-150	-235	-330	-445															
5.00	5	-30	-80	-140	-210	-290	-420															
6.00	10	-25	-75	-125	-190	-280	-375															
8.00		-25	-65	-125	-185	-250	-330															
10.00		-25	-65	-110	-160	-220	-290	-375														
12.00		-25	-60	-105	-150	-205	-270	-345	-440													
14.00		-15	-50	-90	-135	-185	-245	-315	-395													
16.00		-10	-45	-85	-130	-175	-235	-300	-380													
18.00		-10	-45	-80	-125	-170	-225	-290	-365													
20.00		-10	-45	-80	-120	-165	-220	-280	-350	-435												
24.00		-10	-40	-75	-115	-160	-210	-270	-335	-415												
28.00		-10	-40	-75	-115	-155	-205	-260	-320	-395												
30.00		-10	-40	-75	-110	-155	-200	-255	-315	-390												
36.00		-5	-40	-70	-110	-150	-195	-245	-305	-375												
42.00		-5	-35	-70	-105	-145	-190	-240	-295	-360	-435											
48.00		-5	-35	-70	-105	-145	-190	-235	-290	-350												
60.00		-5	-35	-70	-105	-140	-185	-230	-280	-340	-410											
72.00		-5	-35	-65	-100	-140	-180	-225	-275	-330	-395											
96.00		-5	-35	-65	-100	-135	-175	-220	-270	-320	-385											
120.00		-5	-35	-65	-100	-135	-175	-215	-265	-315	-375	-445										
168.00		-5	-35	-65	-95	-130	-170	-210	-260	-310	-365	-430										
FLAT		-5	-30	-60	-95	-125	-165	-205	-245	-290	-345	-400										

GANHO MÍNIMO DE CALOR=11.7 BTU/H PÉ² • GANHO MÁXIMO DE CALOR=15.3 BTU/H PÉ²

TABELA 8: Sistema Métrico (°C)

Para condições normais de projeto em área interna: ambiente: 26.7 °C • umidade relativa: 70% • ponto de orvalho: 20.7 °C • velocidade do vento: 0 mph • emissão: 0.90

NPS	ESPESSURA DO ISOLAMENTO FOAMGLAS® EM MM																					
	25.4	38.1	50.8	63.5	76.2	88.9	101.6	114.3	127.0	139.7	152.4	165.1	177.8	190.5	203.2	215.9	228.6	241.3	254.0	279.4	304.8	
0.50	-37	-88	-149																			
0.75	-25	-69	-121	-245																		
1.00	-34	-72	-125	-195																		
1.50	-25	-58	-129	-189																		
2.00	-23	-55	-95	-142	-202																	
2.50	-21	-69	-108	-155	-216																	
3.00	-18	-45	-76	-114	-161	-228																
4.00	-17	-41	-69	-103	-149	-201																
5.00	-14	-36	-62	-97	-134	-179	-251															
6.00	-12	-33	-60	-89	-123	-175	-227															
8.00		-33	-55	-89	-120	-157	-202															
10.00		-33	-55	-80	-108	-141	-179	-226														
12.00		-32	-52	-76	-103	-133	-169	-211	-262													
14.00		-26	-46	-68	-93	-122	-154	-193	-239													
16.00		-25	-45	-66	-90	-117	-148	-185	-229													
18.00		-25	-43	-64	-87	-114	-144	-179	-221													
20.00		-24	-42	-63	-86	-111	-141	-175	-214	-261												
24.00		-23	-41	-61	-83	-108	-136	-168	-204	-248												
28.00		-23	-41	-60	-81	-105	-132	-163	-198	-238												
30.00		-23	-40	-60	-81	-104	-131	-161	-195	-235												
36.00		-23	-40	-58	-79	-102	-127	-156	-188	-226												
42.00		-22	-39	-58	-78	-100	-125	-152	-184	-219	-261											
48.00		-22	-39	-57	-77	-99	-123	-150	-180	-214												
60.00		-22	-38	-56	-76	-97	-120	-146	-175	-208	-245											
72.00		-22	-38	-56	-75	-96	-118	-144	-172	-203	-239											
96.00		-21	-38	-55	-74	-94	-116	-141	-167	-198	-232											
120.00		-21	-37	-55	-73	-93	-115	-139	-165	-194	-227	-265										
168.00		-21	-37	-54	-72	-92	-113	-136	-162	-190	-222	-258										
FLAT		-21	-36	-53	-70	-89	-109	-131	-155	-181	-210	-241										

GANHO MÍNIMO DE CALOR=33.4 KCAL/H M² • GANHO MÁXIMO DE CALOR=41.6 KCAL/H M²



As tabelas nestas páginas dão as temperaturas operacionais mínimas para as combinações de diâmetro do tubo/espessura do isolamento abaixo das quais pode-se esperar a ocorrência de condensação para as condições ambientes dadas.

- Compare pares diferentes de tabelas para ver o efeito da mudança de uma condição ambiente.
- Compare 8 e 9 para ver o efeito da mudança da umidade relativa em áreas internas.
- Compare 10 e 11 para ver o efeito da mudança da emissão superficial em áreas externas.

- Compare 9 e 10 para ver o efeito da mudança na velocidade do vento.

Para as condições de projeto não cobertas nestas tabelas, fale com seu representante da Pittsburgh Corning.

TABELA 9: Sistema Imperial (°F)

Para condições severas de projeto em áreas internas: ambiente: 80 °F • umidade relativa: 80% • ponto de orvalho: 73.3 °F • velocidade do vento: 0 mph • emissão: 0.90

NPS	ESPESSURA DO ISOLAMENTO FOAMGLAS® EM POLEGADAS																				
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	11.0	12.0
0.50	15	-35	-85	-195	-285	-395															
0.75	25	-15	-65	-160	-235	-325	-440														
1.00	15	-20	-65	-125	-185	-260	-355														
1.50	25	-5	-70	-120	-175	-240	-330	-430													
2.00	30	-5	-40	-80	-130	-185	-255	-335	-430												
2.50	30	-15	-50	-95	-140	-200	-265	-340													
3.00	35	5	-25	-60	-95	-150	-200	-260	-350	-440											
4.00	35	10	-15	-50	-90	-130	-175	-240	-305	-375											
5.00	35	15	-10	-45	-75	-110	-165	-210	-265	-330	-405										
6.00	40	20	-10	-35	-65	-110	-145	-190	-240	-295	-360	-435									
8.00		20	-5	-35	-65	-95	-130	-170	-210	-260	-315	-375									
10.00		15	-5	-25	-55	-80	-115	-145	-185	-225	-275	-330	-390								
12.00		20	0	-25	-50	-75	-105	-135	-170	-210	-255	-305	-360	-425							
14.00		25	5	-15	-40	-65	-95	-125	-155	-195	-235	-280	-335	-390							
16.00		25	5	-15	-35	-60	-90	-115	-150	-185	-225	-265	-315	-370	-435						
18.00		25	5	-10	-35	-60	-85	-115	-145	-175	-215	-255	-300	-355	-410						
20.00		25	10	-10	-35	-55	-80	-110	-140	-170	-205	-245	-290	-340	-395						
24.00		25	10	-10	-30	-55	-75	-105	-130	-165	-195	-235	-275	-320	-370	-425					
28.00		25	10	-10	-30	-50	-75	-100	-125	-155	-190	-225	-260	-300	-350	-400					
30.00		30	10	-10	-30	-50	-75	-100	-125	-155	-185	-220	-255	-295	-340	-390					
36.00		30	10	-5	-25	-50	-70	-95	-120	-145	-175	-210	-245	-280	-325	-370	-420				
42.00		30	10	-5	-25	-45	-70	-90	-115	-145	-170	-200	-235	-270	-310	-355	-405				
48.00		30	10	-5	-25	-45	-65	-90	-115	-140	-165	-195	-230	-265	-300	-345	-390	-440			
60.00		30	10	-5	-25	-45	-65	-85	-110	-135	-160	-190	-220	-250	-290	-325	-370	-415			
72.00		30	10	-5	-25	-40	-60	-85	-105	-135	-155	-185	-215	-245	-280	-315	-355	-400			
96.00		30	15	-5	-20	-40	-60	-80	-105	-125	-150	-180	-205	-235	-265	-300	-340	-380	-425		
120.00		30	15	-5	-20	-40	-60	-80	-100	-125	-150	-175	-200	-230	-260	-295	-330	-370	-410		
168.00		30	15	-5	-20	-40	-60	-80	-100	-120	-145	-170	-195	-225	-250	-285	-320	-355	-395		
FLAT		30	15	0	-20	-35	-55	-75	-95	-115	-135	-160	-180	-205	-235	-260	-290	-320	-355	-395	-425

GANHO MÍNIMO DE CALOR=7.6 BTU/H PÉ² • GANHO MÁXIMO DE CALOR=9.4 BTU/H PÉ²

TABELA 9: Sistema Métrico (°C)

Para condições severas de projeto em áreas internas: ambiente: 26.7 °C • umidade relativa: 80% • ponto de orvalho: 22.9 °C • velocidade do vento: 0 mph • emissão: 0.90

NPS	ESPESSURA DO ISOLAMENTO FOAMGLAS® EM MM																				
	25.4	38.1	50.8	63.5	76.2	88.9	101.6	114.3	127.0	139.7	152.4	165.1	177.8	190.5	203.2	215.9	228.6	241.3	254.0	279.4	304.8
0.50	-10	-37	-67	-128	-176	-237															
0.75	-4	-28	-54	-107	-148	-198	-262														
1.00	-9	-29	-56	-87	-122	-164	-216														
1.50	-4	-22	-58	-85	-116	-153	-203	-259													
2.00	-3	-20	-41	-64	-90	-121	-161	-204	-257												
2.50	-2	-28	-48	-70	-96	-130	-165	-207													
3.00	0	-15	-32	-51	-73	-101	-129	-163	-213	-262											
4.00	0	-13	-28	-45	-68	-90	-115	-152	-187	-228											
5.00	1	-10	-24	-42	-61	-81	-110	-136	-167	-203	-243										
6.00	3	-8	-23	-38	-55	-79	-100	-125	-152	-183	-219	-262									
8.00		-8	-21	-38	-54	-71	-90	-112	-136	-162	-193	-228									
10.00		-9	-21	-34	-48	-64	-81	-100	-121	-145	-171	-201	-236								
12.00		-8	-19	-32	-45	-60	-77	-94	-114	-136	-160	-188	-220	-256							
14.00		-5	-16	-28	-41	-55	-70	-87	-106	-126	-149	-175	-204	-237							
16.00		-4	-15	-27	-39	-53	-67	-84	-102	-121	-143	-167	-194	-224	-259						
18.00		-4	-14	-26	-38	-51	-66	-81	-98	-117	-138	-161	-186	-215	-247						
20.00		-3	-14	-25	-37	-50	-64	-79	-96	-114	-134	-156	-180	-207	-237						
24.00		-3	-13	-24	-36	-48	-62	-76	-92	-109	-128	-148	-170	-195	-223	-254					
28.00		-3	-13	-23	-35	-47	-60	-74	-89	-105	-123	-142	-163	-187	-213	-241					
30.00		-3	-13	-23	-34	-46	-59	-73	-88	-104	-121	-140	-161	-183	-208	-236					
36.00		-3	-12	-23	-34	-45	-58	-71	-85	-100	-117	-135	-154	-175	-198	-224	-253				
42.00		-2	-12	-22	-33	-44	-56	-69	-83	-98	-114	-131	-149	-169	-191	-216	-242				
48.00		-2	-12	-22	-32	-44	-56	-68	-82	-96	-111	-128	-146	-165	-186	-209	-235	-263			
60.00		-2	-12	-21	-32	-43	-54	-66	-79	-93	-108	-124	-141	-159	-179	-200	-224	-249			
72.00		-2	-11	-21	-31	-42	-53	-65	-78	-91	-106	-121	-137	-155	-174	-194	-216	-241			
96.00		-2	-11	-21	-31	-41	-52	-64	-76	-89	-103	-117	-133	-149	-167	-186	-207	-230	-254		
120.00		-2	-11	-20	-30	-41	-52	-63	-75	-88	-101	-115	-130	-146	-163	-182	-201	-223	-246		
168.00		-2	-11	-20	-30	-40	-51	-62	-74	-86	-99	-113	-127	-143	-159	-176	-195	-215	-237		
FLAT		-2	-10	-20	-29	-39	-49	-60	-71	-82	-94	-107	-120	-133	-148	-163	-180	-197	-215	-256	

GANHO MÍNIMO DE CALOR=20.5 KCAL/H M² • GANHO MÁXIMO DE CALOR=25.4 KCAL/H M²

TABELA 10: Sistema Imperial (°F)

Para condições de projeto em áreas externas: ambiente: 80 °F • umidade relativa: 80% • ponto de orvalho: 73.3 °F • velocidade do vento: 7.5 mph • emissão: 0.90

NPS	ESPESSURA DO ISOLAMENTO FOAMGLAS® EM POLEGADAS																				
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	11.0	12.0
0.50	-30	-125	-235																		
0.75	-10	-90	-180	-400																	
1.00	-25	-95	-190	-310																	
1.50	-10	-70	-190	-295	-430																
2.00	-5	-60	-130	-215	-315	-445															
2.50	0	-85	-150	-235	-335																
3.00	5	-45	-95	-160	-240	-350															
4.00	5	-35	-85	-140	-220	-305	-410														
5.00	10	-25	-70	-130	-190	-265	-380														
6.00	15	-20	-65	-115	-170	-255	-340	-440													
8.00		-20	-55	-110	-165	-225	-295	-380													
10.00		-20	-55	-95	-140	-195	-255	-325	-415												
12.00		-15	-50	-90	-130	-180	-235	-300	-380												
14.00		-5	-40	-75	-115	-160	-215	-270	-340	-430											
16.00		-5	-35	-70	-110	-150	-200	-260	-325	-405											
18.00		0	-30	-65	-105	-145	-195	-250	-315	-390											
20.00		0	-30	-65	-100	-145	-190	-245	-305	-375											
24.00		0	-30	-60	-95	-135	-180	-230	-290	-355	-435										
28.00		0	-25	-60	-95	-135	-175	-225	-280	-340	-415										
30.00		0	-25	-60	-95	-130	-175	-220	-275	-335	-405										
36.00		0	-25	-55	-90	-125	-170	-215	-265	-320	-390										
42.00		0	-25	-55	-90	-125	-165	-210	-255	-310	-375										
48.00		0	-25	-55	-85	-120	-160	-205	-250	-305	-365	-435									
60.00		5	-25	-55	-85	-120	-155	-200	-245	-295	-350	-415									
72.00		5	-25	-50	-85	-115	-155	-195	-240	-285	-345	-405									
96.00		5	-20	-50	-80	-115	-150	-190	-230	-280	-330	-390									
120.00		5	-20	-50	-80	-115	-150	-185	-230	-275	-325	-380	-445								
168.00		5	-20	-50	-80	-110	-145	-185	-225	-265	-315	-370	-430								
FLAT		5	-20	-45	-75	-105	-140	-175	-210	-255	-295	-345	-400								

GANHO MÍNIMO DE CALOR=11.6 BTU/H PÉ² • GANHO MÁXIMO DE CALOR=16.0 BTU/H PÉ²

TABELA 10: Sistema Métrico (°C)

Para condições de projeto em áreas externas: ambiente: 26.7 °C • umidade relativa: 80% • ponto de orvalho: 22.9 °C • velocidade do vento: 12.1 mph • emissão: 0.90

NPS	ESPESSURA DO ISOLAMENTO FOAMGLAS® EM MM																				
	25.4	38.1	50.8	63.5	76.2	88.9	101.6	114.3	127.0	139.7	152.4	165.1	177.8	190.5	203.2	215.9	228.6	241.3	254.0	279.4	304.8
0.50	-47	-109	-184																		
0.75	-33	-85	-148																		
1.00	-42	-88	-151	-239																	
1.50	-32	-70	-154	-227																	
2.00	-29	-66	-112	-168	-241																
2.50	-26	-81	-126	-182	-256																
3.00	-22	-53	-89	-132	-187																
4.00	-20	-47	-79	-118	-171	-231															
5.00	-17	-41	-70	-109	-151	-203															
6.00	-14	-37	-67	-99	-137	-196	-256														
8.00		-36	-61	-97	-132	-173	-223														
10.00		-36	-59	-86	-117	-153	-195	-247													
12.00		-34	-56	-81	-110	-143	-182	-228													
14.00		-28	-49	-72	-99	-130	-165	-207	-257												
16.00		-26	-47	-69	-95	-124	-157	-197	-245												
18.00		-25	-45	-67	-91	-120	-152	-191	-236												
20.00		-24	-43	-65	-89	-117	-149	-186	-229												
24.00		-23	-42	-63	-87	-113	-143	-178	-219												
28.00		-23	-42	-62	-85	-111	-139	-172	-211	-256											
30.00		-23	-41	-62	-84	-109	-138	-170	-208	-252											
36.00		-23	-41	-61	-82	-107	-134	-165	-201	-242											
42.00		-22	-40	-60	-81	-105	-131	-161	-195	-235											
48.00		-22	-40	-59	-80	-103	-129	-158	-192	-230											
60.00		-22	-39	-58	-79	-101	-126	-154	-186		-264										
72.00		-22	-39	-58	-78	-100	-125	-152	-182	-217	-257										
96.00		-21	-38	-57	-77	-98	-122	-148	-178	-211	-249										
120.00		-21	-38	-56	-76	-97	-121	-146	-175	-207	-244										
168.00		-21	-38	-56	-75	-96	-119	-144	-172	-203	-238										
FLAT		-21	-37	-54	-73	-93	-115	-138	-164	-193	-224	-260									

GANHO MÍNIMO DE CALOR=35.7 KCAL/H M² • GANHO MÁXIMO DE CALOR=49.8 KCAL/H M²



TABELA 11: Sistema Imperial (°F)

Para condições de projeto em áreas externas: ambiente: 80 °F • umidade relativa: 80% • ponto de orvalho: 73.3 °F • velocidade do vento: 7.5 mph • emissão: 0.40

NPS	ESPESSURA DO ISOLAMENTO FOAMGLAS® EM POLEGADAS																				
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	11.0	12.0
0.50	-5	-70	-140	-290	-415																
0.75	10	-45	-110	-235	-335																
1.00	0	-50	-110	-185	-265	-370															
1.50	10	-30	-110	-175	-245	-335															
2.00	15	-25	-70	-125	-185	-255	-350														
2.50	15	-40	-85	-135	-195	-270	-355														
3.00	20	-10	-50	-90	-140	-200	-265	-345													
4.00	25	-5	-40	-75	-125	-175	-230	-310	-390												
5.00	30	0	-30	-65	-105	-150	-210	-270	-340	-420											
6.00	30	5	-25	-55	-95	-145	-190	-240	-300	-370											
8.00		10	-20	-55	-85	-125	-165	-210	-260	-315	-380										
10.00		10	-15	-45	-70	-105	-140	-180	-225	-275	-330	-390									
12.00		10	-10	-35	-65	-95	-130	-165	-205	-250	-300	-360	-430								
14.00		15	-5	-30	-55	-85	-115	-150	-185	-230	-275	-335	-395								
16.00		20	0	-25	-50	-75	-105	-140	-175	-220	-265	-315	-375	-445							
18.00		20	0	-20	-45	-75	-105	-135	-170	-210	-255	-300	-360	-420							
20.00		20	0	-20	-45	-70	-100	-130	-165	-205	-245	-290	-345	-405							
24.00		20	0	-20	-40	-65	-95	-125	-155	-190	-230	-275	-325	-380	-440						
28.00		25	5	-15	-40	-65	-90	-120	-150	-185	-220	-265	-310	-360	-415						
30.00		25	5	-15	-40	-65	-90	-120	-150	-180	-220	-260	-300	-350	-405						
36.00		25	5	-15	-40	-60	-85	-115	-145	-175	-210	-245	-290	-335	-385	-445					
42.00		25	5	-15	-35	-60	-85	-110	-140	-170	-200	-240	-280	-320	-370	-425					
48.00		25	5	-15	-35	-60	-80	-110	-135	-165	-195	-230	-270	-310	-360	-410					
60.00		25	5	-15	-35	-55	-80	-105	-130	-160	-190	-225	-260	-300	-340	-390	-440				
72.00		25	5	-15	-35	-55	-80	-100	-130	-155	-185	-215	-250	-290	-330	-375	-425				
96.00		25	5	-10	-30	-55	-75	-100	-125	-150	-180	-210	-245	-280	-315	-360	-405				
120.00		25	5	-10	-30	-50	-75	-95	-120	-150	-175	-205	-235	-270	-310	-350	-390	-440			
168.00		25	5	-10	-30	-50	-75	-95	-120	-145	-170	-200	-230	-265	-300	-335	-380	-425			
FLAT		25	10	-10	-30	-50	-70	-90	-115	-135	-160	-185	-215	-245	-275	-310	-345	-380	-425		

GANHO MÍNIMO DE CALOR=8.5 BTU/H PÉ² • GANHO MÁXIMO DE CALOR=12.4 BTU/H PÉ²

TABELA 11: Sistema Métrico (°C)

Para condições de projeto em áreas externas: ambiente: 26.7 °C • umidade relativa: 80% • ponto de orvalho: 22.9 °C • velocidade do vento: 12.1 mph • emissão: 0.40

NPS	ESPESSURA DO ISOLAMENTO FOAMGLAS® EM MM																				
	25.4	38.1	50.8	63.5	76.2	88.9	101.6	114.3	127.0	139.7	152.4	165.1	177.8	190.5	203.2	215.9	228.6	241.3	254.0	279.4	304.8
0.50	-32	-76	-126	-240																	
0.75	-21	-60	-102	-196																	
1.00	-28	-61	-104	-158	-222																
1.50	-20	-47	-105	-149	-205																
2.00	-17	-44	-77	-113	-157	-210															
2.50	-15	-55	-86	-121	-164	-223															
3.00	-11	-35	-60	-89	-123	-169	-219														
4.00	-10	-30	-53	-79	-113	-148	-190	-256													
5.00	-7	-26	-46	-73	-100	-131	-178	-222													
6.00	-5	-22	-44	-66	-91	-126	-160	-199	-246												
8.00		-21	-39	-64	-86	-112	-141	-174	-212	-257											
10.00		-21	-37	-56	-76	-99	-124	-152	-185	-223											
12.00		-19	-35	-52	-71	-92	-115	-141	-170	-204	-245										
14.00		-14	-29	-46	-64	-83	-105	-129	-156	-188	-226										
16.00		-13	-28	-43	-60	-79	-99	-123	-150	-180	-215										
18.00		-12	-26	-41	-58	-76	-97	-119	-145	-174	-207	-246									
20.00		-12	-25	-40	-57	-75	-94	-117	-141	-169	-201	-237									
24.00		-11	-24	-39	-55	-72	-91	-112	-135	-161	-191	-224	-263								
28.00		-11	-24	-38	-54	-70	-89	-109	-131	-156	-183	-215	-251								
30.00		-11	-24	-38	-53	-70	-88	-107	-129	-153	-180	-211	-246								
36.00		-10	-23	-37	-52	-68	-85	-104	-125	-148	-174	-202	-234								
42.00		-10	-23	-36	-51	-67	-84	-102	-122	-144	-169	-196	-226	-261							
48.00		-10	-23	-36	-50	-66	-82	-100	-120	-141	-165	-191	-220	-253							
60.00		-10	-22	-35	-49	-64	-81	-98	-117	-137	-160	-184	-212	-243							
72.00		-10	-22	-35	-49	-64	-81	-98	-115	-135	-156	-180	-206	-235							
96.00		-9	-22	-34	-48	-62	-78	-94	-112	-131	-152	-174	-199	-226	-257						
120.00		-9	-21	-34	-47	-62	-77	-93	-110	-129	-149	-171	-195	-221	-250						
168.00		-9	-21	-34	-47	-61	-76	-92	-108	-126	-146	-167	-190	-215	-243						
FLAT		-9	-21	-33	-46	-59	-73	-88	-104	-121	-138	-157	-178	-200	-224	-250					

GANHO MÍNIMO DE CALOR=27.1 KCAL/H M² • GANHO MÁXIMO DE CALOR=40.1 KCAL/H M²

Espessura de Isolamento de Tubulação de Processo

PARA LIMITAR O GANHO DE CALOR A 9 BTU/H • PÉ² (28.4 W/PÉ²)

TABELA 12: Sistema Imperial (°F)

Para condições normais de projeto em áreas internas: ambiente: 80 °F • limite de fluxo de calor : -9.0 ± 0.1 BTU/h•pé² • velocidade do vento: 7.5 mph • emissão: 0.40

ESPESSURA DO ISOLAMENTO FOAMGLAS® EM POLEGADAS																						
NPS	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	11.0	12.0	
0.50	18	-31	-85	-199	-292	-410																
0.75	29	-14	-62	-161	-239	-337																
1.00	20	-17	-66	-125	-192	-273	-374															
1.50	27	-5	-71	-122	-182	-254	-354															
2.00	29	-3	-42	-85	-135	-194	-273	-360														
2.50	30	-18	-55	-97	-147	-213	-283	-368														
3.00	34	5	-25	-62	-103	-158	-215	-282	-384													
4.00	34	9	-19	-52	-95	-139	-189	-263	-334	-419												
5.00	36	13	-13	-48	-83	-122	-180	-233	-295	-368												
6.00	38	16	-12	-41	-74	-120	-163	-212	-268	-332	-408											
8.00		15	-8	-42	-73	-107	-145	-188	-237	-293	-358	-432										
10.00		14	-8	-34	-62	-94	-129	-167	-211	-260	-316	-380										
12.00		15	-7	-31	-58	-88	-121	-157	-197	-243	-294	-352	-418									
14.00		20	0	-24	-49	-78	-109	-143	-181	-223	-270	-324	-385									
16.00		21	0	-22	-47	-74	-104	-137	-173	-213	-257	-307	-364	-429								
18.00		21	1	-21	-45	-71	-100	-132	-166	-205	-247	-294	-348	-408								
20.00		22	1	-20	-43	-69	-97	-128	-161	-198	-239	-284	-335	-392								
24.00		22	2	-18	-41	-66	-92	-122	-153	-188	-226	-268	-315	-367	-426							
28.00		23	3	-17	-39	-63	-89	-117	-147	-180	-217	-256	-300	-349	-404							
30.00		23	3	-16	-38	-62	-88	-115	-145	-177	-213	-252	-294	-342	-395							
36.00		23	4	-15	-37	-60	-84	-111	-140	-170	-204	-241	-281	-325	-374	-428						
42.00		24	5	-14	-35	-58	-82	-108	-135	-165	-198	-233	-271	-313	-359	-410						
48.00		24	5	-14	-34	-57	-80	-105	-132	-161	-193	-227	-263	-304	-348	-396						
60.00		24	6	-13	-33	-55	-78	-102	-128	-156	-186	-218	-253	-291	-332	-377	-427					
72.00		24	6	-12	-32	-53	-76	-100	-125	-152	-181	-212	-246	-282	-321	-364	-411					
96.00		25	7	-11	-31	-52	-74	-97	-121	-147	-175	-205	-237	-271	-308	-348	-392	-440				
120.00		25	7	-11	-30	-51	-72	-95	-119	-145	-172	-201	-231	-264	-300	-339	-380	-426				
168.00		25	7	-10	-30	-50	-71	-93	-117	-141	-168	-195	-225	-257	-291	-327	-367	-410				
FLAT		25	8	-9	-28	-47	-67	-88	-110	-133	-157	-183	-210	-238	-268	-300	-334	-371	-409			

TABELA 12: Sistema Métrico (°C)

Para condições normais de projeto em áreas internas: ambiente: 26.7 °C • limite de fluxo de calor : -9.0 ± 0.1 BTU/h•pé² • velocidade do vento: 12.1 mph • emissão: 0.40

ESPESSURA DO ISOLAMENTO FOAMGLAS® EM MM																					
NPS	25.4	38.1	50.8	63.5	76.2	88.9	101.6	114.3	127.0	139.7	152.4	165.1	177.8	190.5	203.2	215.9	228.6	241.3	254.0	279.4	304.8
0.50	-7	-35	-65	-128	-180	-245															
0.75	-1	-25	-52	-107	-151	-205															
1.00	-6	-27	-54	-87	-124	-169	-225														
1.50	2	-20	-57	-85	-119	-159	-214														
2.00	-1	-19	-41	-65	-92	-125	-169	-218													
2.50	0	-27	-48	-72	-99	-136	-175	-222													
3.00	1	-14	-32	-52	-75	-105	-137	-174	-231												
4.00	1	-12	-28	-47	-70	-95	-123	-164	-203	-250											
5.00	2	-10	-25	-44	-64	-86	-117	-147	-182	-222											
6.00	3	-8	-24	-40	-58	-84	-108	-135	-166	-202	-244										
8.00		-9	-22	-41	-58	-77	-98	-122	-149	-180	-216	-258									
10.00		-9	-22	-37	-52	-70	-89	-110	-135	-162	-193	-229									
12.00		-9	-21	-35	-50	-66	-85	-105	-127	-152	-181	-213	-250								
14.00		-6	-18	-31	-45	-61	-78	-97	-118	-141	-168	-198	-231								
16.00		-5	-17	-30	-44	-59	-75	-94	-114	-136	-161	-188	-220	-256							
18.00		-5	-17	-29	-43	-57	-73	-91	-110	-131	-155	-181	-211	-244							
20.00		-5	-16	-28	-42	-56	-72	-89	-107	-128	-150	-175	-203	-235							
24.00		-5	-16	-28	-40	-54	-69	-85	-103	-122	-143	-166	-192	-221	-254						
28.00		-4	-15	-27	-39	-53	-67	-83	-99	-118	-138	-160	-184	-211	-242						
30.00		-4	-15	-27	-39	-52	-66	-82	-98	-116	-136	-157	-181	-207	-237						
36.00		-4	-15	-26	-38	-51	-64	-79	-95	-112	-131	-151	-174	-198	-225	-256					
42.00		-4	-14	-25	-37	-50	-63	-77	-93	-109	-127	-147	-168	-191	-217	-245					
48.00		-4	-14	-25	-37	-49	-62	-76	-91	-107	-125	-143	-164	-186	-211	-238					
60.00		-4	-14	-25	-36	-48	-61	-74	-89	-104	-121	-139	-158	-179	-202	-227	-255				
72.00		-4	-14	-24	-35	-47	-60	-73	-87	-102	-118	-135	-154	-174	-196	-220	-246				
96.00		-3	-13	-24	-35	-46	-59	-71	-85	-99	-115	-131	-149	-168	-189	-211	-235	-262			
120.00		-3	-13	-24	-34	-46	-58	-70	-84	-98	-113	-129	-146	-164	-184	-206	-229	-254			
168.00		-3	-13	-23	-34	-45	-57	-69	-82	-96	-111	-126	-143	-160	-179	-199	-221	-245			
FLAT		-3	-13	-23	-33	-44	-55	-67	-79	-92	-105	-119	-134	-150	-167	-184	-203	-223	-245		



TABELA 12A: Sistema Imperial (°F)

Para condições severas de projeto: ambiente: 90.0 °F • limite de fluxo de calor : -9.0 ± 0.1 BTU/h·pé² • velocidade do vento: 7.5 mph • emissão: 0.40

ESPESSURA DO ISOLAMENTO FOAMGLAS® EM POLEGADAS																					
NPS	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	11.0	12.0
0.50	29	-18	-71	-181	-271	-384															
0.75	40	-2	-48	-144	-220	-314	-433														
1.00	31	-5	-53	-110	-174	-253	-349														
1.50	38	6	-58	-107	-166	-235	-331	-437													
2.00	40	8	-29	-71	-119	-176	-253	-336	-438												
2.50	41	-5	-41	-83	-131	-195	-263	-344													
3.00	45	17	-13	-48	-89	-142	-197	-261	-359												
4.00	45	20	-7	-39	-81	-123	-172	-243	-312	-393											
5.00	47	24	-1	-35	-69	-107	-163	-215	-274	-344	-427										
6.00	49	27	0	-28	-60	-105	-147	-194	-248	-310	-382										
8.00		26	3	-29	-59	-93	-130	-171	-218	-272	-334	-405									
10.00		25	2	-22	-49	-80	-113	-151	-193	-240	-294	-355	-426								
12.00		26	4	-19	-45	-74	-106	-141	-180	-224	-273	-329	-392								
14.00		32	11	-11	-36	-64	-94	-127	-164	-205	-250	-302	-360	-427							
16.00		32	12	-10	-34	-61	-90	-121	-156	-195	-238	-286	-340	-402							
18.00		33	12	-8	-32	-58	-86	-116	-150	-187	-228	-273	-325	-382	-448						
20.00		33	13	-7	-31	-56	-83	-113	-145	-181	-220	-263	-312	-367	-428						
24.00		33	14	-6	-28	-52	-78	-107	-137	-171	-207	-248	-293	-343	-399						
28.00		34	15	-5	-26	-50	-75	-102	-132	-164	-199	-237	-279	-326	-378	-436					
30.00		34	15	-4	-26	-49	-74	-100	-129	-161	-195	-232	-273	-319	-369	-426					
36.00		34	16	-3	-24	-47	-71	-96	-124	-154	-186	-222	-260	-303	-350	-402					
42.00		35	16	-2	-23	-45	-68	-93	-120	-149	-180	-214	-251	-291	-335	-384	-438				
48.00		35	17	-2	-22	-43	-66	-91	-117	-145	-175	-208	-244	-282	-325	-371	-423				
60.00		35	17	-1	-21	-42	-64	-88	-113	-140	-169	-200	-233	-270	-309	-353	-400				
72.00		35	18	0	-20	-40	-62	-85	-110	-136	-164	-194	-227	-261	-299	-340	-385	-435			
96.00		36	18	0	-19	-39	-60	-83	-107	-132	-159	-187	-218	-251	-286	-325	-367	-412			
120.00		36	18	0	-18	-38	-59	-81	-104	-129	-155	-183	-213	-245	-279	-316	-356	-399	-446		
168.00		36	19	1	-17	-37	-57	-79	-102	-126	-151	-178	-207	-237	-270	-305	-343	-384	-428		
FLAT		36	19	2	-15	-34	-54	-74	-96	-118	-141	-166	-192	-219	-248	-279	-311	-346	-384		

TABELA 12A: Sistema Métrico (°C)

Para condições severas de projeto: ambiente: 90.0 °F • limite de fluxo de calor : -9.0 ± 0.1 BTU/h·pé² • velocidade do vento: 7.5 mph • emissão: 0.40

ESPESSURA DO ISOLAMENTO FOAMGLAS® EM MM																					
NPS	25.4	38.1	50.8	63.5	76.2	88.9	101.6	114.3	127.0	139.7	152.4	165.1	177.8	190.5	203.2	215.9	228.6	241.3	254.0	279.4	304.8
0.50	-1	-28	-57	-118	-168	-231															
0.75	4	-19	-44	-98	-140	-192	-258														
1.00	0	-20	-47	-79	-114	-158	-212														
1.50	3	-14	-50	-77	-110	-148	-201	-261													
2.00	4	-13	-34	-57	-84	-116	-158	-204	-261												
2.50	5	-21	-41	-64	-90	-126	-164	-209													
3.00	7	-8	-25	-44	-67	-96	-127	-163	-217												
4.00	7	-6	-22	-39	-62	-86	-113	-153	-191	-236											
5.00	8	-4	-18	-37	-56	-77	-108	-137	-170	-209	-255										
6.00	9	-2	-18	-33	-51	-76	-99	-125	-155	-190	-230										
8.00		-2	-15	-34	-50	-69	-90	-113	-139	-169	-203	-243									
10.00		-3	-16	-30	-45	-62	-81	-101	-125	-151	-181	-215	-254								
12.00		-2	-15	-28	-43	-59	-76	-96	-118	-142	-169	-200	-235								
14.00		0	-11	-24	-38	-53	-70	-88	-109	-131	-157	-185	-218	-255							
16.00		0	-11	-23	-36	-51	-67	-85	-104	-126	-150	-176	-207	-241							
18.00		0	-10	-22	-35	-50	-65	-82	-101	-121	-144	-169	-198	-230	-266						
20.00		0	-10	-22	-35	-49	-64	-80	-98	-118	-140	-164	-191	-221	-256						
24.00		1	-9	-21	-33	-47	-61	-77	-94	-112	-133	-155	-180	-208	-239						
28.00		1	-9	-20	-32	-45	-59	-74	-91	-108	-128	-149	-173	-199	-228	-260					
30.00		1	-9	-20	-32	-45	-59	-73	-89	-107	-126	-147	-169	-195	-223	-254					
36.00		1	-8	-19	-31	-43	-57	-71	-86	-103	-121	-141	-162	-186	-212	-241					
42.00		1	-8	-19	-30	-42	-55	-69	-84	-100	-118	-136	-157	-179	-204	-231	-261				
48.00		1	-8	-18	-30	-42	-54	-68	-83	-98	-115	-133	-153	-174	-198	-224	-252				
60.00		2	-7	-18	-29	-41	-53	-66	-80	-95	-111	-129	-147	-167	-189	-214	-240				
72.00		2	-7	-18	-28	-40	-52	-65	-79	-93	-109	-125	-143	-163	-184	-207	-232	-259			
96.00		2	-7	-17	-28	-39	-51	-63	-77	-91	-106	-122	-139	-157	-177	-198	-221	-247			
120.00		2	-7	-17	-28	-39	-50	-63	-76	-89	-104	-119	-136	-153	-172	-193	-215	-239	-265		
168.00		2	-7	-17	-27	-38	-49	-61	-74	-87	-102	-116	-132	-149	-167	-187	-208	-231	-255		
FLAT		2	-6	-16	-26	-37	-47	-59	-71	-83	-96	-110	-124	-139	-155	-172	-191	-210	-231		



Espessura de Isolamento Recomendada para Proteção de Pessoal

TEMPERATURA SUPERFICIAL ≤ 140 °F (60 °C)

TABELA 13: Sistema Imperial (polegadas)

Pior situação de tubulação quente: temp. ambiente de 80.0 °F e temperatura superficial ≤ 140.0 °F; emissão superficial: 0.40 • velocidade média do vento: 0 mph

DIÂMETRO NOMINAL DO TUBO (POL.)																
DEG F	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	18.0	24.0	30.0	36.0	FLAT
	ESPESSURA DO ISOLAMENTO FOAMGLAS® EM POLEGADAS															
200.0	1.5*	1.5*	1.5*	1.5*	1.5*	1.5*	1.5*	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
300.0	1.5*	1.5*	1.5*	1.5*	1.5*	1.5*	1.5*	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
400.0	1.5*	1.5*	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
500.0	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
600.0	2.0	2.0	2.0	2.5	2.5	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.5	3.5	4.0	4.0	4.0	4.5
700.0	2.5	2.5	2.5	3.0	3.5	3.5	3.5	4.0	4.0	4.5	4.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.5
800.0	2.5	3.0	3.0	3.5	4.0	4.5	4.5	5.0	5.5	5.5	6.0	6.0	6.0	6.5	6.5	7.5
900.0	3.0	4.0	4.0	4.5	5.0	5.0	6.0	6.0	6.5	7.0	7.0	7.5	7.5	8.0	8.0	9.5

FLUXO MÁXIMO DE CALOR = 71.6 BTU/H PÉS²

TABELA 13: Sistema Métrico (mm)

Pior situação de tubulação quente: temp. ambiente de 26.7 °C e temperatura superficial ≤ 60.0 °C; emissão superficial: 0.40 • velocidade média do vento: 0 mph

DIÂMETRO NOMINAL DO TUBO (POL.)																
DEG C	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	18.0	24.0	30.0	36.0	FLAT
	ESPESSURA DO ISOLAMENTO FOAMGLAS® EM MM															
93.3	38.1*	38.1*	38.1*	38.1*	38.1*	38.1*	38.1*	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1
148.9	38.1*	38.1*	38.1*	38.1*	38.1*	38.1*	38.1*	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1
204.4	38.1*	38.1*	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	50.8	50.8	50.8	50.8	50.8	50.8
260.0	38.1	38.1	38.1	50.8	50.8	50.8	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	76.2	76.2	76.2	76.2	76.2
315.6	50.8	50.8	50.8	63.5	63.5	76.2	76.2	76.2	88.9	88.9	88.9	88.9	101.6	101.6	101.6	114.3
371.1	63.5	63.5	63.5	76.2	88.9	88.9	88.9	101.6	101.6	114.3	114.3	127.0	127.0	127.0	127.0	139.7
426.7	63.5	76.2	76.2	88.9	101.6	114.3	114.3	127.0	139.7	139.7	152.4	152.4	152.4	165.1	165.1	190.5
482.2	76.2	101.6	101.6	114.3	127.0	127.0	152.4	152.4	165.1	177.8	177.8	190.5	190.5	203.2	203.2	241.3

FLUXO MÁXIMO DE CALOR = 194.1 KCAL/H M²

TABELA 13A: Sistema Imperial (polegadas)

Pior situação de tubulação quente: temp. ambiente de 80.0 °F e temperatura superficial ≤ 140.0 °F; emissão superficial: 0.90 • velocidade média do vento: 0 mph

DIÂMETRO NOMINAL DO TUBO (POL.)																
DEG F	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	18.0	24.0	30.0	36.0	FLAT
	ESPESSURA DO ISOLAMENTO FOAMGLAS® EM POLEGADAS															
200.0	1.5*	1.5*	1.5*	1.5*	1.5*	1.5*	1.5*	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
300.0	1.5*	1.5*	1.5*	1.5*	1.5*	1.5*	1.5*	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
400.0	1.5*	1.5*	1.5*	1.5*	1.5*	1.5*	1.5*	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
500.0	1.5*	1.5*	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
600.0	1.5	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
700.0	1.5	2.0	2.0	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.5	3.5
800.0	2.0	2.5	2.0	2.5	3.0	3.0	3.5	3.5	3.5	3.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.5	4.5
900.0	2.5	2.5	3.0	3.0	3.5	3.5	4.0	4.0	4.5	4.5	5.0	5.0	5.0	5.5	5.5	6.0

FLUXO MÁXIMO DE CALOR = 107.4 BTU/H PÉ²

TABELA 13A: Sistema Métrico (mm)

Pior situação de tubulação quente: temp. ambiente de 26.7 °C e temperatura superficial 60.0 °C; emissão superficial: 0.90 • velocidade média do vento: 0 mph

DIÂMETRO NOMINAL DO TUBO (POL.)																
DEG C	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	18.0	24.0	30.0	36.0	FLAT
	ESPESSURA DO ISOLAMENTO FOAMGLAS® EM MM															
93.3	38.1*	38.1*	38.1*	38.1*	38.1*	38.1*	38.1*	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1
148.9	38.1*	38.1*	38.1*	38.1*	38.1*	38.1*	38.1*	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1
204.4	38.1*	38.1*	38.1*	38.1*	38.1*	38.1*	38.1*	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1
260.0	38.1*	38.1*	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1	50.8	50.8	50.8	50.8	50.8	50.8
315.6	38.1	38.1	38.1	38.1	50.8	50.8	50.8	50.8	50.8	50.8	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5
371.1	38.1	50.8	50.8	50.8	63.5	63.5	63.5	63.5	76.2	76.2	76.2	76.2	88.9	88.9	88.9	88.9
426.7	50.8	63.5	50.8	63.5	76.2	76.2	88.9	88.9	88.9	88.9	101.6	101.6	101.6	101.6	114.3	114.3
482.2	63.5	63.5	76.2	76.2	88.9	88.9	101.6	101.6	114.3	114.3	127.0	127.0	127.0	139.7	139.7	152.4

FLUXO MÁXIMO DE CALOR = 291.3 KCAL/H M²

* A espessura se baseia nos requisitos mecânicos e não necessariamente na proteção pessoal.



Detalhes Típicos da Instalação Acima do Solo

FIGURA 9: Junta de Expansão/Contração em Duas Camadas

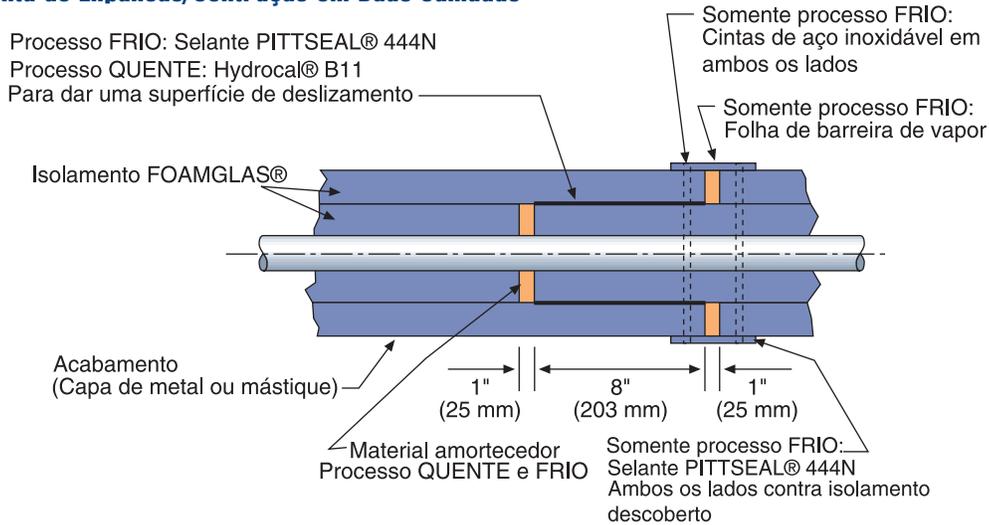
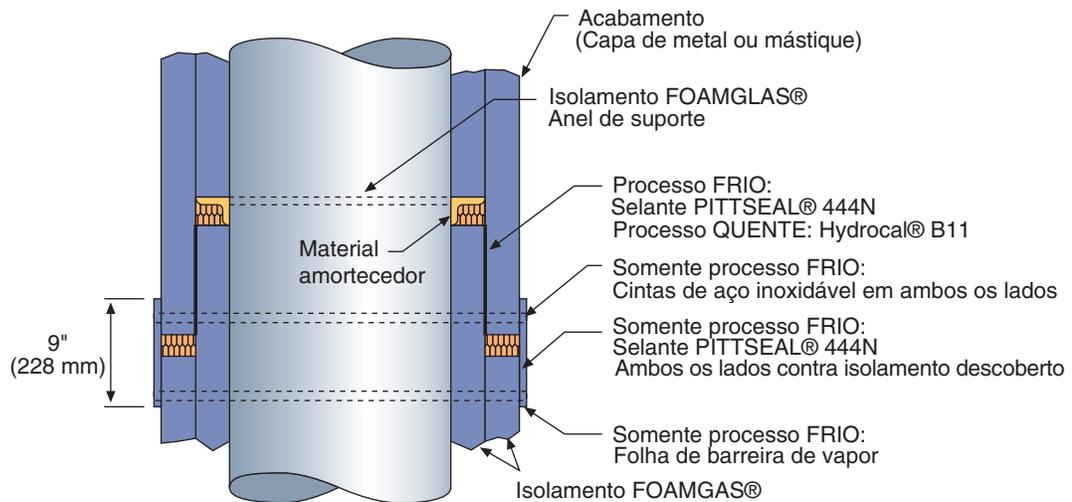


FIGURA 10: Junta de Contração Vertical



Contate seu representante da Pittsburgh Corning para obter assistência sobre outros detalhes típicos.



FIGURA 11: Isolamento de Flanges na Linha

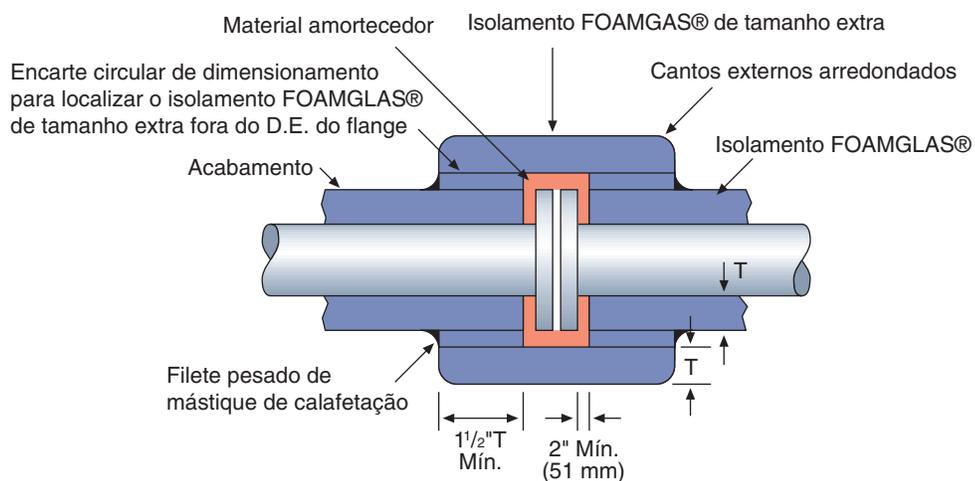
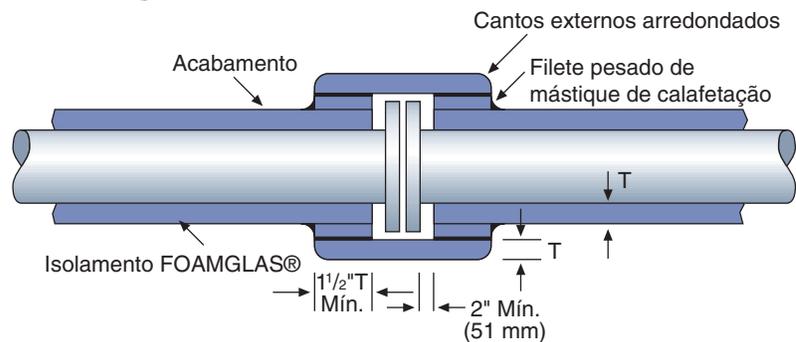
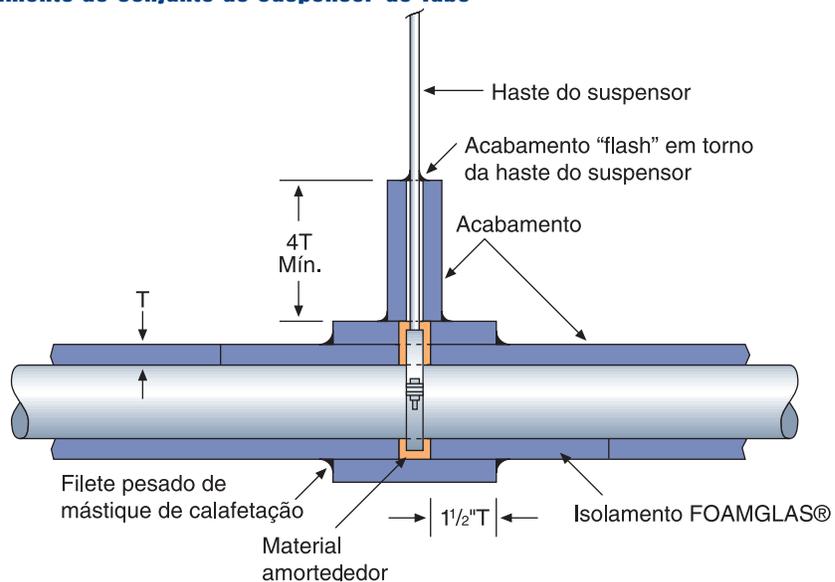
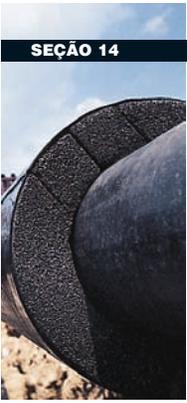


FIGURA 12: Isolamento de Conjunto de Suspensor de Tubo



O material amortecedor é geralmente uma manta de fibra de vidro do tipo E.
Contate seu representante da Pittsburgh Corning para obter assistência sobre outros detalhes típicos.



Sistemas Subterrâneos e Suportes/ Suspensores de Tubos

SISTEMAS SUBTERRÂNEOS

Para o enterramento direto de tubos e reservatórios isolados, o isolamento FOAMGLAS® é particularmente adequado para essas aplicações remotas e inacessíveis. Neste tipo de instalação sem túneis protetores, é obrigatório ter um material de isolamento de alta resistência à compressão. Quando projetadas e instaladas corretamente com o isolamento FOAMGLAS® que incorpore uma capa protetora, o projetista não tem mais que se preocupar com a possibilidade de sobrecarga ou tráfego na superfície. A eficiência térmica a longo prazo, bem como a impermeabilidade, resistência à corrosão e maior vida útil de serviço do isolamento FOAMGLAS® fazem dele a opção ideal de sistemas instalados em campo com alto custo-benefício.

Para obter informações de projeto, consulte o documento da Pittsburgh Corning Corporation: *Sistemas de isolamento FOAMGLAS® para aplicações de enterramento direto subterrâneo* (FI-213).

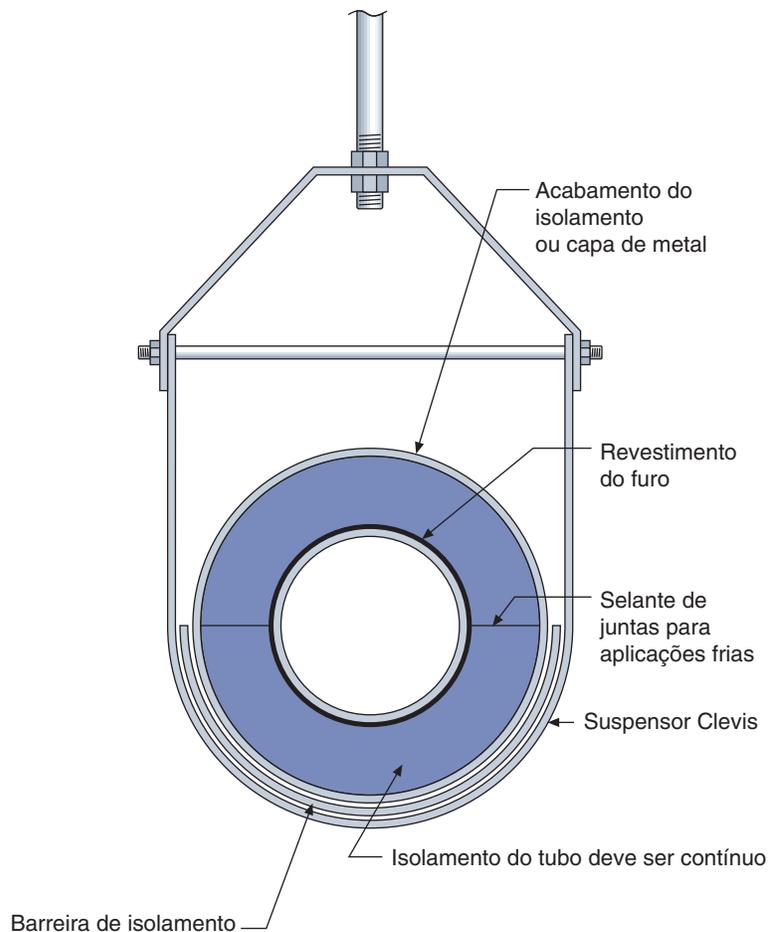
SUPORTES E SUSPENSORES DE TUBOS

Um isolamento que possa ser usado como componente de suporte elimina ou reduz significativamente os problemas em potencial da formação de pontes térmicas diretas dentro do sistema. A resistência ao assentamento ou falha dos suportes isolados de tubos também significa que os tubos continuam no seu alinhamento correto e sem solicitações desnecessárias nos bicos, flanges ou conexões. O isola-

mento FOAMGLAS® também suporta seu próprio peso sem afundamento ou abatimento, tornando-o ideal para os segmentos de tubos verticais de todas as alturas (ver a Figura 13).

Para obter informações de projeto, consulte o documento da Pittsburgh Corning Corporation: *Guia de uso do isolamento FOAMGLAS® em suportes e suspensores de tubos* (Especificação I-S-83-07-01).

FIGURA 13: Suspensor Isolado de Tubo (Somente tipo Clevis)



Especificações Gerais

Esta especificação é oferecida como guia para os fins aqui descritos e deve ser empregada a critério do usuário. **Estas especificações foram escritas especificamente para o isolamento FOAMGLAS® de vidro celular. Pelo presente, não damos nenhuma garantia dos procedimentos, seja explícitos ou implícitos.** Antes de usar esta especificação, entre em contato com a Pittsburgh Corning Corporation para garantir que foram incorporados os detalhes e revisões atualizados. A Pittsburgh Corning Corporation avaliará os planos e especificações dos usuários gratuitamente para ajudá-los a garantir que procedimentos e materiais corretos sejam usados. **No entanto, a responsabilidade final por qualquer projeto e instalação deve ser de um engenheiro ou arquiteto.**

NOTAS GERAIS

1. Estas especificações são de natureza geral. Para as aplicações específicas, entre em contato com seu representante da Pittsburgh Corning, consultando a lista na contracapa desta publicação. O procedimento final de aplicação é de responsabilidade do projetista e/ou proprietário da instalação. **Não damos nenhuma garantia de qualquer natureza, seja explícita ou implícita, quanto à aplicação ou instalação.**
2. Antes da aplicação do isolamento, as superfícies a serem isoladas têm que estar secas e limpas. O uso de *primers* ou revestimentos resistentes à corrosão deve ser feito a critério exclusivo do proprietário ou engenheiro projetista. Todos os testes, tais como teste hidrostático, raios-X, etc., devem ser concluídos antes da aplicação do isolamento.

3. A espessura correta do isolamento deve ser determinada por meio de cálculos baseados nas condições operacionais, ambientais e outras condições especiais. Entre em contato com seu representante da Pittsburgh Corning para discutir a realização desses cálculos.
4. Poderão ser necessárias múltiplas camadas:
 - Quando a espessura total de isolamento necessário for maior do que a espessura máxima disponível para uma só camada.
 - Para fornecer uma camada externa que se encaixe totalmente na faixa aplicável de temperatura do selante, se for aplicado um selante no caso.
 - Para eliminar juntas de passagem em tubos ou equipamentos que estejam funcionando a temperaturas extremas.
5. Poderá ser necessário usar um revestimento de furo na superfície interna do isolamento em contato com o tubo, nos casos em que a tubulação se submeter a ciclos frequentes de temperatura ou em casos onde houver vibração pronunciada. Entre em contato com seu representante da Pittsburgh Corning para obter recomendações sobre revestimento de furos.
6. A temperatura ambiente deve ser definida pelo engenheiro projetista com base nas condições do local da instalação.
7. **Precauções.** Há três situações que exigem precauções. Entre em contato com a Pittsburgh Corning para informar-se sobre os procedimentos adequados para resolver essas situações.

Exposição direta a:

- Ácido fluorídrico ou outros produtos fortemente cáusticos
- Água, durante o ciclo de congelamento-descongelamento
- Exposição prolongada ao vapor de condensação ou água em ebulição.

Temperaturas abaixo de -179 °C

Devido à natureza altamente especializada da aplicação de isolamento nesta faixa de temperatura, recomenda-se entrar em contato com seu representante da Pittsburgh Corning para obter mais informações sobre materiais e procedimentos. Uma preocupação muito importante é a de que os componentes de um sistema deste tipo sejam compatíveis com o oxigênio líquido.

De -179 °C a -51 °C

O isolamento FOAMGLAS® será aplicado em múltiplas camadas, com todas as juntas escalonadas entre uma camada e outra. O número e espessura das camadas serão calculados de forma que a camada mais interna esteja totalmente acima de -51 °C. A camada mais externa deverá ter todas as juntas seladas com selante de juntas.

As camadas internas de isolamento da tubulação podem ser fixadas com fita reforçada de fibra. A camada mais externa do isolamento será fixada com cintas de metal de largura e espessura apropriadas, duas cintas por cada seção do isolamento.

O acabamento sobre o isolamento pode ser de retardante de vapor ou de mástique reforçado com barreira contra as condições do tempo e/ou capas de metal.

A superfície exterior do isolamento sob a capa de metal será coberta de revestimento PITTCOTE® 300 para preencher as células superficiais.

O isolamento FOAMGLAS® é impermeável à água e ao vapor de água sob a maioria das condições e, desde que todas as juntas entre as seções de isolamento estejam seladas corretamente, não é necessária a colocação de retardante de vapor. Mas o projetista poderá desejar usar um retardante de vapor como medida redundante.



De -51 °C à temperatura ambiente

O isolamento FOAMGLAS® pode ser aplicado em uma única camada se a espessura permitir. O uso do selante de junta é recomendado em todos os sistemas que funcionam abaixo da temperatura ambiente por qualquer período de tempo e obrigatório em sistemas que funcionam a 36 °F ou abaixo desta temperatura. Se o sistema que funciona abaixo da temperatura ambiente estiver funcionando a uma temperatura superior a 36 °F e não se prever que a umidade relativa externa ultrapasse 50% de rotina, o uso de um selante de junta fica a critério do engenheiro projetista.

Para obter recomendações de fixação e acabamento, veja os procedimentos acima para -179 °C a -51 °C.

A superfície externa do isolamento sob a capa de metal deve ser recoberta com uma camada de PITT COTE® 300 para preencher as células superficiais.

Tanques, esferas e reservatórios que funcionem nesta faixa de temperatura poderão também ser isolados aderindo o isolamento FOAMGLAS® às superfícies curvas ou planas pelo uso do adesivo PC® 88. Este adesivo também pode ser usado como selante de junta. Contate seu representante da Pittsburgh Corning para obter mais especificações de materiais e procedimentos para este método.

De temperatura ambiente a 204 °C

O isolamento FOAMGLAS® de temperatura ambiente a 204 °C será aplicado em uma única camada. Não é necessário ter selante de junta. A alternância das juntas fica a critério do proprietário da instalação ou engenheiro projetista. O isolamento da tubulação pode ser feito usando fita reforçada de fibra, se for usada uma capa de metal, ou usando cintas de

metal, se for usado mástique reforçado com barreira contra o tempo.

O isolamento de reservatórios será preso usando cintas de metal. Para as temperaturas operacionais de até 71 °C, o adesivo PC® 88 pode ser usado para prender o isolamento. Contate seu representante da Pittsburgh Corning para obter mais detalhes sobre o uso do adesivo PC® 88.

O acabamento sobre isolamento FOAMGLAS® em tubulações ou reservatórios pode ser um mástique reforçado com barreira contra o tempo ou uma capa de metal.

Acima de 204 °C

A Pittsburgh Corning oferece vários procedimentos diferentes para aplicar o isolamento FOAMGLAS® a tubulações ou reservatórios que funcionam a temperaturas superiores a 204 °C. O preferido é o Sistema StrataFab®. Contate seu representante da Pittsburgh Corning para obter recomendações de várias alternativas.

Sistema StrataFab®: de -73 °C a 482 °C

O Sistema StrataFab® será aplicado como camada única para a faixa de temperatura de -51 °C a 482 °C. O uso do selante de junta é recomendado em todos os sistemas que funcionam abaixo da temperatura ambiente por qualquer período de tempo, sendo necessário em sistemas que funcionam a 36 °F ou abaixo desta temperatura. Se o sistema que funciona abaixo da temperatura ambiente estiver funcionando a uma temperatura superior a 36 °F e não se prever que a umidade relativa externa ultrapasse 50% de rotina, o uso de um selante de junta fica a critério do

engenheiro projetista. Para a faixa da temperatura ambiente até 482 °C, não é necessário selante.

O isolamento de tubulações pelo Sistema StrataFab® pode ser aplicado usando fita reforçada de fibra ou cintas de metal. O isolamento do Sistema StrataFab® para reservatórios, tanques e equipamentos pode ser aplicado com cintas de metal, pinos de solda ou adesivo PC® 88, conforme for apropriado para a aplicação. Contate seu representante da Pittsburgh Corning para obter mais informações sobre estes sistemas.

O acabamento usado sobre o Sistema StrataFab® de isolamento FOAMGLAS® pode ser um mástique com barreira contra o tempo ou uma capa de metal.

Em sistemas abaixo da temperatura ambiente, a superfície exterior do isolamento sob a capa de metal será coberta com revestimento PITT COTE® 300 para preencher as células superficiais.

* Para aplicações de -73 °C a -51 °C, consulte os procedimentos de aplicação do isolamento FOAMGLAS® na faixa de temperaturas de -179 °C a -51 °C.

Materiais Acessórios

A Pittsburgh Corning Corporation oferece uma linha de materiais acessórios concebidos exclusivamente para o isolamento FOAMGLAS® de vidro celular para ser usado na maioria dos tipos de aplicações industriais.

A Pittsburgh Corning Corporation está sempre avaliando os materiais acessórios. Apesar destes materiais serem testados e selecionados especialmente para o uso com o isolamento FOAMGLAS®, a informação aqui prestada destina-se apenas à orientação geral. Para ver as recomendações mais atualizadas e as folhas de dados específicas sobre os acessórios individuais, consulte seu distribuidor da Pittsburgh Corning Corporation.

A Pittsburgh Corning não dá nenhuma garantia, seja qual for, e, pelo presente, isenta-se explicitamente de qualquer responsabilidade quanto a garantias de comerciabilidade e adequação destes produtos acessórios a um uso particular.

Adesivos

ADESIVO PC® 88

Este é um adesivo de dois componentes e múltiplos fins usado para ligar o isolamento FOAMGLAS® a si próprio ou a outras camadas inferiores porosas ou não porosas. Não é necessária a cura pelo ar. Tem excelentes características de umedecimento e cura-se para formar uma liga flexível que absorve o choque mecânico e térmico. Sua faixa de temperatura de serviço é de baixa a moderada.

PC® RIV 450

ADESIVO DE SILICONE

É um adesivo/selante de silicone, constituído de uma só parte, com cura de acetóxi, formulado para uso a altas temperaturas. Depois da cura, se transforma em um sólido elastomérico à temperatura ambiente. Sua faixa de temperatura de serviço é de -45 °C a 204 °C.

Selantes

SELANTE PITTSEAL® 444N

É um selante de butila não endurecível usado para selar juntas em sistemas de isolamento FOAMGLAS® e para selar saliências e seções de capa de metal. É compatível com o aço inoxidável. Sua faixa de temperatura de serviço é de baixa a moderada.

SELANTE PITTSEAL® 727

É um selante especialmente formulado de borracha de estireno-butadieno usado para selar juntas em sistemas de isolamento FOAMGLAS® e para selar saliências e seções da capa de metal. É compatível com o aço inoxidável. Atende preferencialmente às aplicações de água resfriada.

Revestimentos

REVESTIMENTO PITTCOTE® 300

Revestimento de asfalto com barreira contra o vapor e as condições de tempo, formulado especialmente para uso com o isolamento FOAMGLAS®. Sua faixa de temperatura de serviço é de baixa a moderada.

REVESTIMENTO PITTCOTE® 404

É um revestimento altamente flexível de látex acrílico usado com o isolamento FOAMGLAS® quando há necessidade de se contar com uma barreira de nível superior contra as condições de tempo. Faixa de temperatura de serviço: de baixa a moderada.

Tecidos

PC® FABRIC 79

Tecido sintético de malha aberta para reforçar o revestimento PITTCOTE® 404 ou PITTCOTE® 300 sobre o isolamento FOAMGLAS®. Faixa de temperatura de serviço: de baixa a moderada.

Capas de Proteção

A capa PITTWRAP® é uma folha laminada de múltiplas dobras, selável a calor, com espessura de 3,2 mm, que permite proteger os sistemas FOAMGLAS® subterrâneos com temperaturas da superfície externa abaixo de 87,7 °C.

A capa PITTWRAP® consiste de três camadas de um composto betuminoso, modificado por polímero, separado por reforço de vidro e folha aluminizada. Uma camada externa de película de poliéster é laminada no composto betuminoso. O papel destacável impede sua aderência no rolo antes do uso. A capa PITTWRAP® também pode ser aplicada sobre o isolamento na própria fábrica.

A capa PITTWRAP® SS

é uma membrana betuminosa modificada, auto-selável, com espessura de 1,8 mm, que protege os sistemas de isolamento FOAMGLAS® subterrâneos sujeitos a temperaturas superficiais inferiores a 76,7 °C. A pressão manual sela a capa sem necessidade de maçarico ou aquecedor. A capa PITTWRAP® SS também pode ser aplicada sobre o isolamento na própria fábrica.

A capa PITTWRAP® SS consiste de um composto betuminoso modificado por polímero e reforçado com um tecido de vidro trançado e película de alumínio de 0,03 mm no topo, com papel destacável.

A capa PITTWRAP® CW Plus

é uma membrana betuminosa modificada e auto-selante de 1,3 mm para a proteção de sistemas de isolamento FOAMGLAS® subterrâneos em tubulações usadas com água resfriada e serviço quente*. A pressão manual sela a capa sem necessidade de maçarico ou aquecedor. A capa PITTWRAP® CW Plus também pode ser aplicada sobre o isolamento na própria fábrica.



A capa PITTWRAP® CW Plus consiste de um composto betuminoso modificado por polímero e reforçado com um tecido de vidro trançado e película de alumínio de 0,03 mm no topo, com papel destacável.

A capa PITTWRAP® CW30 é uma membrana betuminosa modificada e auto-selante de 0,8 mm para a proteção de sistemas de isolamento FOAMGLAS® acima da superfície em tubulações usadas com água resfriada e serviço quente. A pressão manual sela a capa sem necessidade de maçarico ou aquecedor. É obrigatório usar uma capa de metal sobre a capa PITTWRAP® CW30 para permitir proteção contra radiação UV. A capa PITTWRAP® CW30 não pode ser aplicada sobre o isolamento na própria fábrica.*

A capa PITTWRAP® CW30 consiste de um composto betuminoso modificado por polímero e reforçado, na parte superior, por uma película de 0,1 mm de polietileno de laminação cruzada e alta densidade sobre um fundo de papel destacável.

* Não usar em túneis/trincheiras subterrâneas onde a capa será exposta a temperaturas do ar acima de 60 °C.

A capa PITTWRAP® IW50 é uma folha não metálica e auto selante de 50 milésimos de polegada para dar proteção a sistemas de isolamento FOAMGLAS® instalados acima do solo em tubulações de água resfriada e serviço quente. A pressão manual sela a capa sem necessidade de maçarico ou aquecedor. É obrigatório usar uma capa de metal sobre a capa PITTWRAP® IW50 para permitir proteção contra radiação UV.

A capa PITTWRAP® IW50 consiste de um composto betuminoso modificado por polímero e reforçado com um tecido de vidro, uma película de poliéster de 1 milésimo de polegada e papel destacável.

Outros

HYDROCAL® B-11

Produto de gesso reativo que, quando misturado à água, forma um adesivo ou revestimento inorgânico não combustível para a fabricação ou revestimento interno do isolamento FOAMGLAS®.

ADESIVO PC® 136

Um produto de cimento reativo que é misturado à água para formar um adesivo ou revestimento inorgânico não combustível para fabricação, revestimento interno ou formação de moldes de isolamento FOAMGLAS® reforçados por HT.

É normalmente usado à temperatura ambiente e acima de 482 °C, quando a corrosão permitida por rachaduras provocadas por excesso de solitação é uma preocupação ao usar o aço inoxidável.



INFORME-SE MAIS CONSULTANDO...
www.foamglasinsulation.com
www.isolex.com.br

Isolex Isolantes Térmicos
Tels: (+5521) 3882-0834
(+5521) 3341-5903
Fax: (+5521) 2485-6355
Email: isolex@isolex.com.br
Site: www.isolex.com.br

PARA OBTER DADOS COMPLETOS SOBRE OS SISTEMAS DE ISOLAMENTO FOAMGLAS®, ENTRE EM CONTATO COM O DEPARTAMENTO DE MARKETING DA PITTSBURGH CORNING

MATRIZ

800 Presque Isle Drive
Pittsburgh, PA 15239-2799
800-545-5001

CANADÁ

Edmonton, Alberta
780-424-2640
Montreal, Quebec
514-866-9100

OUTROS MANUAIS DISPONÍVEIS PARA OS PRODUTOS FOAMGLAS® DA PITTSBURGH CORNING CORPORATION:

Aplicações de Enterramento Direto Subterrâneo (FI-213)
Sistema StratFab® (FI-222)
Sistema AdVantage® (FI-227)
Folheto sobre Água Resfriada (FI-188)
Coberturas/Pátios/Estacionamentos (FB-180)

**PITTSBURGH
CORNING**
FOAMGLAS®
INSULATION



www.GreenSpec.com



**ISO 9001:2000
KEMA CERTIFICATE**

Accredited by
ANSI-RAB NAB

Accredited by the Dutch
Council for Accreditation (PCA)

A informação aqui contida é correta e confiável somente dentro do que temos conhecimento no presente. Mas como a Pittsburgh Corning Corporation não tem controle sobre a instalação, mão-de-obra, materiais acessórios ou condições de aplicação, NÃO DAMOS QUALQUER GARANTIA EXPLÍCITA OU IMPLÍCITA DE QUALQUER NATUREZA, INCLUSIVE GARANTIA DE MERCANTIBILIDADE OU ADEQUAÇÃO A DETERMINADO USO, com relação a qualquer instalação contendo produtos da Pittsburgh Corning. Em nenhuma circunstância, a Pittsburgh Corning poderá ser responsabilizada por quaisquer danos que ocorram em virtude de uma falha do produto, sejam estes incidentais, especiais, consequentes ou punitivos, seja qual for a doutrina de responsabilidade civil com base na qual estas reclamações por danos sejam apresentadas. A Pittsburgh Corning Corporation oferece garantias por escrito para muitos de seus produtos e essas garantias têm precedência sobre as declarações contidas no presente documento.

FFOAMGLAS®, PC®, PITTCOTE®, PITTWRAP®, PITTSEAL®, Advantage® e StrataFab® são marcas registradas de propriedade da Pittsburgh Corning Corporation.

Hydrocal® é uma marca registrada da U.S. Gypsum Company.