

COMPARATIVO TÉCNICO

ALUPIR vs. DUTOS DE CHAPA

📍 T - 30 2515 SALA 1206
Cond. Walk Bueno Business
St. Bueno
CEP: 74.215-060
Goiânia-GO

☎ 62 98167-1520

📧 @tropicalgrelhas
tropicalgrelhas@gmail.com

CONTEÚDO



I. VISÃO GERAL	01
II. OS SISTEMAS AVALIADOS	02
III. SISTEMA ALUPIR	03
IV. PESO E SUPORTAÇÃO	04
V. QUALIDADE DO AR E HIGIENIZAÇÃO	05
VI. PROTEÇÃO CONTRA FOGO	06
VII. ESTANQUEIDADE DO SISTEMA	07
VIII. ISOLAÇÃO TÉRMICA DO SISTEMA	08
IX. DESEMPENHO NORMATIVO DO SISTEMA	09
X. OBRAS REALIZADAS	10
XI. CONHEÇA A ROCKTEC E A TROPICAL GRELHAS	14
XII. RELATÓRIO DE ENSAIO	15

Visão Geral

Uma visão objetiva sobre o sistema apresentado



MISSÃO

Levar ao mercado um sistema de dutos mais leve, mais eficiente e de instalação mais rápida, reduzindo custos operacionais e elevando o desempenho térmico de ambientes climatizados.



VISÃO

Substituir os dutos metálicos convencionais por uma solução moderna que melhora a eficiência energética, reduz falhas e acelera a execução das obras.

O ALUPIR

O **ALUPIR** é um sistema de dutos em painel PIR revestido com alumínio, desenvolvido para entregar máxima eficiência térmica, leveza estrutural, alta estanqueidade e instalação simplificada.

Oferece desempenho superior aos dutos de chapa galvanizada e reduz significativamente o tempo total de execução de uma obra.

UMA LIDERANÇA NATURAL

Em comparação direta com dutos metálicos, o **ALUPIR** entrega:

- Menos peso
- Menor perda de carga
- Menor consumo energético
- Maior durabilidade
- Instalação até 60% mais rápida

Com isso, torna-se a escolha natural para projetos comerciais, industriais e de alta demanda técnica.

O QUE O MERCADO PROCURA

Projetistas, construtoras e instaladores buscam soluções que reduzam:

- Etapas de obra
- Mão de obra especializada
- Retrabalho
- Vazamentos
- Manutenção corretiva

O **ALUPIR** responde a todas essas necessidades em um único sistema.

Destaque Importante:

O **ALUPIR** combina leveza, isolamento térmico e estanqueidade em um único elemento. O resultado é uma instalação mais rápida, menor consumo energético e melhor desempenho ao longo da vida útil do sistema.

POR QUE O ALUPIR É SUPERIOR À CHAPA

- Rugosidade muito menor → menos perda de carga
- Isolamento integrado → sem mantas externas
- Zero corrosão
- Instalação modular e limpa
- Menos interferências com elétrica, hidráulica e sprinklers
- Melhor custo global (TCO)

SITUAÇÃO ATUAL DO MERCADO

Com obras cada vez mais rápidas e sistemas HVAC mais exigentes, cresce a adoção de dutos pré-isolados.

O **ALUPIR** se destaca por oferecer desempenho técnico, estética superior e confiabilidade, elevando o padrão das instalações.

Os Sistemas Avaliados

Comparação clara e objetiva entre ALUPIR e dutos convencionais de chapa galvanizada



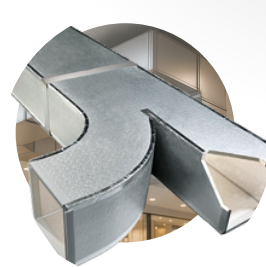
ALUPIR

Sistema pré-isolado em painel PIR com alumínio interno e externo.
Leve, rápido de instalar e com baixa rugosidade interna.
Isolamento térmico já integrado, garantindo eficiência contínua e reduzindo etapas da obra.



DUTO CONVENCIONAL

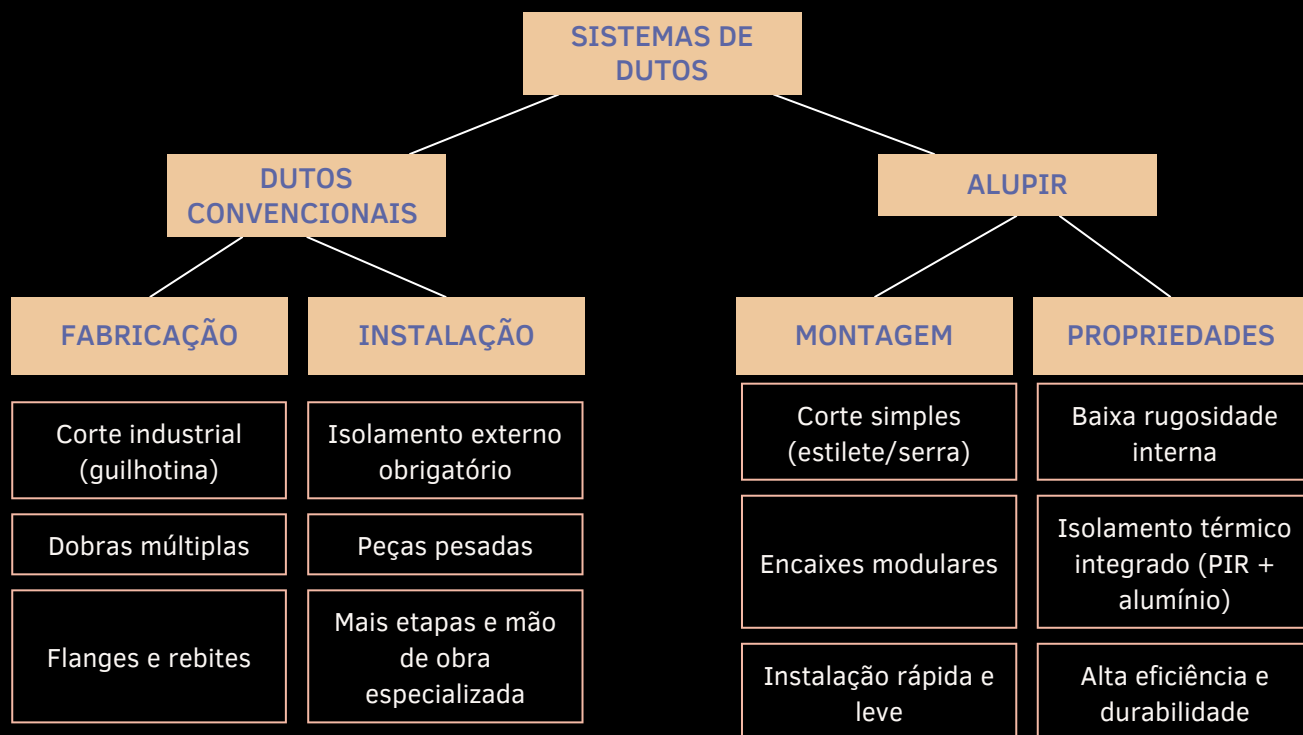
Fabricado em chapa galvanizada com cortes, dobras, flanges e isolamento externo obrigatório.
Mais pesado, instalação lenta e maior perda de carga.
Isolamento depende da execução, podendo perder desempenho ao longo do tempo.



CONCLUSÃO

ALUPIR entrega instalação mais rápida, menor custo global e isolamento permanente.
O duto convencional exige mais etapas, mais peso e manutenção.
Resultado: **ALUPIR** é superior em eficiência, praticidade e durabilidade.

MAPA DOS SISTEMAS DE DUTOS



ALUPIR reduz peso, tempo de obra e consumo energético. A chapa, por outro lado, aumenta etapas e exige isolamento externo.
A escolha mais eficiente é clara: **ALUPIR**.

Sistema ALUPIR

Um sistema de dutos moderno, leve e altamente eficiente.

ALUPIR EM PROJETOS

O **ALUPIR** permite projetar redes de dutos com trajetos mais previsíveis, curvas mais uniformes e conexões mais padronizadas.

Essa precisão facilita o trabalho do projetista e reduz incompatibilidades com elétrica, hidráulica, sprinklers e demais sistemas.

Além disso, o painel pré-isolado ocupa menos espaço lateral do que dutos metálicos isolados externamente, liberando área útil no forro técnico.



UM SISTEMA QUE VALORIZA A QUALIDADE DO PROJETO

Enquanto o duto de chapa depende de múltiplas etapas de fabricação e montagem — variando muito conforme a mão de obra — o **ALUPIR** oferece padronização geométrica, garantindo:

- Dimensões mais precisas,
- Menor variação entre trechos,
- Melhor alinhamento das redes,
- Melhor desempenho em testes de estanqueidade,
- Melhor apresentação visual para auditorias e entregas de obra.

O **ALUPIR** reduz a margem de erro e assegura que o projeto seja executado de forma mais fiel ao que foi especificado.

PESO E SUPORTAÇÃO

Comparativo técnico entre ALUPIR e dutos metálicos.

DESEMPENHO ESTRUTURAL

Diferenças técnicas de peso, suportação e carga estrutural.

PESO POR METRO

- ALUPIR reduz cerca de 20% do peso total comparado à chapa isolada.
- Menor massa linear → menor carga na estrutura.
- Facilita rotas longas e instalação elevada.

SUPORTAÇÃO

- Necessita menos suportes por metro.
- Maior espaçamento entre pontos de fixação.
- Reduz custo e complexidade de instalação.

Importante:

Fixação e Suportes:

Dutos com lado maior acima de 1000 mm devem receber baioneta em todas as uniões, acompanhando o comprimento da placa (uniões a cada 2, 3 ou 4 m).

Distância ideal entre suportes:

- Até 1000 mm: máximo 4,0 m
- Acima de 1000 mm: máximo 2,0 m

Essas medidas garantem estabilidade, alinhamento e melhor desempenho do sistema.

IMPACTO NA ESTRUTURA

- Menos esforço na laje e vigas.
- Reduz solicitações estruturais em trechos suspensos.
- Evita reforços e intervenções adicionais.

LOGÍSTICA E MANUSEIO

- Muito mais leve para transporte interno.
- Ajustes simples durante a montagem.
- Instalação com baixo nível de ruído, reduzindo impacto no ambiente da obra.
- Simplifica a logística de canteiro, reduzindo interferências com outras disciplinas.



INSTALAÇÃO LIMPA, RÁPIDA E ORGANIZADA

Nesta imagem observamos a aplicação do sistema de dutos **ALUPIR** em obra real.

A montagem ocorre de forma rápida, silenciosa e com mínima interferência nas demais frentes de serviço. O material leve e pré-isolado elimina etapas tradicionais da chapa metálica, reduzindo esforço físico, tempo de instalação e movimentações no canteiro.

Este método melhora a produtividade, traz mais organização ao ambiente de trabalho e entrega um resultado final mais limpo, preciso e eficiente.

QUALIDADE DO AR E HIGIENIZAÇÃO

Diferenças técnicas entre ALUPIR e dutos metálicos convencionais.

DESEMPENHO DO SISTEMA DE AR

Características internas, higiene, segurança sanitária e pureza do fluxo de ar.

SUPERFÍCIE INTERNA

- Alumínio liso sem fibras expostas, evitando desprendimento de partículas.
- Baixa rugosidade reduz acúmulo de poeira e contaminantes.
- Mantém integridade mesmo após limpezas repetidas.

HIGIENIZAÇÃO

- Limpeza facilitada com escovas rotativas ou robôs de inspeção.
- Não sofre desgaste por abrasão, diferente da manta em dutos metálicos.
- Reduz intervalos de manutenção em ambientes críticos.

QUALIDADE DO AR

- Evita contato do ar com o isolante, eliminando risco de fibras soltas.
- Reduz odores, partículas e potenciais agentes alergênicos.
- Mantém o fluxo mais limpo e estável ao longo do tempo.

SEGURANÇA SANITÁRIA

- Não absorve umidade, dificultando proliferação de fungos.
- Mantém condições internas estáveis mesmo após ciclos de limpeza e operação contínua.
- Instalação com baixo nível de ruído, reduzindo impacto no ambiente da obra.
- Ideal para áreas sensíveis: hospitais, clínicas, escritórios, escolas e etc.



AR MAIS PURO, SISTEMA MAIS HIGIÊNICO

Nesta imagem destacamos como o **ALUPIR** favorece a qualidade do ar e simplifica a higienização do sistema. Sua superfície interna lisa em alumínio impede o contato do fluxo de ar com o isolante, eliminando o risco de fibras soltas e reduzindo o acúmulo de poeira. Esse comportamento garante um ambiente mais seguro, especialmente em locais que exigem controle rigoroso de qualidade do ar, como hospitais, clínicas, escritórios e escolas. Além disso, o duto permite limpeza eficiente com escovas motorizadas e equipamentos de sanitização, mantendo o desempenho do sistema e prolongando os intervalos de manutenção.

PROTEÇÃO CONTRA FOGO

Desempenho real do ALUPIR em ensaios normativos e comportamento em condições de incêndio.

DESEMPENHO EM ENSAIOS OFICIAIS

Resultados comprovados segundo laudos e normas aplicáveis.

ÍNDICE DE PROPAGAÇÃO DE CHAMA (IP)

- Atende Classe A, exigida pelas normas de segurança.
- ALUPIR obteve $I_p = 4$, muito abaixo do limite máximo permitido (25).
- Baixa propagação superficial reduz avanço de chamas em dutos.

DENSIDADE ÓTICA DE FUMAÇA (DM)

- Valor obtido: $D_m = 309$, dentro do limite estabelecido (≤ 450).
- Emissão reduzida de fumaça melhora condições de visibilidade na emergência.
- Contribui para rotas de fuga mais seguras.

EMIÇÃO DE GASES TÓXICOS

- Ensaios mostram valores abaixo dos limites da norma BSS 7239.
- Menor liberação de substâncias nocivas em situação de incêndio.
- Segurança ampliada para ocupantes e equipes de combate.

COMPORTAMENTO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO

- Estrutura estável diante da ação térmica inicial.
- Alumínio externo auxilia na dissipação de calor superficial.
- Alternativa mais segura que dutos metálicos com manta exposta, que podem liberar fibras e fumaça tóxica.



DESEMPENHO SUPERIOR EM INCÊNDIOS

Nesta imagem observamos o comportamento do **ALUPIR** diante da ação direta do fogo. O painel mantém estabilidade inicial e apresenta baixa propagação de chamas, conforme os resultados de I_p muito abaixo do limite normativo. Essa performance reduz a geração de fumaça e a liberação de gases tóxicos, contribuindo para evacuações mais seguras e aumentando a proteção dos ambientes climatizados. Uma solução mais confiável para projetos que exigem alto nível de segurança contra incêndio.

Importante:

O **ALUPIR** obteve valores de propagação de chama (I_p) e densidade óptica de fumaça (D_m) muito abaixo dos limites exigidos pela ABNT NBR 9442 e ASTM E662, além de emissão reduzida de gases conforme a BSS 7239, apresentando desempenho superior ao duto metálico com manta interna em situações de incêndio.

ESTANQUEIDADE DO SISTEMA

Comparativo técnico entre ALUPIR e dutos metálicos convencionais.

DESEMPENHO DE ESTANQUEIDADE

Redução de vazamentos, maior eficiência e menor perda de carga.

VEDAÇÃO DO SISTEMA

- Painéis pré-isolados com juntas contínuas e baixa probabilidade de falhas.
- Processo de colagem e vedação uniforme nos pontos de união.
- Minimiza microvazamentos comuns em emendas de dutos metálicos.

TESTES E DESEMPENHO

- Atende classes elevadas de estanqueidade exigidas por normas internacionais.
- Menor perda de ar ao longo da rede, aumentando a eficiência energética.
- Resultados superiores em trechos longos ou com múltiplas conexões.

COMPARAÇÃO COM DUTO METÁLICO

- Menos pontos críticos, pois não depende de rebites, parafusos ou flanges expostos.
- Reduz vazamentos originados por deformações, dilatações ou falhas na manta.
- Mantém desempenho mesmo após inspeções ou reparos.

EFICIÊNCIA OPERACIONAL

- Garante pressão estável em insuflamento e retorno de ar.
- Reduz carga dos ventiladores e consumo energético do sistema.
- Prolonga a vida útil de equipamentos devido à menor sobrecarga.



ESTANQUEIDADE SUPERIOR NA PRÁTICA

Nesta imagem observamos como o **ALUPIR** mantém a vedação contínua ao longo da rede, reduzindo pontos de fuga de ar e garantindo estabilidade de pressão. As juntas coladas e o painel pré-isolado evitam microvazamentos comuns nos dutos metálicos com múltiplas interfaces de vedação.

Esse desempenho aumenta a eficiência energética, reduz o esforço dos ventiladores e assegura maior confiabilidade do sistema, mesmo em trechos longos ou com diversas conexões.

Importante:

O **ALUPIR** apresenta níveis de estanqueidade superiores aos dutos metálicos, reduzindo vazamentos conforme critérios de desempenho recomendados pela SMACNA para redes de alta eficiência.

ISOLAÇÃO TÉRMICO DO SISTEMA

Comparativo técnico entre ALUPIR e dutos metálicos com isolante externo.

DESEMPENHO TÉRMICO DO PAINEL

Eficiência energética, estabilidade térmica e eliminação de etapas de isolamento.

CONDUTIVIDADE TÉRMICA

- Painel PIR com baixa condutividade λ (lambda), garantindo alto desempenho térmico.
- Reduz significativamente a troca de calor com o ambiente.
- Mantém a temperatura do ar mais estável ao longo da rede.

ISOLANTE INTEGRADO

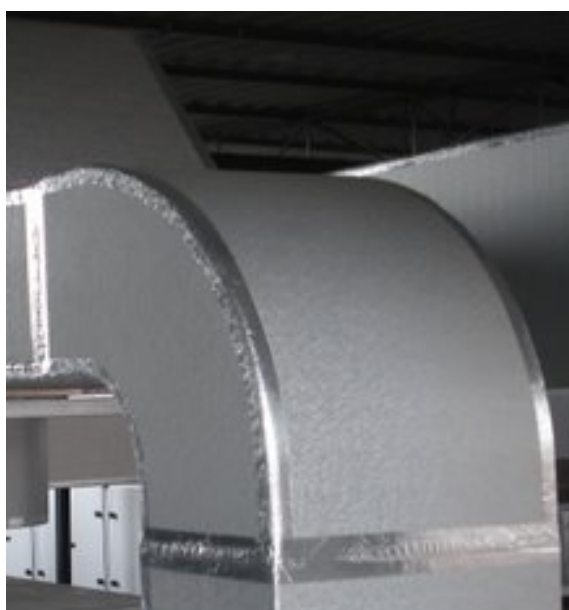
- Isolamento incorporado ao próprio painel, dispensando manta externa.
- Elimina falhas comuns de instalação de manta em duto metálico.
- Reduz risco de pontos frios e condensações superficiais.

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

- Menores perdas térmicas diminuem o esforço do sistema de climatização.
- Reduz consumo energético em insuflamento e retorno.
- Melhora o desempenho geral do HVAC em ambientes extensos.

COMPARAÇÃO COM DUTO METÁLICO

- Chapa metálica necessita isolamento externo, sujeito a falhas manuais.
- Manta pode se deslocar, comprimir ou deteriorar ao longo do tempo.
- ALUPIR mantém desempenho uniforme, mesmo após anos de operação.



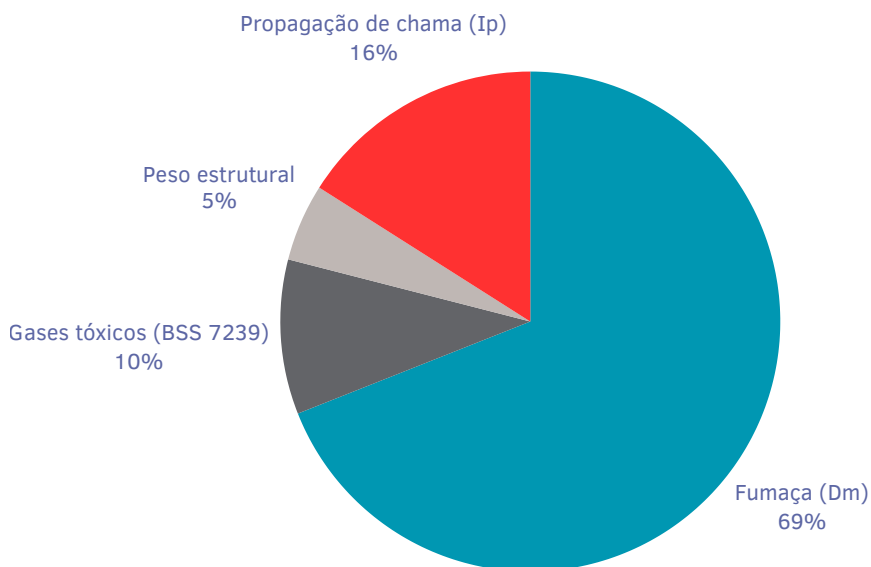
ISOLAÇÃO TÉRMICA SUPERIOR EM OBRA

Nesta imagem observamos como o painel **ALUPIR** mantém desempenho térmico consistente ao longo do sistema. O núcleo em PIR apresenta baixa condutividade térmica, reduzindo trocas de calor com o ambiente e preservando a temperatura do ar transportado.

Diferentemente dos dutos metálicos que dependem de manta externa, o isolamento do **ALUPIR** é integrado ao próprio painel, eliminando falhas de instalação, pontos frios e riscos de condensação. O resultado é uma rede mais eficiente, estável e confiável em qualquer condição de operação.

Desempenho Normativo do Sistema

Distribuição dos principais índices de segurança e comportamento físico.



Fumaça (Dm)

Corresponde ao valor medido no ensaio ASTM E662:

- ALUPIR obteve $Dm = 309$
- Limite normativo é 450
- Isso representa 69% do máximo permitido, indicando que o sistema está dentro da norma e com margem de segurança.

Propagação de chama (Ip)

Ensaio NBR 9442 – Classe A:

- ALUPIR obteve $Ip = 4$
- Limite Classe A é 25

Isso significa que o ALUPIR usa apenas 16% do limite máximo permitido pela norma. É um excelente indicativo de baixa propagação de chamas.

Peso estrutural

O ALUPIR é cerca de 20% mais leve que o duto metálico isolado. A integração entre estrutura e isolante reduz a massa por metro, diminuindo o esforço nas vigas e suportes.

Esse comportamento permite maior espaçamento entre fixações, menor necessidade de reforços e um sistema mais leve e estável em trechos suspensos.

Gases tóxicos (BSS 7239)

O ensaio mostrou que todos os gases analisados ficaram abaixo do limite da norma.

Como não existe valor numérico percentual oficial, usamos 10% como representação técnica de uma faixa de desempenho segura e muito abaixo do limite.

ALUPIR

O desempenho do sistema é avaliado por critérios essenciais definidos pelas principais normas de segurança e eficiência: propagação de chama segundo ABNT NBR 9442, densidade ótica de fumaça conforme ASTM E662, emissão de gases tóxicos de acordo com BSS 7239 e impacto estrutural considerando os requisitos de massa e suportação recomendados em NBR 16401 e SMACNA. Materiais modernos, como painéis PIR, apresentam baixos índices de chama e fumaça, ausência de toxicidade relevante e menor peso estrutural, resultando em instalações mais seguras, leves e totalmente conformes às normas vigentes.

Obras Realizadas

Hospitais, Laboratórios e Industrias farmaceuticas



 **Pacheco**
drogarias

 **SANDOZ**
a Novartis company

 **SÃO PAULO**
POR ONDE VOCÊ FOR, SEMPRE COM VOCÊ.

achē
mais vida para você

 **Boehringer
Ingelheim**

 **ALBERT EINSTEIN**

 **SANTA
GENOVEVA**
Complejo Hospitalar

 **OSWALDO CRUZ**
HOSPITAL ALÉM DO



REDE DOR
SÃO LUÍZ



 **CRISTÁLIA**
PRODUTOS QUÍMICOS FARMACÊUTICOS LTDA

 **TEUTO**

 **Chiesi**
People and ideas for innovation in healthcare

 **FRESENIUS**

 **Unimed**
Juiz de Fora

 **brain farma**
Indústria Química e Farmacêutica S/A.

 **Cárdio
Pulmonar**

ambev

 **biolab**
FARMACÊUTICA

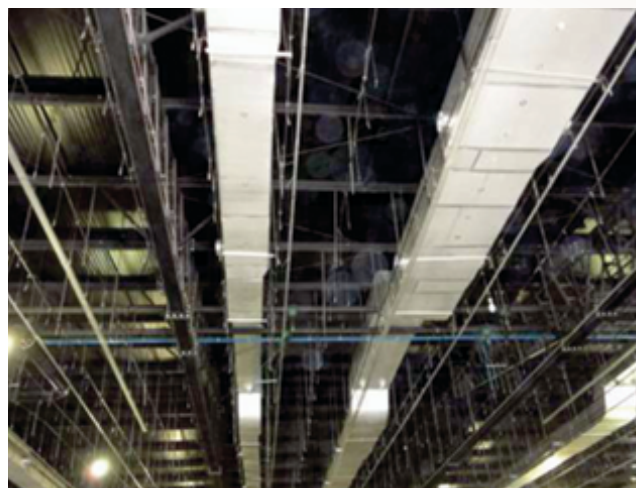
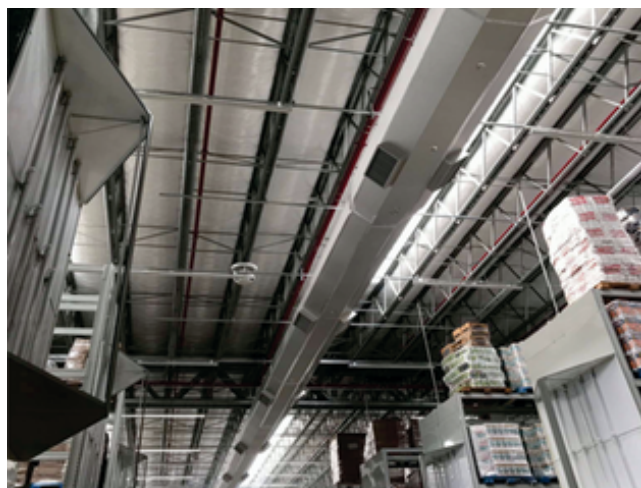
 **Eurofarma**
Ampliando horizontes

 **TROPICAL
GRELHAS**

 **AluPir**
Duct System

Obras Realizadas

Atacadistas, Shoppings, Escolas e Academias



Obras Realizadas

Tribunal de Justiça do Estado de Goiás

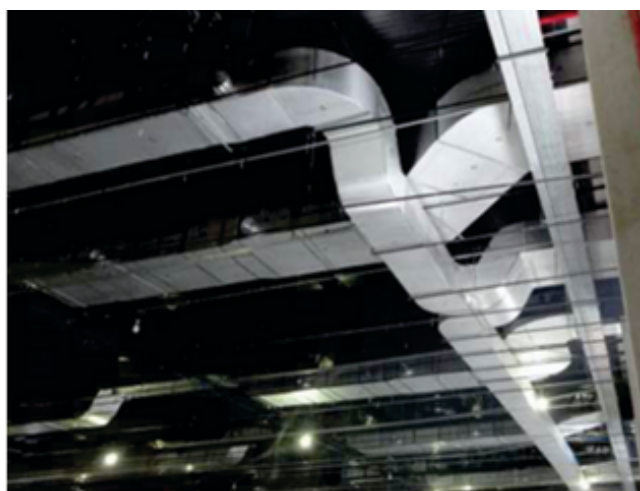


PODER JUDICIÁRIO

Tribunal de Justiça do Estado de Goiás

Obras Realizadas

Companhias Aéreas e Centro de distribuição



Avenues
SÃO PAULO

LATAM
AIRLINES

American Airlines

Correios

OBRAS REALIZADAS

As obras realizadas em companhias aéreas, centros de distribuição, atacadistas, shoppings, escolas, academias, hospitais, laboratórios, indústrias farmacêuticas e Tribunal de Justiça do Estado de Goiás comprovam a aplicação do sistema em cenários reais e de alta exigência. Cada segmento demanda padrões rigorosos de segurança ao fogo, desempenho térmico, estanqueidade e controle de qualidade do ar (requisitos plenamente atendidos pelo ALUPIR).

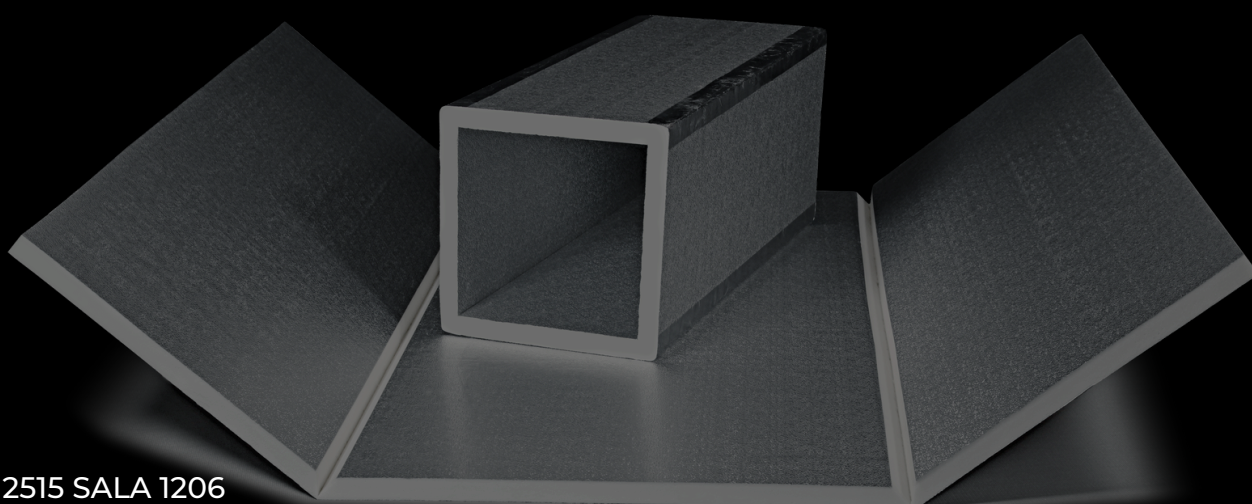
O uso consistente do sistema em ambientes críticos demonstra sua confiabilidade técnica, sua durabilidade e sua capacidade de entregar instalações mais leves, limpas e eficientes. Estas referências reforçam o compromisso com soluções que seguem as normas vigentes e elevam o nível de desempenho das edificações modernas, consolidando o ALUPIR como uma escolha sólida para projetos que exigem qualidade superior e resultados comprovados em campo.

Conheça a Rocktec e a Tropical Grelhas

O Painel AluPir é fabricado no Brasil pela Rocktec, empresa fundada em 2000 e sediada em São Paulo. Com forte tradição no mercado de isolamentos térmicos, a Rocktec dedica-se desde 2011 à produção do AluPir e ao desenvolvimento de acessórios de alto desempenho para sistemas de dutos de ar.

Ao longo de sua trajetória, a Rocktec consolidou um processo de fabricação próprio, garantindo padrão elevado de qualidade, preços competitivos e constante inovação tecnológica. Já são mais de três milhões de metros quadrados de painéis AluPir fornecidos para obras em todo o Brasil (de Manaus a Porto Alegre), além de exportações para diversos países da América Latina.

Em Goiás e no Distrito Federal, a Tropical Grelhas atua como representante oficial da Rocktec, oferecendo suporte técnico especializado, atendimento consultivo e acompanhamento direto das obras. Essa parceria fortalece a presença do AluPir na região, garantindo ao cliente acesso rápido, confiável e com a segurança de trabalhar com uma das melhores tecnologias de dutos do mercado brasileiro.




T - 30 2515 SALA 1206
Cond. Walk Bueno Business
St. Bueno
CEP: 74.215-060
Goiânia-GO

☎ 62 98167-1520

📧 @tropicalgrelhas
tropicalgrelhas@gmail.com

RELATÓRIO DE ENSAIO

ALUPIR

 T - 30 2515 SALA 1206
Cond. Walk Bueno Business
St. Bueno
CEP: 74.215-060
Goiânia-GO

 62 98167-1520

 @tropicalgrelhas
 tropicalgrelhas@gmail.com



RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 37414/2014A
TESTE DE EFICÁCIA E ATIVIDADE ANTIMICROBIANA "JIS Z 2801"

São Paulo, 03 de Novembro de 2014.

ROCKTEC ISOLANTES TÉRMICOS LTDA.

Rua Cabiúna, 163 - Vila Santa Catarina

Solicitante: Elias S. Barbosa

CEP: 04367-060 - São Paulo

Material: Painéis - AluPir Clean	Fab.: 09/10/2014 - Val.: 20 anos	Tamanho: 5x5cm e 20x20cm
Data de entrada: 21/10/2014	Hora de entrada: 14:34	
Condições de coleta: caixa de papelão	Condições de transporte: temperatura ambiente	

Descrição da(s) amostra(s): 3 - Alumínio face Lisa - sem tratamento

4 - Azul face Lisa - com tratamento

DADOS TÉCNICOS DO ENSAIO:

Micro-organismos Testados: *Escherichia coli* ATCC 8739

Staphylococcus aureus ATCC 6538

RESULTADOS:

Amostra	N.º de bactérias no tempo zero <i>E. coli</i> ATCC 8739	N.º de bactérias após 24 horas de contato <i>E. coli</i> ATCC 8739	Redução logarítmica	% de Redução	N.º de bactérias no tempo zero <i>S. aureus</i> ATCC 6538	N.º de bactérias após 24 horas de contato <i>S. aureus</i> ATCC 6538	Redução logarítmica	% de Redução
OS 37414/03	2,8.10 ⁵	3,0.10 ⁵	Não Houve Redução		2,6.10 ⁵	2,7.10 ⁵	Não Houve Redução	
OS 37414/04	2,8.10 ⁵	1,7.10 ⁴	1,22	93,93	2,6.10 ⁵	9,0.10 ⁴	0,46	96,54

Metodologia: JIS Z 2801: 2000 Japanese Industrial Standard - Antimicrobial products - Test for antimicrobial activity and efficacy.

Este ensaio tem seu valor restrito somente à(s) amostra(s) entregue(s) a CONTROLBIO. O presente documento de resultado(s) de ensaio(s), foi emitido em uma via original, respondendo o Laboratório, apenas pela veracidade desta via.

Diretora Técnica	Gerente de Laboratório
Maria José Silveira CRBio.: 18.098-01	Paula de Maio Trezza CRBio.: 43.933/01-D

Controlbio Assessoria Técnica Microbiológica S/S Ltda.

Rua Comendador Elias Assi, 645 - Caxingui - CEP 05516-000 - São Paulo - SP

Laboratório de Ensaio acreditado pela CGCRE de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob número CRL 0545, escopo disponível em:

<http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rble/docs/CRL0545.pdf>

Visualize os ensaios habilitados na ANVISA/REBLAS em www.controlbio.com.br.

Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões – Habitação e Edificações

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 1 145 827-203

CLIENTE: ROCKTEC Ind. e Com. de Isolantes Térmicos Serviços de Manutenção Ltda.
CNPJ: 04.004.937/0001-96
Rua Cabiúna, 163 – Vila Santa Catarina.
CEP: 04.367-060 – São Paulo/SP.

NATUREZA DO TRABALHO: Determinação do desempenho quanto à reação ao fogo.

REFERÊNCIAS: Orçamento IPT/FIPT nº 7471/23 datado de 22.08.2023.

1 INTRODUÇÃO

A determinação do desempenho quanto à reação ao fogo no presente trabalho leva em conta o método abaixo:

- EN 13823 que trata da determinação do desempenho quanto à reação ao fogo de materiais de construção, com exceção daqueles empregados em pisos, quando expostos a uma chama padrão singular (SBI – *Single Burning Item*) – ver Fotografia 1.

Os corpos de prova são formados por duas partes denominadas “asas”, sendo a maior com dimensões de 1.000 ± 5 mm x 1.500 ± 5 mm, e a menor com dimensões de 495 ± 5 mm x 1.500 ± 5 mm. As asas são montadas em forma de “L” no carrinho que faz parte do equipamento. Um queimador localiza-se no canto de junção entre as duas asas no carrinho. Este queimador produz uma chama padrão à qual o corpo de prova é submetido. São determinados então, a partir da queima do corpo de prova, os dados de ensaio, por meio de instrumentação do equipamento localizada no duto de extração dos gases gerados.



Fotografia 1 – Equipamento de ensaio.

Os resultados são expressos da seguinte forma: índice da taxa de desenvolvimento de fogo (FIGRA); índice da taxa de desenvolvimento de fumaça (SMOGRA); liberação total de calor do material (THR); produção total de fumaça (TSP); propagação lateral de chama (LFS) e ocorrência ou não de gotejamento e/ou desprendimento de material em chamas.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.
Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões – Habitação e Edificações

- ISO 11925-2 trata da determinação da ignitabilidade dos materiais, quando expostos à chama de queimador dentro de uma câmara de ensaio fechada (Fotografia 2).

Os corpos de prova, com dimensões de 250 mm x 90 mm, para produtos normais, ou 250 mm x 180 mm, para produtos que contraem ou derretem para longe da chama do queimador sem serem ignizados, são presos no suporte dentro da câmara de ensaio e colocados em contato com a chama do queimador, com um filtro (lenço) de papel posicionado abaixo do corpo de prova. É verificada, então, a propagação da chama, levando-se em conta o tempo em que a frente da chama leva para atingir a marca de 150 mm, medida a partir da extremidade inferior do corpo de prova. São realizados dois tipos de aplicação de chama: de superfície e de borda.



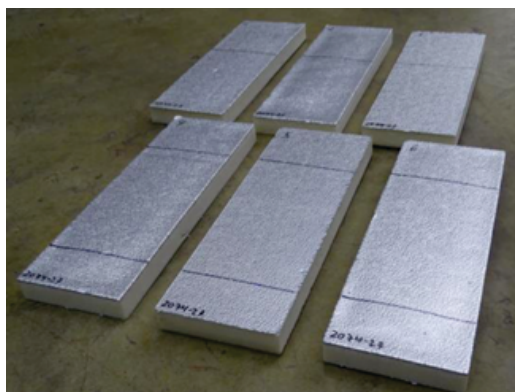
Fotografia 2 – Câmara de ensaio.

2 ITEM / MATERIAL

2.1 Item para o ensaio de ignitabilidade

Foi entregue no dia 28.08.2023 o material denominado “ALUPIR” identificado por este Laboratório com os números 2074-23. As seguintes características foram determinadas:

- espessura média dos corpos de prova: 20 mm;
- massa específica aparente média dos corpos de prova: 56 kg/m³;
- aspecto: espuma polimérica rígida com revestimento aluminizado em ambas as faces (Fotografia 3).



Fotografia 3 – Material ensaiado

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.
Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

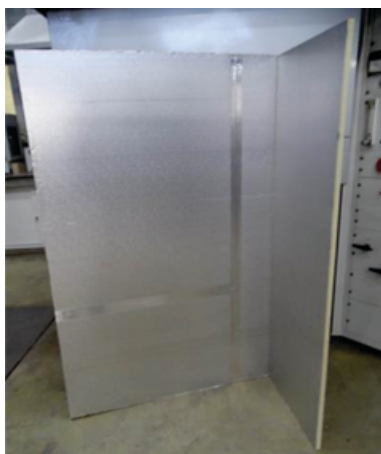
Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões – Habitação e Edificações

2.2 Item para o ensaio pelo método SBI

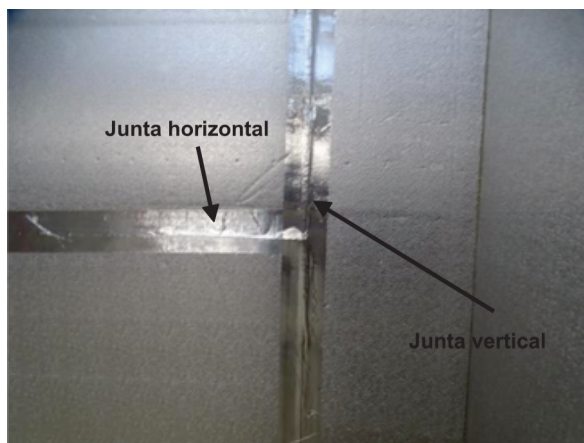
Foi entregue no dia 28.08.2023 o material denominado “ALUPIR”, identificado por este Laboratório com os números 2075-23 (Fotografia 4). As seguintes características foram verificadas:

- aspecto: painéis compostos por núcleo em espuma polimérica rígida com revestimento aluminizado em ambas as faces (Fotografias 4 a 7);
- espessura média dos corpos de prova: 20 mm.

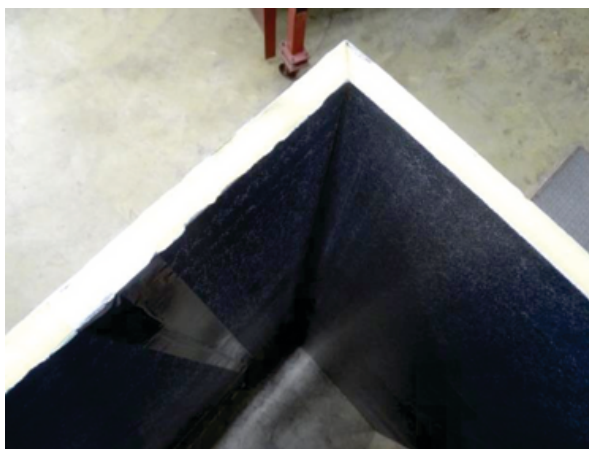
Segundo informações do Cliente, o painel é composto por núcleo de espuma rígida de poliisocianurato, revestida em ambas as faces com alumínio gofrado com espessura de 60 microns. A junta entre placas foi selada com uma fita adesiva aluminizada.



Fotografia 4 – Material ensaiado



Fotografia 5 – Detalhes das juntas entre as placas e cantoneira de travamento



Fotografia 6 – Vista superior do corpo de prova e detalhes dos perfis de acabamento



Fotografia 7 – Vista da face posterior do corpo de prova

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.
Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões – Habitação e Edificações

3 MÉTODOS UTILIZADOS

- EN 13823: 2010 – *Reaction to fire tests for building products – Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item.*
- Procedimento de Ensaio PE-109 – “Ensaio de reação ao fogo – Produtos utilizados em construção civil, exceto pisos. Método SBI”.
- ISO 11925-2: 2020 – *Reaction to fire tests – Ignitability of building products subjected to direct impingement of flame – Part 2: Single-flame source test.*
- Procedimento de Ensaio PE 107 – “Ensaio de reação ao fogo – Ignitabilidade de produtos utilizados na construção civil sujeitos ao contato direto com chama – ISO 11925-2: 2020”.
- Procedimento de Ensaio PE 188 – “Classificação dos materiais de acabamento e revestimento empregados nas edificações”.

4 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

- Equipamento SBI (*Single Burning Item*).
- Câmara de ignitabilidade (identificação: EQ-039).
- Paquímetro Digital (PQ-009, certificado nº 198034-101, validade: 08.2026).
- Trena metálica (RG-043, certificado nº 193972-101, validade: 12.2025).
- Cronômetro digital (CR-022, certificado nº 194393-101, validade: 01.2025).
- Balança HF-6000G (BL-005, certificado de nº 198019-101, validade: 08.2024).

5 RESULTADOS DE ENSAIO

5.1 Resultados do ensaio de ignitabilidade

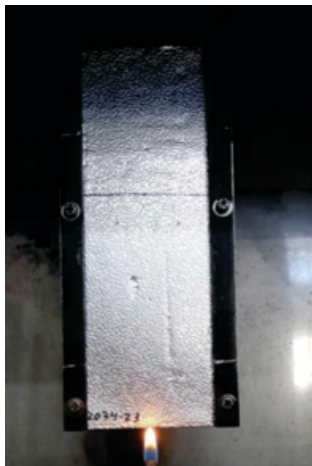
Ensaio realizado em 28.09.2023. As Fotografias 8 e 9 mostram o ensaio de ignitabilidade na borda dos corpos de prova e as Fotografias 10 e 11 o ensaio na superfície dos corpos de prova. Os resultados estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados obtidos nos ensaios.

Número do corpo de prova	Posição de aplicação do queimador	Tempo de aplicação (s)	Ignição (sim ou não)	Tempo para atingir 150 mm – F _s (s)	Ignição do filtro de papel (sim ou não)
01	borda	30	sim	não atingiu	não
02	borda	30	sim	não atingiu	não
03	borda	30	sim	não atingiu	não
04	superfície	30	não	não atingiu	não
05	superfície	30	não	não atingiu	não
06	superfície	30	não	não atingiu	não

A chama não atingiu a marca de 150 mm para todos os corpos de prova ensaiados.

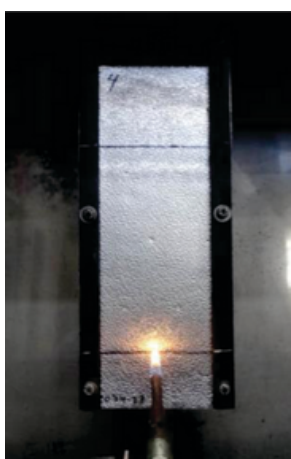
Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões – Habitação e Edificações



Fotografia 8 – Ensaio com o queimador aplicado na borda do corpo de prova.



Fotografia 9 – A Chama não atinge a marca de 150 mm.



Fotografia 10 – Ensaio com o queimador aplicado na superfície do corpo de prova.



Fotografia 11 – A chama não atinge a marca de 150 mm.

5.1.1 Observações de ensaio

- Ocorreu liberação de fumaça preta.
- Não ocorreu gotejamento/desprendimento de material em chama.

5.2 Resultados do ensaio pelo método SBI

Os corpos de prova foram montados com a união entre os painéis (asa maior e asa menor) de modo a conformar um canto de 90° ("L"). A asa maior possuía uma junta vertical a 200 mm da junção entre as asas e uma junta horizontal a 500 mm da base. O sistema de junta entre placas foi realizado com fita adesiva aluminizada. Maiores detalhes podem ser vistos nas Fotografias 4, 5, 6 e 7.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.
Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões – Habitação e Edificações

Ensaio realizado no dia 22.09.2023. As Fotografias de 12 a 14 mostram a realização do ensaio e a Tabela 2 os resultados obtidos.

Tabela 2 – Resultados obtidos nos ensaios.

Parâmetros analisados	Corpo de prova 1	Corpo de prova 2	Corpo de prova 3	Valor médio
FIGRA _{0,2MJ} (W/s)	430,1	348,8	415,6	398,2
FIGRA _{0,4MJ} (W/s)	430,1	348,8	415,6	398,2
THR _{600s} (MJ)	12,1	5,9	5,1	7,7
SMOGRA (m ² /s ²)	102,7	88,0	106,2	99,0
TSP _{600s} (m ²)	360,9	195,2	262,8	272,9
LFS (sim ou não)	não	não	não	não
Gotejamento/partículas em chamas (sim ou não)	não	não	não	não



Fotografia 12 – Disposição do material no carrinho de ensaio.



Fotografia 13 – Realização do ensaio pelo método SBI.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.
Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões – Habitação e Edificações



Fotografia 14 – Vista do corpo de prova após a realização do ensaio.

5.2.1 Observações de ensaio

- Desenvolvimento de fumaça de coloração cinza e preta.
- Não ocorreu gotejamento e queda de partículas de material em chama, durante a realização do ensaio.

Notas:

- Os resultados relatam somente o comportamento do material ensaiado sob as condições destes métodos e os resultados não devem ser usados para indicar o risco ao fogo em outra forma ou sob outras condições.
- A norma EN 13823 somente considera para efeitos de classificação de gotejamento ou queda de partículas em chama, quando este ocorrer fora da zona do queimador e nos primeiros 600 s de ensaio.
- Caso o presente Relatório venha a ser utilizado em processo judicial, solicita-se comunicação ao IPT, por meio do e-mail atendimentosjudiciais@ipt.br

6 RESULTADOS GERAIS DOS ENSAIOS

A Tabela 3 contém os resultados obtidos nos ensaios de reação ao fogo.

Tabela 3 – Resultados obtidos nos ensaios

Referência	Ignitabilidade (Fs)	SBI
ALUPIR	<ul style="list-style-type: none"> • A chama não atingiu a marca de 150 mm. • Não ocorreu gotejamento e queda de partículas em chama. 	<p>FIGRA_{0,2MJ} = 398,2 W/s FIGRA_{0,4MJ} = 398,2 W/s LFS = não THR_{600s} = 7,7 MJ SMOGRA = 99 m²/s² TSP_{600s} = 272,9 m² Gotejamento e queda de partículas em chama = não</p>

Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões – Habitação e Edificações

7 LIMITES ESPECIFICADOS EM NORMA

A Tabela 4 indica a classificação do material em função dos resultados nos ensaios, conforme estabelecido na Instrução Técnica nº 10 do Decreto nº 63.911 e na norma ABNT NBR 16626.

Tabela 4 – Classificação de produtos de construção com características especiais

Classe	Método de ensaio	ISO 1182	EN 13823 (SBI)	ISO 11925-2
I		Incombustível $\Delta T \leq 30^{\circ}\text{C}$; $\Delta m \leq 50\%$; $t_f \leq 10\text{ s}$	-	-
II	A	Combustível	FIGRA _{0,2MJ} $\leq 120\text{ W/s}$ LFS < canto do corpo-de-prova THR600s $\leq 7,5\text{ MJ}$ SMOGR $\leq 180\text{ m}^2/\text{s}^2$ e TSP600s $\leq 200\text{ m}^2$	FS $\leq 150\text{ mm}$ em 60 s (exposição = 30 s)
	B	Combustível	FIGRA _{0,2MJ} $\leq 120\text{ W/s}$ LFS < canto do corpo-de-prova THR600s $\leq 7,5\text{ MJ}$ SMOGR $> 180\text{ m}^2/\text{s}^2$ ou TSP600s $> 200\text{ m}^2$	FS $\leq 150\text{ mm}$ em 60 s (exposição = 30 s)
III	A	Combustível	FIGRA _{0,4MJ} $\leq 250\text{ W/s}$ LFS < canto do corpo-de-prova THR600s $\leq 15\text{ MJ}$ SMOGR $\leq 180\text{ m}^2/\text{s}^2$ e TSP600s $\leq 200\text{ m}^2$	FS $\leq 150\text{ mm}$ em 60 s (exposição = 30 s)
	B	Combustível	FIGRA _{0,4MJ} $\leq 250\text{ W/s}$ LFS < canto do corpo-de-prova THR600s $\leq 15\text{ MJ}$ SMOGR $> 180\text{ m}^2/\text{s}^2$ ou TSP600s $> 200\text{ m}^2$	FS $\leq 150\text{ mm}$ em 60 s (exposição = 30 s)
IV	A	Combustível	FIGRA _{0,4MJ} $\leq 750\text{ W/s}$ SMOGR $\leq 180\text{ m}^2/\text{s}^2$ e TSP600s $\leq 200\text{ m}^2$	FS $\leq 150\text{ mm}$ em 60 s (exposição = 30 s)
	B	Combustível	FIGRA _{0,4MJ} $\leq 750\text{ W/s}$ SMOGR $> 180\text{ m}^2/\text{s}^2$ ou TSP600s $> 200\text{ m}^2$	FS $\leq 150\text{ mm}$ em 60 s (exposição = 30 s)
V	A	Combustível	FIGRA _{0,4MJ} $> 750\text{ W/s}$ SMOGR $\leq 180\text{ m}^2/\text{s}^2$ e TSP600s $\leq 200\text{ m}^2$	FS $\leq 150\text{ mm}$ em 20 s (exposição = 15 s)
	B	Combustível	FIGRA _{0,4MJ} $> 750\text{ W/s}$ SMOGR $> 180\text{ m}^2/\text{s}^2$ ou TSP600s $> 200\text{ m}^2$	FS $\leq 150\text{ mm}$ em 20 s (exposição = 15 s)
VI		-	-	FS $> 150\text{ mm}$ em 20 s (exposição = 15 s)

Observações relativas à tabela 4:
Tabela reproduzida da tabela 4 da norma ABNT NBR 16626 e da tabela A.3 da Instrução Técnica 10.
FIGRA – Índice da taxa de desenvolvimento de calor.
LFS – Propagação lateral da chama.
THR_{600s} – Liberação total de calor do corpo-de-prova nos primeiros 600 s de exposição às chamas.
TSP_{600s} – Produção total de fumaça do corpo-de-prova nos primeiros 600 s de exposição às chamas.
SMOGR – Taxa de desenvolvimento de fumaça, correspondendo ao máximo do quociente de produção de fumaça do corpo-de-prova e o tempo de sua ocorrência.
FS – Tempo em que a frente da chama leva para atingir a marca de 150 mm indicada na face do material ensaiado.

7.1 Classificação adicional de gotejamento em chama

Adicionalmente, a norma ABNT NBR 16626 estabelece três classificações a respeito da produção de gotejamento e/ou desprendimento de partículas em chama quando ensaiados conforme norma EN 13823, a saber:

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.
Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões – Habitação e Edificações

- d₀ se não ocorrerem gotejamento em nem desprendimento de partículas em chama;
- d₁ se não ocorrerem gotejamento em chama nem desprendimento de partículas em chama com duração superior a 10 s;
- d₂ se as condições anteriores não forem atendidas.

O produto também será considerado d₂ se no ensaio de acordo com a ISO 11925-2 ocorrer gotejamento ou desprendimento de partículas em chama que ignizem o papel colocado sob o corpo de prova.

8 CLASSIFICAÇÃO

O material classifica-se como **IV-B** de acordo com a Instrução Técnica nº 10 do Decreto Estadual de São Paulo nº 63.911 e como **IV-B-d₀** conforme a norma ABNT NBR 16626.

EQUIPE TÉCNICA

Engenheiro Civil Antonio Fernando Berto – IPT

Engenheiro Civil Carlos Roberto Metzker de Oliveira – IPT

Engenheiro Civil Henrique Bandeira Faccio – IPT

Técnico Rafael Maier da Silva – FIPT

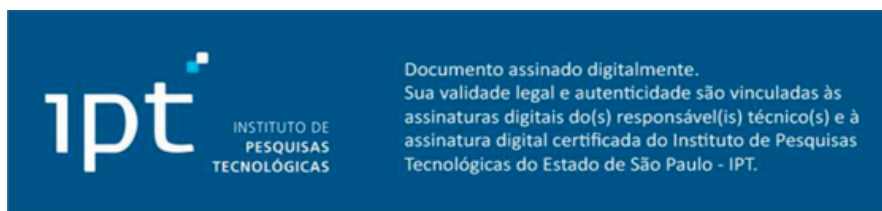
André Luiz de Souza – IPT.

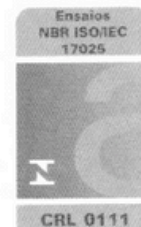
Secretária Vitoria Maria de Jesus Guimarães Florindo – FIPT

São Paulo, 31 de outubro de 2023.

HABITAÇÃO E EDIFICAÇÕES
Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões
Eng.º Civil Mestre Carlos Roberto Metzker de Oliveira
Supervisor do Ensaio
CREA n.º 5061453656 – RE n.º 08632
[Assinado Digitalmente](#)

HABITAÇÃO E EDIFICAÇÕES
Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões
Eng.º Civil Mestre Antonio Fernando Berto
Gerente Técnico
CREA n.º 0600745569 – RE n.º 2467.9
[Assinado Digitalmente](#)





Laboratório de Conforto Ambiental e Sustentabilidade dos Edifícios/CETAC/IPT

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 1 089 579-203

CLIENTE: Rocktec Ind. e Com. de Isolantes Térmicos Serv. Manutenção Ltda.
CNPJ: 04.004.937/0001-96.
Rua Cabiúna, 163 – Vila Santa Catarina – São Paulo – SP.
CEP: 04367-060.
TEL: (11) 5670 5555.

ITEM: Painei

NATUREZA DO TRABALHO: Determinação de condutividade térmica.

REFERÊNCIA: Orçamento CETAC-LCA nº 3329/17.

1 ITEM

- 1.1 Item declarado pelo Cliente: "AluPir - Painei pré isolado de Poliisocianurato (PIR)".
- 1.2 Descrição do item: Painei de compósito plástico rígido de aproximadamente 18,8 mm, revestido em ambas as faces por folha metalizada de aspecto prateado e espessura aproximada de 0,3 mm cada uma (vide fotos em anexo).
- 1.3 Identificação do item no laboratório: 478-17.
- 1.4 Quantidade recebida: Três painéis de dimensões aproximadas de 305 mm x 305 mm x 20 mm.

2 MÉTODO UTILIZADO

Determinação da condutividade, resistência e condutância térmica de materiais em forma de placas (Procedimento de ensaio CETAC-LCA-PE-021), baseado na norma ASTM C 177/2013 – "Standard test method for steady state heat flux measurements and thermal transmission properties by means of the guarded-hot-plate apparatus".

2.1 Equipamento: os dados a respeito do equipamento utilizado no ensaio estão apresentados na Tabela 1:

Tabela 1: Equipamento

Equipamento	Validade da calibração
Placas quentes protegidas e sistema de aquisição de dados HOT-01	Outubro de 2017
Padrão de condutividade "Standard Reference Material" - 1450b	Outubro de 2022
Paquímetro – PAQ-04	Outubro de 2017
Termohigrômetro – THI-02	Janeiro de 2019

Laboratório de Conforto Ambiental e Sustentabilidade dos Edifícios/CETAC/IPT

2.2 Condições de ensaio:

- a) Temperatura do ar no local de ensaio: 21°C.
- b) Umidade relativa do ar no local de ensaio: 53%.
- c) Intervalo de tempo nas medições: foram efetuadas medições em intervalos sucessivos de dez minutos, durante um período de noventa minutos, após estabelecido o regime permanente de temperaturas.

2.3 Corpos-de-prova

Foram ensaiados dois corpo de prova de 305 mm x 305 mm, com espessuras de 19,4 mm e 19,5 mm respectivamente, apresentando massa específica média aproximada de 68 kg/m³.

3 RESULTADO

Os valores obtidos no ensaio estão apresentados na Tabela 2 a seguir:

Tabela 2 – Condutividade Térmica da placa

Temperaturas (°C)			Condutividade térmica $\frac{W}{m.K}$
Face quente	Face fria	Média	
4,8	15,5	10,2	0,021

4 ANEXOS

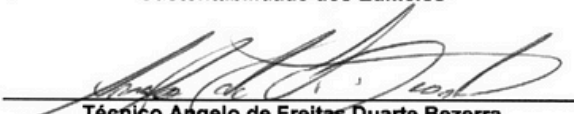
Anexo A- Fotos do material recebido 1 pág.

5 EQUIPE TÉCNICA

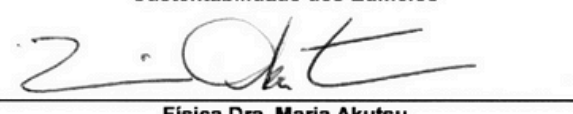
Físico Mestre Marcelo de Mello Aquilino - IPT
Técnico Angelo de Freitas Duarte Bezerra – IPT

São Paulo, 30 de março de 2017.

CENTRO TECNOLÓGICO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Laboratório de Conforto Ambiental e
Sustentabilidade dos Edifícios


Técnico Angelo de Freitas Duarte Bezerra
Executor do Ensaio
RE nº 8650

CENTRO TECNOLÓGICO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Laboratório de Conforto Ambiental e
Sustentabilidade dos Edifícios


Física Dra. Maria Akutsu
Chefe do Laboratório
RE nº 2644.3

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.
Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Laboratório de Conforto Ambiental e Sustentabilidade dos Edifícios/CETAC

Laboratório de Ensaio Acreditado pela Cgcre/Inmetro de acordo com a NBR ISO/IEC 17025 sob o número CRL 0111

Anexo A – Fotos do material recebido

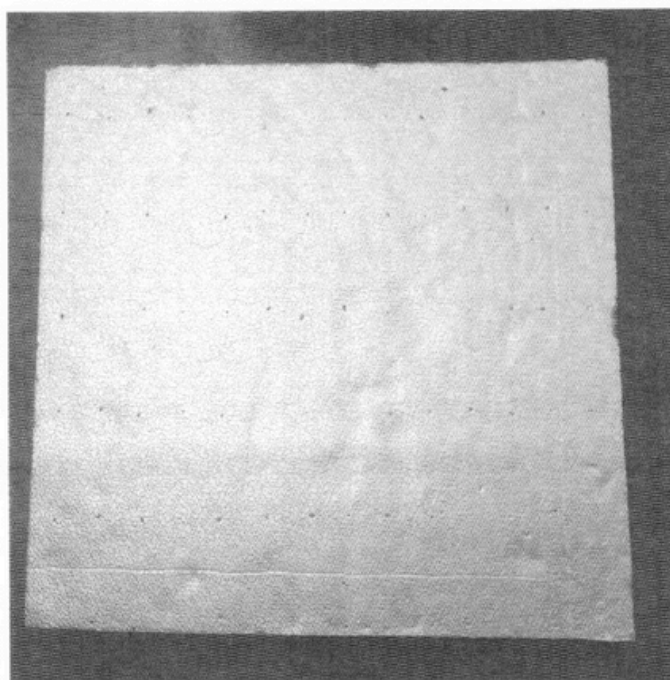


Foto 01- Vista da face superior do material recebido

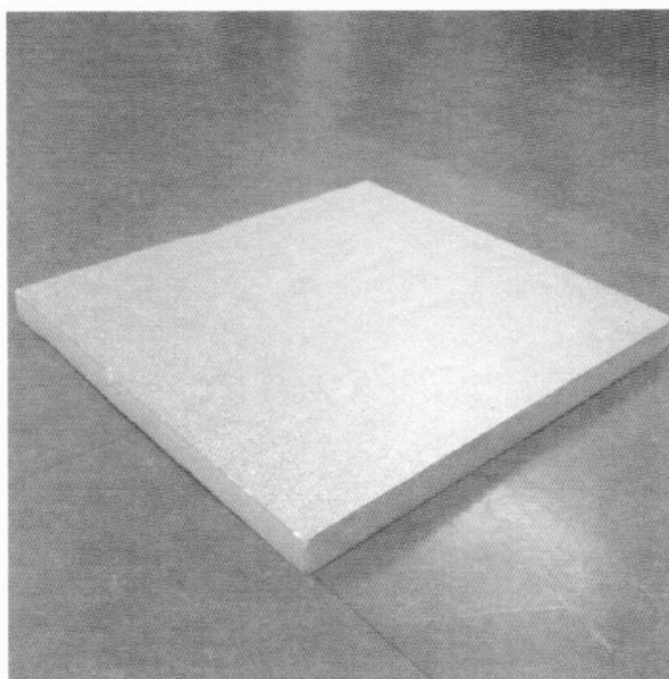


Foto 02 – Vista lateral do material recebido

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.
Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.



DUCTBUSTERS®
INDOOR POLLUTION CONTROL

DUCTBUSTERS ENGENHARIA LTDA

Uma empresa de prestação de serviços
certificada ISO 9001 versão 2008 pela Rina

Guarulhos, 12 de Novembro de 2014.

RELATÓRIO TÉCNICO DB21-22651

EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS DE TESTE DE ESTANQUEIDADE EM REDE DE DUTOS.

Cliente: ROCKTEC.

Rua: Cabiúna, 163 – Vila Santa Catarina – São Paulo – SP.

Novembro/2014

DUCTBUSTERS Engenharia Ltda.

Rua Cônego Valadão, 720 – Gopouva – Guarulhos – SP – CEP: 07040-000

Tel/Fax: (11) 2464-9641

Email: ductbusters@uol.com.br – Web site: www.ductbusters.com.br



DUCTBUSTERS ENGENHARIA LTDA
Uma empresa de prestação de serviços
certificada ISO 9001 versão 2008 pela Rina

1. INTRODUÇÃO:

A Ductbusters Engenharia Ltda., através dos profissionais abaixo qualificados realizou, atendendo solicitação da empresa ROCKTEC, os serviços de teste de estanqueidade (vazamento permitido) em trechos de redes de dutos montadas para teste.

Os testes foram realizados de conformidade com a NBR 16.401 – Instalações de ar condicionado – Sistemas Centrais e Unitários – Parte 1: Projeto das Instalações da ABNT.

- **Guilherme Francisco Botana – Técnico**
- **Crispim Alves da Silva e Joás José de Oliveira – Auxiliares.**

2. OBJETIVOS

Realização de serviços de verificação das condições de estanqueidade (vazamento permitido) em rede de dutos, a fim de se verificar se os sistemas instalados atendem aos requisitos da norma da ABNT.

Esta verificação permite a confirmação da adequação das instalações às condições de projeto, permitindo correto balanceamento técnico dos sistemas climatizados visando a equalização da distribuição de ar condicionado para os ambientes climatizados, permitindo adequação destes aos dados de projeto com melhoria do conforto térmico e do rendimento e economia de energia para os equipamentos.

3. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS:

Para realização dos serviços de verificação de estanqueidade dos sistemas climatizados foram utilizados:

- **Equipamento DTVAP – Dispositivo para Teste de Vazamento de Dutos ALTA PRESSÃO – Marca VECTUS – Modelo DTVAP – Eletrônico Digital – Numero de Serie HSBR 38318.**

Este equipamento se encontra calibrado e com atestado de calibração válido.



DUCTBUSTERS®
INDOOR POLLUTION CONTROL

DUCTBUSTERS ENGENHARIA LTDA
Uma empresa de prestação de serviços
certificada ISO 9001 versão 2008 pela Rina

4. SITUAÇÃO ENCONTRADA:

A ROCKTEC providenciou a execução de trecho de rede de dutos confeccionada em material ALUPIR® de sua fabricação, para realização de testes de verificação das condições de vazamento (limites de vazamento) para dutos confeccionados com este material, verificando as condições de funcionamento de dutos confeccionados com o referido material.

Foram fabricados pela ROCKTEC 03 trechos de dutos em ALUPIR®, com 06 metros de comprimento cada, possuindo cada trecho de 06 m uma emenda entre trechos de 03 m.

Os dutos fabricados possuem seção de:

- 50 x 30
- 40 x 30
- 30 x 30

Os trechos de cada seção se apresentavam interligados formando uma rede de dutos retilínea de 18 m de comprimento.

5. PARÂMETROS ADOTADOS:

Para realização dos serviços foram considerados, de acordo com a NBR 16.401 – Parte: 1.

- Rede de dutos classe de pressão: 500 – Acima de 250 Pa até 500 Pa.
- Rede de dutos classe de pressão: 1.000- Acima de 750 até 1.000 Pa.
- De acordo com a Tabela 2 – Recomendação de classe de vazamento de acordo com a aplicação: Classe Máxima de Vazamento: 17 (Sistema de dutos no ambiente, duto sobre o forro, duto dentro de ambiente condicionado de outra zona)
- A classe máxima de vazamento CL é definida como o vazamento em litros por segundo por metro quadrado de superfície do duto, quando o diferencial de pressão entre o duto e o ambiente é de 1Pa.
- Utilizando-se a formula de cálculo indicada na NBR 16.401, a classe CL 17 admite para a pressão de 500 Pa uma taxa de vazamento de 0,966 L/s.m2 e para a pressão de 1.000 Pa uma taxa de vazamento de 1,515 L/s.m2.

DUCTBUSTERS Engenharia Ltda.

Rua Cônego Valadão, 720 – Gopouva – Guarulhos – SP – CEP: 07040-000

Tel/Fax: (11) 2464-9641

Email: ductbusters@uol.com.br – Web site: www.ductbusters.com.br



DUCTBUSTERS ENGENHARIA LTDA
Uma empresa de prestação de serviços
certificada ISO 9001 versão 2008 pela Rina

6. SERVIÇOS REALIZADOS:

Foi feita a verificação de limite de vazamento para cada trecho de rede de dutos de ar condicionado, a saber:

Trecho da rede de dutos de seção 50 x 30 com 06 m de comprimento:

➤ **Teste com 500 Pa:**

- Vazamento permitido: 9,20 L/sm² m.
- Vazamento encontrado: 0,00 L/sm²

TRECHO APROVADO NO TESTE.

➤ **Teste com 1.000 Pa:**

- Vazamento permitido: 14,54 L/sm² m.
- Vazamento encontrado: 0,78 L/sm²

TRECHO APROVADO NO TESTE.

Trecho da rede de dutos de seção 40 x 30 com 06 m de comprimento:

➤ **Teste com 500 Pa:**

- Vazamento permitido: 8,11 L/sm² m.
- Vazamento encontrado: 0,00 L/sm²

TRECHO APROVADO NO TESTE.



DUCTBUSTERS ENGENHARIA LTDA
Uma empresa de prestação de serviços
certificada ISO 9001 versão 2008 pela Rina

➤ **Teste com 1.000 Pa:**

- Vazamento permitido: 13,10 L/sm² m.
- Vazamento encontrado: 1,35 L/sm²

TRECHO APROVADO NO TESTE.

Trecho da rede de dutos de seção 30 x 30 com 06 m de comprimento:

➤ **Teste com 500 Pa:**

- Vazamento permitido: 6,95 L/sm² m.
- Vazamento encontrado: 0,00 L/sm²

TRECHO APROVADO NO TESTE.

➤ **Teste com 1.000 Pa:**

- Vazamento permitido: 10,91 L/sm² m.
- Vazamento encontrado: 0,00 L/sm²

TRECHO APROVADO NO TESTE.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para as redes de dutos fabricadas para efeito de teste em bancada todas foram aprovadas quanto ao limite de vazamento permitido de acordo com os parâmetros da NBR 16.401 – Instalações de ar condicionado – Sistemas Centrais e Unitários – Parte 1: Projeto das Instalações da ABNT.

Estes testes indicam que os dutos de insuflamento de ar condicionado fabricados com o material ALUPIR[®] de fabricação da empresa ROCKTEC atendem às condições para se apresentarem dentro dos parâmetros indicados na norma da ABNT para índices de vazamento permitido.

DUCTBUSTERS Engenharia Ltda.
Rua Cônego Valadão, 720 – Gopouva – Guarulhos – SP – CEP: 07040-000
Tel/Fax: (11) 2464-9641
Email: ductbusters@uol.com.br – Web site: www.ductbusters.com.br



DUCTBUSTERS®
INDOOR POLLUTION CONTROL

DUCTBUSTERS ENGENHARIA LTDA

Uma empresa de prestação de serviços
certificada ISO 9001 versão 2008 pela Rina

Os valores medidos e apresentados neste relatório se referem exclusivamente à amostras de dutos em bancada testados nas condições mencionadas.

Para o caso de fabricação de redes de dutos para instalação em ambientes climatizados os valores de índice de vazamento permitido deverão ser medidos considerando-se as condições reais de cada instalação.

DUCTBUSTERS ENGENHARIA LTDA.
Guilherme Francisco Botana
Responsável Técnico
Engº Mecânico e Seg. Trabalho
CREA 0600678350

DUCTBUSTERS Engenharia Ltda.

Rua Cônego Valadão, 720 – Gopouva – Guarulhos – SP – CEP: 07040-000

Tel/Fax: (11) 2464-9641

Email: ductbusters@uol.com.br – Web site: www.ductbusters.com.br

LAUDO DE ENSAIOS LABORATORIAIS

INFORMAÇÕES DO CLIENTE

CLIENTE: ROCKTEC INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE ISOLANTES TERMICOS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO LTDA.

ENDEREÇO: RUA CABIÚNA, 163 – VILA SANTA CATARINA.

CIDADE: SÃO PAULO / SP

CONTATO: SR. ELIAS S.BARBOSA

TEL. FAX: (11) 5670-5555

E-MAIL: elias@rocktec.com.br

DATA ENTRADA DA AMOSTRA: 27/08/2021

DATA EMISSÃO DO LAUDO: 17/09/2021

INFORMAÇÕES DE AMOSTRAGEM

ENDEREÇO: RUA CABIÚNA, 163 – VILA SANTA CATARINA.

CIDADE: SÃO PAULO / SP

DATA DA AMOSTRAGEM: 25/08/2021

TIPO DE MATRIZ (AMOSTRA): RESÍDUO

LOTE: 202101610

FABRICAÇÃO: 24/08/2021

HORÁRIO INÍCIO AMOSTRAGEM: NÃO INFORMADO

HORÁRIO TÉRMINO AMOSTRAGEM: NÃO INFORMADO

RESPONSÁVEL AMOSTRAGEM: O INTERESSADO

PLANO: PA- DO CLIENTE - POP: CO- DO CLIENTE

LOCAL DA AMOSTRAGEM (GPS-UTM) X = *NA Y = *NA PRECISÃO: *NA

CONDIÇÕES AMBIENTAIS DURANTE AMOSTRAGEM: TEMPERATURA: *NA - UMIDADE: *NA

CONDIÇÕES DE RECEBIMENTO DA AMOSTRA: TEMPERATURA: 25,0°C

FOTO, ESBOÇO OU DIAGRAMA DO LOCAL DA AMOSTRAGEM: VER ANEXO (S)

AMOSTRA: ESPUMA DE POLIURETANO (PU)

FONTE GERADORA: FÁBRICA DE TUBOS FLEXÍVEIS PARA AR CONDICIONADO

CARACTERÍSTICA E PRINCIPAIS CONSTITUINTES: ESPUMA RÍGIDA DE POLIURETANO ISENTA DE SOLVENTE.

AMOSTRAGEM: Realizada conforme ABNT NBR 10007:2004.

CRITÉRIO ADOTADO NA ESCOLHA DOS PARÂMETROS ANA

LISADOS:

O resíduo não consta nos anexos A e B da norma ABNT NBR 10004:2004.

Considerando as informações fornecidas pelo gerador do resíduo sobre sua origem, processo de segregação e características, foram realizados os ensaios a seguir:

ENSAIOS PRELIMINARES (MASSA BRUTA) - ABNT NBR 10004:2004

ENSAIOS FÍSICO-QUÍMICOS	Código de Identificação	Método	Unidade	Limite de Detecção	Limite de Quantificação	Branco do Método	Resultado	Valor Permitido
Cianeto	D003	SM 4500-CN-C/E	mg/Kg	1,2	2	*NA	***<LQ	<250
Cinzas (Sólidos fixos) a 550°C	*NA	SM 2540 G	%	0,06	0,1	*NA	30,7	*NA
Corrosividade	*NA	EPA 9040C:2004	Unidades de pH	2,0	2,0	*NA	5,7	De 2,0 a 12,5
Líquidos Livres	*NA	NBR 12.988:1993	*NA	NA	NA	*NA	Ausência	Ausência
Óleos e Graxas (Solúveis em Hexano)	*NA	EPA 9071 B	%	0,0300	0,0500	*NA	0,8400	*NA
pH	D002	EPA 9045 D	Unidades de pH	1,00	1,00	*NA	5,67	De 2,0 a 12,5
Reatividade com H ₂ O	D003	NBR 10004:2004 EPA SW 846:2004 NBR 10004:2004	*NA	*NA	Reativo/ Não Reativo	*NA	Não reativo	Não Reativo
Reatividade com H ₂ SO ₄	D003	EPA SW 846:2004 NBR 10004:2004	*NA	*NA	Reativo/ Não Reativo	*NA	Não reativo	Não Reativo
Reatividade com NaOH	D003	EPA SW 846:2004	*NA	*NA	Reativo/ Não Reativo	*NA	Não reativo	Não Reativo
Sólidos Totais	*NA	SM 2540 G	%	0,04	0,1	*NA	97,2	*NA
Sulfeto	D003	ASTM D4978-95	mg/Kg	3	5	*NA	***<LQ	*NA
Umidade e Voláteis a 105°C	*NA	SM 2540 G	%	0,06	0,1	*NA	2,8	*NA

* NA: NÃO APLICÁVEL ** <LD: MENOR QUE O

LIMITE DE DETECÇÃO

***<LQ: MENOR QUE O LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO

** O resíduo pode ter ponto de fulgor < 60°C e ser qualificado como não inflamável, desde que seja uma solução aquosa e seu teor de álcool seja menor do que 24%.

*** Descreve a capacidade que o resíduo tem de liberar oxigênio, estimulando a combustão e aumentando a intensidade do fogo em outro material

CHAVE DE AUTENTICIDADE: ym1Ely7vwnwxhkqG9Gy
Verifique a autenticidade deste laudo informando Laudo/OS

Conheça mais dos nossos serviços em www.cqa.com.br
Em caso de dúvidas acesse o suporte técnico: laudos@cqa.com.br

ML-0006-12

www.cqa.com.br

Av. Júlio Diniz, 27 • Jd. N. Sra Auxiliadora
Campinas/SP • CEP 13075-420
Fone/Fax: (19) 3241-1555

LAUDO DE ENSAIOS LABORATORIAIS

ENSAIO DE LIXIVIAÇÃO -ABNT NBR 10005:2004

ENSAIOS FÍSICO-QUÍMICOS	Código de Identificação	Método	Unidade	Limite de Detecção	Limite de Quantificação	Branco do Método	Resultado Lixiviado	Limite Máximo
Tempo Total de Lixiviação	*N	NBR 10005	unid. pH	2,0	2,0	18	18	$\geq 16 \leq 20$
Volume Extrato Lixiviado	A	NBR 10004	L	0,001	0,001	1	1	*NA
pH Extrato Lixiviado	*N	EPA 9045 D	*NA	2,0	2,0	7,00	5,0	*NA
Sólidos Totais	A	SM 2540 B	%	0,0003	0,0005	***<LQ	0,4492	*NA

A

*N Extrato Lixiviado -Anexo F -NBR 10004:2004-Parâmetros Inorgânicos

ENSAIOS FÍSICO-QUÍMICOS	Código de Identificação	Método	Unidade	Limite de Detecção	Limite de Quantificação	Branco do Método	Resultado Lixiviado	Limite Máximo
Arsênio	D0	SM 3114C	mg/L As	0,0006	0,001	***<	***<LQ	1,0
Bário	05	SM 3120B	mg/L Ba	0,004	0,006	LD **	0,078	70,0
Cádmio	D0	SM 3120B	mg/L Cd	0,0006	0,001	< LD	***<LQ	0,5
Chumbo	06	SM 3120B	mg/L Pb	0,006	0,01	***<	***<LQ	1,0
Crom o Total	D0	SM 3120B	mg/L Cr	0,006	0,01	LD **	0,08	5,0
Fluoreto	07	SM 4500 F-C	mg/L F-	0,1	0,2	< LD	***< LD	150,0
Mercurio	D0	SM 3112B	mg/L Hg	0,00006	0,0001	***<	***<LQ	0,1
Prata	08	SM 3120B	mg/L Ag	0,001	0,01	LD **	***<LQ	5,0
Selênio	D0	SM 3114C	mg/L Se		0,002	< LD	***<LQ	1,0

09

***<

D0

LD **

10

ENSAIO DE SOLUBILIZAÇÃO -ABNT NBR 10006:2004

ENSAIOS	Código de Identificação	Método	Unidade	Limite de Detecção	Limite de Quantificação	Branco do Método	Resultado Solubilizado	Limite Máximo
pH Extrato Solubilizado	EP 9045 D	*NA	2,0	2,0	7,00	***< LD	7,3	*N
Tempo Total de Solubilização	NBR 10006	h	0,01	0,01			168,00	A

*N

Extrato Solubilizado - Anexo G – NBR 10004:2004

A

ENSAIOS	Método	Unidade	Limite de Detecção	Limite de Quantificação	Branco do Método	Resultado Solubilizado	Limite Máximo
Alumínio	SM 3120 B	mg/L Al	0,0006	0,001	***< LD	0,20	0,2
Arsênio	SM 3114 C	mg/L As	0,0006	0,001	***< LD	0,018	0,01
Bário	SM 3120 B	mg/L Pb	0,0006	0,001	***< LD	***<LQ	0,7
Cádmio	SM 3120 B	mg/L Cd	0,0006	0,001	***< LD	***<LQ	0,005
Chumbo	SM 3120 B	mg/L Pb	0,0006	0,001	***< LD	***<LQ	0,01
Cianeto	SM 4500 CN - E	mg/L CN-	0,01	0,02	***< LD	***<LQ	0,07
Cloreto	SM 4500 Cl - G	mg/L Cl-	1,2	0,02	***< LD	***<LQ	250,0
Cobre	SM 3120 B	mg/L Cu	0,01	0,01	***< LD	0,05	2,0
Cromo Total	SM 3120 B	mg/L Cr	0,006	0,010	***< LD	0,021	0,05
Fenóis Totais	SM 5530 D	65	0,006	0,01	***< LD	0,31	0,01
Ferro	SM 3120 B	mg/L Fe	0,006	0,01	***< LD	0,3	0,3
Fluoreto	SM 4500 F- C	mg/L F-	0,1	0,01	***< LD	***<LQ	1,5
Manganês	SM 3120 B	mg/L Mn	0,006	0,0001	***< LD	***<LQ	0,1
Mercurio	SM 3112 B	mg/L Hg	0,00006	0,001	***< LD	***<LQ	0,001
Níquel	SM 3120 B	mg/L Ni	0,006	0,002	***< LD	***<LQ	0,05
Selênio	SM 3114 C	mg/L Se	0,001	0,01	***< LD	14,0	0,01
Sódio	SM 3120 B	mg/L Na	0,006	3	***< LD	***<LQ	200,00
Sulfato (como SO ₄ -2)	SM 4500 SO ₄ -2- E	mg/L SO ₄ -2-	1,8	0,05	***< LD	4,93	250,0
Surfactantes	SM 5540 C	mg/L LAS	0,03	0,01	***< LD	2,05	0,5
Zinco	SM 3120 B	mg/L Zn	0,006				5,0

** <LD: MENOR QUE O LIMITE DE DETECÇÃO

***<LQ: MENOR QUE O LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO

CHAVE DE AUTENTICIDADE: ym1Ely7vwnwxhkgiG9Gy
 Verifique a autenticidade deste laudo informando Laudo/OS

Conheça mais dos nossos serviços em www.cqa.com.br
 Em caso de dúvidas acesse o suporte técnico: laudos@cqa.com.br

ML-0006-12

www.cqa.com.br

Av. Júlio Diniz, 27 • Jd. N. Sra Auxiliadora
 Campinas/SP • CEP 13075-420
 Fone/Fax: (19) 3241-1555

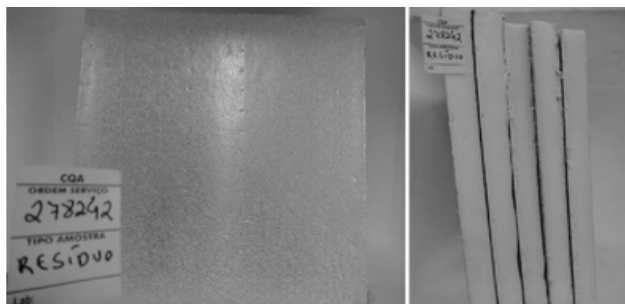
LAUDO DE ENSAIOS LABORATORIAIS

AMOSTRA: ESPUMA DE POLIURETANO (PU)

FONTE GERADORA: FÁBRICA DE TUBOS FLEXÍVEIS PARA AR CONDICIONADO

CARACTERÍSTICA E PRINCIPAIS CONSTITUINTES: ESPUMA RÍGIDA DE POLIURETANO ISENTO DE SOLVENTE.

FOTO



METODOLOGIA ANALÍTICA APLICADA E REFERÊNCIAS:

ABNTNBR - Associação Brasileira de Normas Técnicas / APHA-American Public Health Association, American Works Association, Water Environment Federation. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd edition Washington, DC: American Public Health Association, 2017.

ABNT NBR 10004:2004 - Resíduos Sólidos - Classificação.

ASTM INTERNATIONAL - American Society for Testing and Materials.

EPA - Environmental Protection Agency - SW 846: Testing Methods for Evaluating Solid Wastes.

ABNT NBR 12988:1993 - Líquidos Livres - Verificação em Amostra de Resíduos.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WORKS ASSOCIATION, WATER ENVIRONMENT FEDERATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd edition Washington, DC: American Public Health Association, 2017.

Os resultados das análises laboratoriais apresentadas referem-se exclusivamente à amostra analisada.

A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra, sendo proibida a reprodução parcial.

Documento assinado digitalmente usando certificados emitidos no âmbito da ICP-Brasil. De acordo com o art. 10 da MP nº 2.200-2 de 24 de agosto de 2001, "As declarações constantes dos documentos em forma eletrônica produzidos com a utilização de processo de certificação disponibilizado pela ICP-Brasil presumem-se verdadeiros em relação aos signatários", tendo a mesma validade jurídica que os documentos em papel com assinaturas manuscritas.

Regra de decisão: Para avaliação da conformidade os valores obtidos nos resultados dos ensaios são comparados diretamente com os valores de especificação sem considerar a incerteza de medição.

DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE

Conforme ABNT NBR 10.004:2004 e em função das análises e ensaios efetuados na amostra do resíduo de SPUMA DE POLIURETANO (PU), recomendamos a classificação do mesmo como:

CLASSE IIA – Não Perigoso - Não Inerte.

A tabela a seguir mostra os códigos ABNTNBR 10004:2004 que qualificam o resíduo:

Código de Identificação	Descrição
A099	Outros resíduos não perigosos

A amostra não está em conformidade com os parâmetros: Fenóis, Ferro e Surfactantes.

DR. MARCELO C. LAZARINE
DIRETOR TÉCNICO
CRFSP: 62094 / CRQ: 04157706

CHAVE DE AUTENTICIDADE: ym1Ely7vwnwxhkqIG9Gy
Verifique a autenticidade deste laudo informando Laudo/OS

Conheça mais dos nossos serviços em www.cqa.com.br
Em caso de dúvidas acesse o suporte técnico: laudos@cqa.com.br

ML-0006-12

www.cqa.com.br

Av. Júlio Diniz, 27 • Jd. N. Sra Auxiliadora
Campinas/SP • CEP 13075-420
Fone/Fax: (19) 3241-1555

NORMA
BRASILEIRA

ABNT NBR
16235

Primeira edição
01.11.2013

Válida a partir de
01.12.2013

Dutos fabricados em painéis pré-isolados

Ductwork made from insulation ductboards

ICS 91.140.30

ISBN 978-85-07-04579-3



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TÉCNICAS

Número de referência
ABNT NBR 16235:2013
12 páginas

© ABNT 2013

© ABNT 2013

Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou utilizada por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito da ABNT.

ABNT

Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar

20031-901 - Rio de Janeiro - RJ

Tel.: + 55 21 3974-2300

Fax: + 55 21 3974-2346

abnt@abnt.org.br

www.abnt.org.br

Sumário

Página

Prefácio	iv
1 Escopo	1
2 Referências normativas	1
3 Termos e definições	1
4 Símbolos e abreviaturas	2
5 Requisitos	2
5.1 Erosão e emissão de partículas	2
5.2 Resistência a pressão (sem reforços)	3
5.3 Classe de pressão e vazamento em dutos	3
5.4 Deformação	3
5.5 Suportes	3
5.6 Higienização	3
5.7 Requisitos para painéis de dutos	3
5.7.1 Saúde e segurança	3
5.7.2 Crescimento microbacteriano	4
5.7.3 Rigidez do painel	4
5.7.4 Resistência a vapor de água	4
5.7.5 Tolerâncias dimensionais	4
5.7.6 Absorção acústica	4
5.7.7 Propriedades térmicas	5
5.7.8 Prevenção de incêndio	5
6 Restrições de aplicação	5
7 Condições de ensaio	6
8 Métodos de ensaio	6
8.1 Rigidez do painel	6
8.1.1 Geral	6
8.1.2 Amostra de tamanho total sob peso próprio	7
8.1.3 Amostra com pré-carga	7
8.2 Determinação da emissão de partículas	9
8.2.1 Geral	9
8.2.2 Contagem de Partículas	10
8.2.3 Resultados	10
8.3 Ensaio de pressão	11
8.4 Crescimento microbacteriano	12
9 Marcação, rotulagem e embalagem	12
Figuras	
Figura 1 – Momento de inércia	7
Figura 2 – Amostra de tamanho total sob carga própria	7
Figura 3 – Amostra com pré-carga	8
Figura 4 – Construção padronizada para ensaio de emissão de partículas	9
Figura 5 – Construção padronizada para ensaio de pressão	11

Tabelas

Tabela 1 – Símbolos e abreviaturas	2
Tabela 2 – Classificação para a rigidez do painel	4
Tabela 3 – Absorção acústica ponderada α_w (conforme EN ISO 11654:1997, Tabela B.1)	5
Tabela 4 – Valores esperados para EI_u	8
Tabela 5 – Faixa de contador laser óptico.....	10

Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Foro Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

Os Documentos Técnicos ABNT são elaborados conforme as regras da Diretiva ABNT, Parte 2.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) chama atenção para a possibilidade de que alguns dos elementos deste documento podem ser objeto de direito de patente. A ABNT não deve ser considerada responsável pela identificação de quaisquer direitos de patentes.

A ABNT NBR 16235 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Refrigeração, Ar condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABNT/CB-55), pela Comissão de Estudo de Sistemas Centrais de Condicionamento de Ar e Ventilação (CE-55:002.03). O Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 07, de 23.07.2013 a 20.09.2013, com o número de Projeto 55:002.03-003.

O Escopo desta Norma Brasileira em inglês é o seguinte:

Scope

This Brazilian Standard contains basic requirements and features for products manufactured in pre-insulated panels, and used in ventilation systems, exhaust and air conditioning of buildings.

Dutos fabricados em painéis pré-isolados

1 Escopo

Esta Norma Brasileira contém os requisitos básicos e as características para dutos fabricados em painéis pré-isolados, e utilizados em sistemas de ventilação, exaustão e ar condicionado de edificações.

2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

ABNT NBR 13971, *Sistemas de refrigeração, condicionamento de ar e ventilação – Manutenção programada*

ABNT NBR 14679, *Sistemas de condicionamento de ar e ventilação – Execução de serviços de higienização*

ABNT NBR 15848, *Sistemas de ar condicionado e ventilação – Procedimentos e requisitos relativos às atividades de construção, reformas, operação e manutenção das instalações que afetam a qualidade do ar interior (QAI)*

ABNT NBR 16401-1, *Instalações de ar-condicionado – Sistemas centrais e unitários – Parte 1: Projetos das instalações*

ASTM C 518, *Standard Test Method for Steady-State Thermal Transmission Properties by Means of the Heat Flow Meter Apparatus*

ASTM C 177 10, *Standard Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded-Hot-Plate Apparatus*

EN-12086, *Thermal insulating products for building applications – Determination of water vapour transmission properties*

EN ISO 11654, *Acoustics – Sound absorbers for use in buildings –Rating of sound absorption*

ISO 354, *Acoustics – Measurement of sound absorption in a reverberation room*

3 Termos e definições

Para os efeitos deste documento, aplica-se o seguinte termo e definição

3.1

painel para duto

painel ou placa rígida composto com corpo de material isolante, com ambas as faces revestidas e o revestimento externo com barreira de vapor, para fabricação de dutos de distribuição de ar

4 Símbolos e abreviaturas

Os símbolos e abreviaturas são dados na Tabela 1.

Tabela 1 – Símbolos e abreviaturas

Símbolo	Descrição	Unidade
LM	Lã mineral	—
EF	Espuma fenólica	—
PIR	Poli-isocianurato	—
PUR	Poliuretano e poli-isocianurato	—
e	Espessura	mm
f_{\max}	Fator de vazamento	$l/(s.m^2)$
E	Módulo de Young	N/mm^2
I	Momento de inércia	mm^4
I_u	Momento de inércia com 1 mm de largura	mm^4
EI	Rigidez à flexão	$N.mm^2$
E_{iu}	Rigidez à flexão para 1 mm de largura	$N.mm^2$
P_s	Pressão	Pa
R	Resistência térmica	$(m^2 K)/W$
Zv	Resistência a vapor de água	$m^2.h.Pa/mg$
ρ	Massa específica	kg/m^3
α	Absorção acústica	—
f	Frequência	Hz
λ	Condutividade térmica	$W/(m.K)$

5 Requisitos

5.1 Erosão e emissão de partículas

Quando ensaiado em conformidade com a 8.2, a 2,5 vezes a velocidade do ar máxima recomendada pelo fabricante do painel para duto, o material da superfície interna do duto não pode romper, descamar ou evidenciar delaminação ou erosão.

A emissão de partículas deve ser inferior a $60 \mu g/m^3$ para partículas maiores que $0,5 \mu m$, e não pode ser superior a $4 \mu g/m^3$ para partículas maiores que $5,0 \mu m$.

5.2 Resistência a pressão (sem reforços)

Quando ensaiados em conformidade com, dutos de ar com junções, fabricados e montados de acordo com as instruções do fabricante, devem suportar, sem ruptura, uma pressão de ar positiva de 2,5 vezes a máxima indicada pelo fabricante, mas não inferior a 200 Pa. Neste ensaio, é considerada ruptura quando há quebras, rasgos ou outras aberturas superiores a 4 mm.

NOTA A deformação plástica não é considerada ruptura

Qualquer material de junção deve permanecer intacto. Materiais, como fitas, não podem se deslocar mais do que 4 mm no total de ambas as bordas a partir da sua posição inicial. Não pode haver prova de outro dano, pois causaria a inutilização da amostra.

5.3 Classe de pressão e vazamento em dutos

A taxa de vazamento de ar deve ser calculada conforme a classe de pressão e a classe máxima de vazamento de acordo com a ABNT NBR 16401-1:2008, 10.4.1 a 10.4.2.

5.4 Deformação

As laterais do duto não podem estufar ou contrair por mais do que 3 % da lateral, não podendo ultrapassar 30 mm.

5.5 Suportes

Os suportes das redes de dutos devem seguir as orientações do fabricante.

5.6 Higienização

O processo de higienização deve obedecer as ABNT NBR 13971, ABNT NBR 14679 e ABNT NBR 15848.

Sistemas de limpeza diferentes podem ser usados, como sucção de contato, ar comprimido ou escovação em combinação com ar comprimido.

Quando é utilizado o método com escovas, estas devem ser não metálicas (náilon, acrílico etc.).

O painel para duto deve resistir às operações de limpeza com uma vida útil de 20 anos, considerando uma limpeza por ano. Quando ensaiado em conformidade com 8.2, após 20 simulações de limpeza, o material da superfície interior do duto não pode quebrar, descamar ou evidenciar delaminação ou erosão. A emissão de partículas deve ser inferior a $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, para partículas maiores que $0,5 \mu\text{m}$, e não pode ser superior a $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, para partículas maiores que $5,0 \mu\text{m}$.

5.7 Requisitos para painéis de dutos

5.7.1 Saúde e segurança

Os materiais isolantes utilizados nos painéis para dutos não podem constar em listas de restrições em documentos legais vigentes. Produtos LM abrangidos por esta Norma devem ser classificados como não cancerígenos e não podem constar em listas de restrições em documentos legais vigentes.

5.7.2 Crescimento microbacteriano

Os materiais usados não podem facilitar ou servir de nutrientes para o crescimento microbacteriano seguindo o método de ensaio de 8.4. Todos os tipos de materiais utilizados, como painéis para dutos com isolamento, devem suportar os requisitos de ensaio especificados em 8.4, após o primeiro ser exposto a 20 simulações de limpeza.

5.7.3 Rigidez do painel

A rigidez mínima para diferentes classes, como especificado na Tabela 2, deve ser determinada de acordo com o método de ensaio especificado em 8.1. As classes se referem a uma largura de 1 mm.

Tabela 2 – Classificação para a rigidez do painel

Classe de rigidez	Rigidez à flexão ($E.I$) N mm ²
R1	≥ 55.000
R2	≥ 90.000
R3	≥ 160.000
R4	≥ 200.000
R5	≥ 300.000

5.7.4 Resistência a vapor de água

A resistência a vapor de água da superfície externa do duto não pode ser inferior a 140 m².h.Pa/ mg, para evitar a condensação no interior do duto. A resistência a vapor de água será determinada de acordo com a EN 12086.

5.7.5 Tolerâncias dimensionais

As tolerâncias de comprimento e largura dos painéis para dutos não podem exceder a:

- a) comprimento: ± 2 %;
- b) largura: ± 1,5 %.

Os desvios superior e inferior da espessura do painel para dutos, quando ensaiados de acordo com EN 823, sob uma carga de 50 Pa, não podem exceder + 2,0 mm e – 1,5 mm.

5.7.6 Absorção acústica

O ensaio de absorção acústica deve ser efetuado de acordo com a ISO 354, e os resultados devem ser apresentados mencionando o Coeficiente de absorção sonora α_s para cada faixa de frequência de terço de oitavo, sendo o coeficiente ponderado de absorção sonora α_w apresentado separadamente.

A absorção acústica α_w deve ser classificada de acordo com a EN ISO 11654:1997, conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Absorção acústica ponderada α_w
(conforme EN ISO 11654:1997, Tabela B.1)

Classe	Absorção acústica α_w
A	0,9; 0,95; 1,00
B	0,80; 0,85
C	0,60; 0,65; 0,70; 0,75
D	0,30; 0,35; 0,40; 0,45; 0,50; 0,55
E	0,25; 0,20; 0,15
Sem classificação	0,10; 0,05; 0,00

5.7.7 Propriedades térmicas

A resistência térmica (R) e a condutividade térmica (λ) devem-se basear em medições efetuadas em conformidade com a ASTM C177 ou a ASTM C518, sendo ensaiadas na temperatura de 24 °C.

5.7.8 Prevenção de incêndio

O comportamento ao fogo dos materiais empregados na fabricação de dutos pré-isolados, selagem e vedação deve estar de acordo com a ABNT NBR 16401-1.

6 Restrições de aplicação

Os fabricantes de dutos feitos de painéis isolantes devem recomendar métodos de limpeza que sejam compatíveis com o cumprimento dos requisitos apresentados em 4.6.

6.1 Dutos fabricados em painéis pré-isolados não podem ser utilizados para as seguintes aplicações:

- transporte de partículas sólidas ou gases corrosivos;
- uso ao ar livre, sem proteção adicional;
- enterrados abaixo do solo sem proteção adicional;
- extração de fumos de cozinhas, laboratórios etc.;
- quando a velocidade do ar no duto for maior do que a determinada de acordo com o ensaio descrito em 8.2;
- onde a pressão do ar interno é maior do que a determinada de acordo com o ensaio descrito em 8.3;
- com a temperatura mínima do ar inferior a - 30 °C;
- sob condições extremas de temperatura, onde medidas devem ser tomadas para evitar condensação externa ou interna;
- em níveis de umidade relativa maiores do que os especificados pelo fabricante do painel para dutos.

6.2 Em dutos LM as seguintes restrições também se aplicam:

- a) dutos de ar verticais superiores a 3 m, devem ser sem suporte adicional. O suporte deve estar de acordo com a recomendação do fabricante;
- b) temperatura máxima do ar dentro do duto em operação contínua não pode exceder 120 °C.

Para PIR, PUR e PF, a temperatura máxima do ar dentro do duto não pode ultrapassar 80 °C.

7 Condições de ensaio

Antes de submeter o duto ao ensaio, o fabricante deve especificar os seguintes: (se aplicáveis):

- a) velocidade do ar máxima recomendada;
- b) a pressão positiva máxima recomendada;
- c) classe de estanqueidade;
- d) a perda de pressão;
- e) classe de rigidez do painel;
- f) classe de absorção de água;
- g) classe de absorção acústica;
- h) condutividade térmica e/ou resistência térmica.

8 Métodos de ensaio

8.1 Rigidez do painel

8.1.1 Geral

A rigidez de um painel de espessura e é definida como a rigidez à flexão, que é o produto entre o módulo de Young de elasticidade E e do momento de inércia I , calculado em relação à largura a no eixo central do painel (ver Figura 1).

O momento de inércia é dado pela equação:

$$I = \frac{a \cdot e^3}{12}$$

Neste caso, é refere-se a uma unidade de largura de 1 mm ($a = 1$), portanto:

$$I_u = \frac{e^3}{12}$$

A rigidez à flexão será determinada por um dos métodos especificados em 8.1.2 ou 8.1.3.

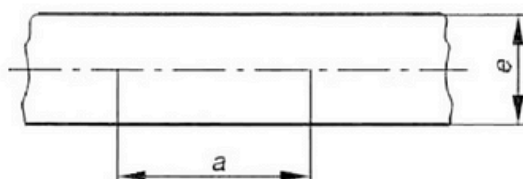


Figura 1 – Momento de inércia

8.1.2 Amostra de tamanho total sob peso próprio

Uma amostra retirada da linha de produção deve ser colocada sobre uma superfície horizontal deixando um comprimento de 1,0 m não apoiado para defletir sob seu peso próprio, conforme mostrado na Figura 2. A deflexão é medida, e a rigidez à flexão é estabelecida utilizando a equação:

$$E.I_u = \frac{\rho \cdot v^4}{8 \cdot d}$$

onde

ρ é o peso de material por unidade de comprimento, em Newton por milímetro (N/mm);

v é o comprimento não apoiado igual, a 1 000 mm;

d é a deflexão em milímetros (mm).

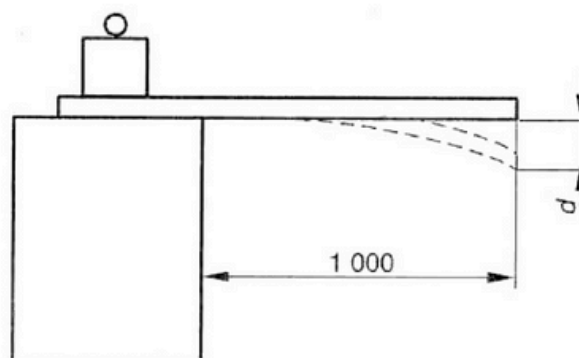


Figura 2 – Amostra de tamanho total sob carga própria

Um valor médio será obtido a partir de duas medições, a segunda medição a ser tomada com o painel de duto virado de cabeça para baixo.

8.1.3 Amostra com pré-carga

Este é o método preferido, no caso de placas rígidas, que não são totalmente planas ou apresentam efeitos de histerese. A amostra com dimensões na faixa de 1200 mm x 200 mm deve ser colocada sobre uma superfície horizontal, deixando um comprimento de 750 mm em balanço, como mostrado na Figura 3.

Em um ponto a 700 mm da superfície de apoio, um peso W deve ser colocado de forma lenta e removido por várias vezes, até que as distâncias para um plano de referência, com o peso, d_1 e sem o peso, d_2 sejam constantes. A deflexão d será calculada com a diferença entre d_1 e d_2 .

O peso W é escolhido para resultar numa deflexão d na faixa de 10 a 20 mm. Para orientação do valor esperado da função EI_U o resultado de W é dado na Tabela 4.

Tabela 4 – Valores esperados para EI_U

Esperado EI_U (Nmm ²)	W (N)
55000	1,1
90000	1,8
160000	3,2
200000	4
300000	6

NOTA Tamanho da amostra: 1200 mm × 200 mm × espessura.

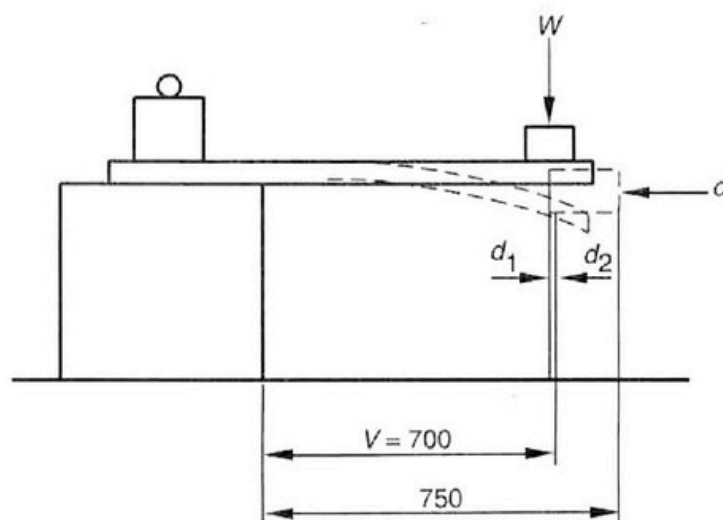


Figura 3 – Amostra com pré-carga

EI_U deve ser calculada utilizando a seguinte equação:

$$EI_U = \frac{W/A \cdot V^3}{3 \cdot d}$$

onde

EI_U é a rigidez de um milímetro de largura, expressa em newtons por milímetro quadrado (N/mm²);

W é o peso aplicado, expresso em newtons (N);

A é a largura da amostra e igual a 200 mm;

d é a deflexão sob carga, expressa em milímetros (mm);

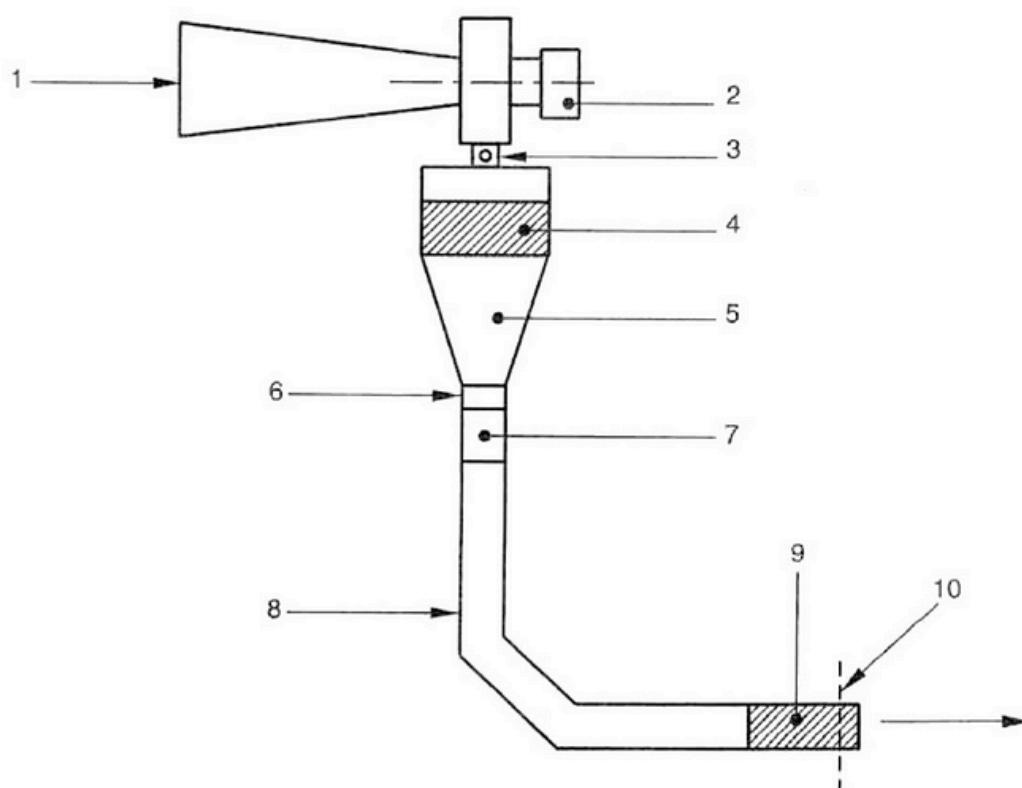
V é a distância entre a superfície de apoio e o ponto onde a carga é aplicada, igual a 700 mm.

8.2 Determinação da emissão de partículas

8.2.1 Geral

O ar passa através de seções retangulares padronizadas, a uma velocidade de duas vezes e meia a velocidade do ar máxima recomendada pelo fabricante, mas a velocidade mais baixa do ensaio não pode ser inferior a 12 m/s. A amostra, ou amostras selecionadas, devem ser montadas em forma de L como mostra a Figura 4. A curva de 90 ° deve ser feita com um cotovelo, como utilizado em instalações normais. Todo o conjunto deve ter seções transversais semelhantes.

A conexão com a saída do ventilador deve fornecer uma entrada de ar uniforme para a amostra de ensaio por meio de uma peça de transformação de qualquer material aceitável. Os dutos de ar, seções, conexões e articulações, montados de acordo com as instruções do fabricante, devem suportar o ensaio sem ruptura.



Legenda

- 1 caixa de aspiração
- 2 ventilador
- 3 válvula de controle
- 4 filtro absoluto
- 5 plenum de insuflamento
- 6 conexão flexível
- 7 duto de conexão
- 8 duto a ser ensaiado, comprimento ≥ 4 m
- 9 duto de medição, comprimento ≥ 2 m
- 10 seção de medição

Figura 4 – Construção padronizada para ensaio de emissão de partículas

A velocidade do ar deve ser medida por um tubo de Pitot, ou anemômetro de leitura direta, posicionado no centro da saída final da montagem. O ventilador deve movimentar o ar necessário de um ambiente com a temperatura entre 15 °C e 38 °C.

Para regular e controlar a velocidade do ar, o ventilador pode ser controlado por um motor de velocidade variável ou uma válvula de controle localizado entre o ventilador e a entrada do conjunto de ensaio. A seção interna a ser utilizada é de 300 mm x 300 mm.

8.2.2 Contagem de Partículas

A contagem das partículas deve ser feita com um contador de *laser óptico* com um intervalo entre 0,2 µm e 5,0 µm, com seis diferentes grupos (canais), como indicados na Tabela 5.

Tabela 5 – Faixa de contador laser óptico

Canal	Faixa
1	0,2 – 0,3 µm
2	0,3 – 0,5 µm
3	0,5 – 1,0 µm
4	1,0 – 2,0 µm
5	2,0 – 5,0 µm
6	> 5,0 µm

O fluxo extraído deve estar entre 25 L/min. e 30 L/min. (usualmente 28 L/min.), e o tempo de extração pode ser programado de acordo com a necessidade.

8.2.3 Resultados

O ensaio de erosão deve durar 5 h, depois de uma purga de 1 h, a uma velocidade de 12 m/s, a uma velocidade de duas vezes e meia a velocidade de ar máxima recomendada pelo fabricante. Observe que a velocidade mais baixa do ensaio não pode ser inferior a 12 m/s.

Entre os dois períodos do ensaio, este é interrompido durante 15 min.

A concentração média das partículas é calculada a partir do volume de ar extraída e a medição da massa das partículas, utilizando a seguinte equação:

$$C = \frac{M}{Q_v \cdot t}$$

onde

C concentração de partículas, expressa em micrograma por metro cúbico (µg/m³);

M massa das partículas, em expressa micrograma (µg);

t tempo de extração expresso em segundos (s);

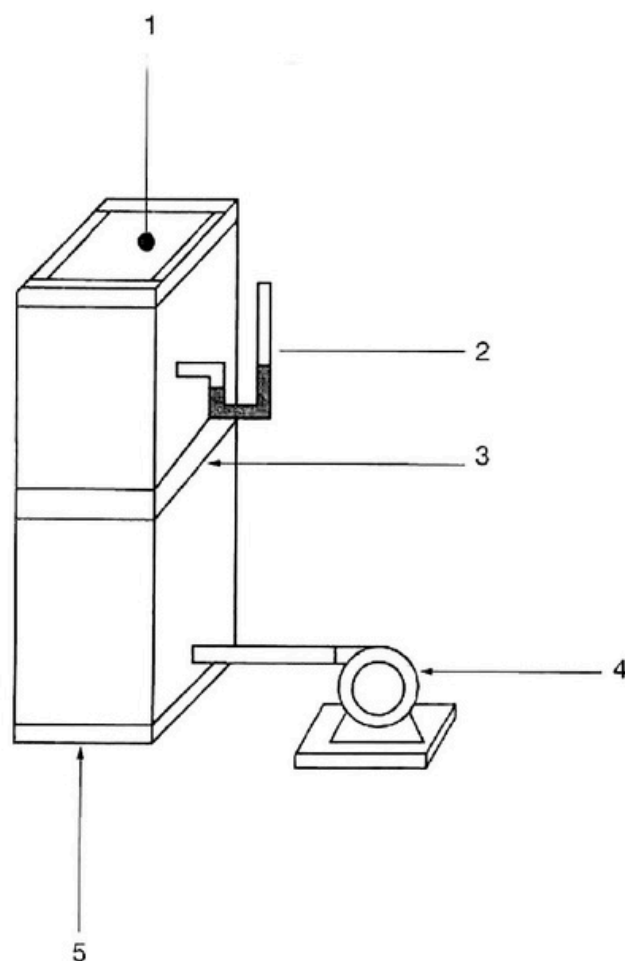
Q_v taxa de fluxo de extração expressa em metro cúbico por segundo (m³/s).

A concentração máxima das partículas a ser atingida não deve ser superior a 60 µg/m³ para partículas maiores do que 0,5 µm, e não mais de 4,0 µg/m³, para partículas maiores que 5,0 µm.

O material da superfície interna do duto não pode romper, descamar ou mostrar sinais de delaminação ou erosão.

8.3 Ensaio de pressão

O ensaio de pressão determina a aptidão para a finalidade de montagem do painel para dutos. Um duto de ar e conexões deve ser preparado de acordo com a Figura 5. Cada extremidade da amostra a ser ensaiada deve ser selada hermeticamente, e sem vazamentos, com o uso do mesmo material ensaiado e seguindo as recomendações do fabricante.



Legenda

- 1 seção selada (topo)
- 2 manômetro
- 3 junção/conexão
- 4 ventilador
- 5 seção selada (fundo)

Figura 5 – Construção padronizada para ensaio de pressão

Duas seções padronizadas de dutos retangulares devem ser construídas com o comprimento igual à largura nominal do painel para duto e montadas com uma união periférica. A seção interna a ser utilizada é de 300 mm x 300 mm.

A união deve ser feita seguindo as instruções do fabricante, assegurando que quaisquer adesivos ou massa de vedação sejam deixados para curar durante um período de pelo menos 24 h. As amostras usadas na construção não podem ser expostas a umidade relativa superior a 70 % durante o período de 24 h antes do ensaio.

A tomada de pressão é constituída por um tubo, fixado e selado em uma seção da amostra a ser ensaiada e ligado a um manômetro com uma resolução de 10 Pa ou menos. O manômetro deve ser verificado para a leitura zero no início e no final de cada ensaio.

Um tubo de insuflamento de ar deve ser selado dentro da mesma seção ou na outra parte da amostra e ligado a uma fonte capaz de manter a pressão de ar especificada no ensaio.

A pressão nominal indicada pelo fabricante deve ser progressivamente alcançada em não menos de 45 s e não mais de 60 s do início da aplicação da pressão de ensaio. Esta pressão deve ser mantida durante 1 min. e, depois, aumentada para 2,5 vezes a pressão nominal do fabricante, em não menos do que 45 s e não mais do que 60 s. A pressão do ar no conjunto de ensaio deve ser mantida no valor designado por um período de 1 h. Os dutos de ar e seções de conexão, montados em conformidade com as instruções do fabricante, devem resistir a esta pressão de ensaio sem ruptura.

8.4 Crescimento microbacteriano

Materiais para dutos de ar e conectores, incluindo todas as fitas, tecidos, cimentos, massas ou outros materiais a serem utilizados na instalação, não deve ser nutriente ou residência para fungos (micélios, mofo e bolor). Estes critérios são válidos antes e depois de 20 simulações de limpeza ter sido realizado. Três amostras representativas de áreas da parede típicas dos dutos de ar montados ou conectores devem ser preparados, cada amostra é um quadrado de 100 mm x 100 mm incluindo qualquer material de união, utilizados na instalação de duto.

Fungos devem ser aplicados nas amostras e, em seguida, eles são colocados em uma sala escura e fechados com uma atmosfera saturada de vapor de água e uma temperatura estável de 21 °C.

As amostras devem permanecer nesta atmosfera até que a extensão do crescimento tenha sido demonstrada ou até que os fungos se desintegrem, mas nunca inferior a 60 dias.

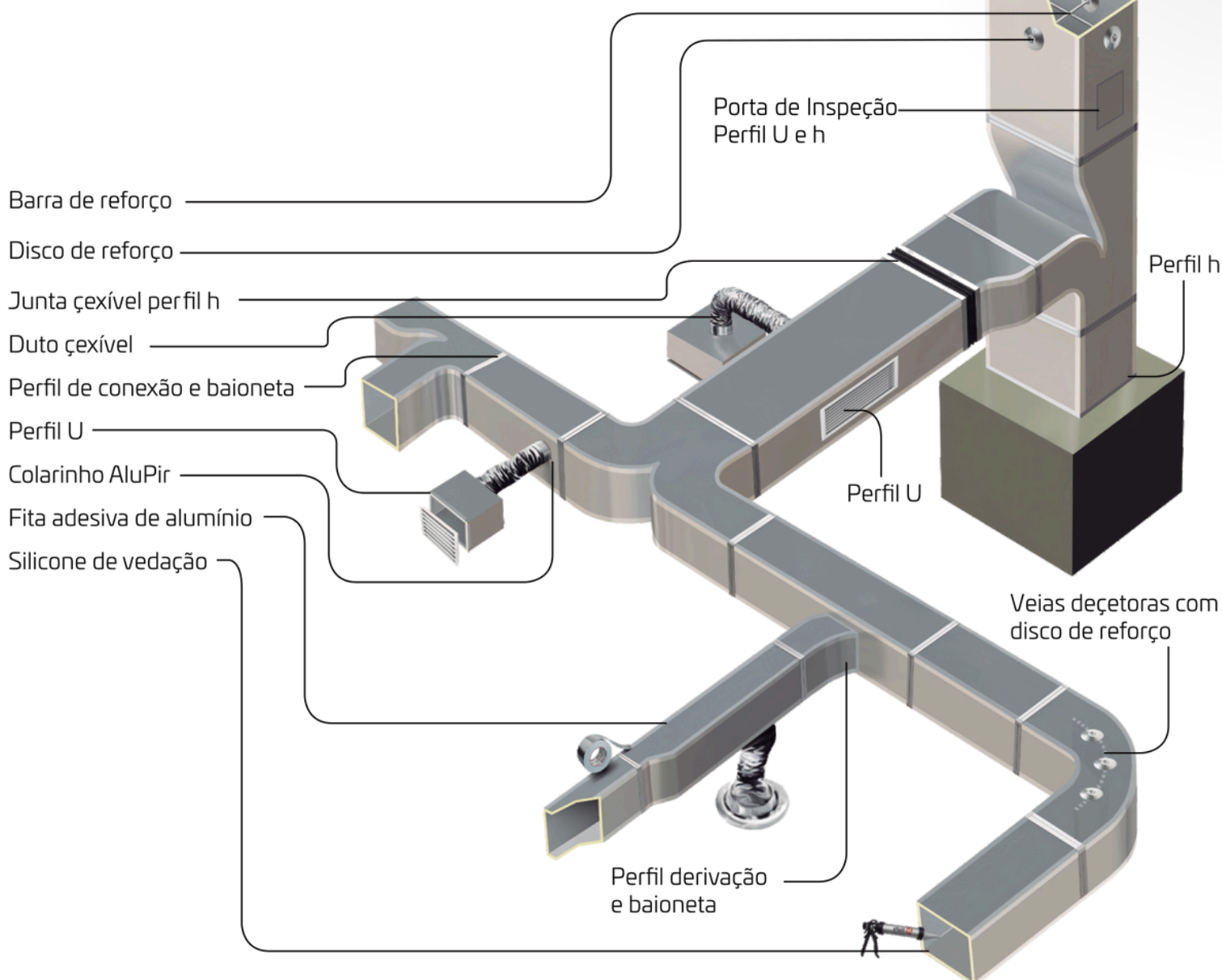
As amostras devem ser examinadas visualmente para avaliar a extensão de crescimento de fungos e por qualquer indicação de deterioração na estrutura da parede. Os fungos não devem se espalhar para além da área de inoculação, e nenhum crescimento significativo de fungos deve ser observado.

9 Marcação, rotulagem e embalagem

Os produtos que satisfaçam os requisitos estabelecidos nesta Norma devem ser claramente marcados, seja no produto seja uma etiqueta com as seguintes informações:

- a) nome ou marca de identificação do fabricante;
- b) identidade do produto (nome comercial);
- c) ano de fabricação (os dois últimos dígitos);
- d) lote, turno ou horário de fabricação;
- e) dimensões e número de peças no pacote.

Paiel pré-isolado. Uma nova maneira de fabricar dutos.



SOBRE ESTE DOCUMENTO

Este material apresenta um comparativo técnico objetivo entre o sistema de dutos **ALUPIR** e os dutos metálicos convencionais.

Reúne dados de desempenho, normas aplicáveis e análises de segurança, térmica, estrutural e operacional, permitindo uma avaliação clara das vantagens de cada solução.

O propósito é oferecer aos projetistas, instaladores e construtoras uma visão confiável e fundamentada para suportar decisões de especificação com base em eficiência, segurança e desempenho real em obra.