

RODRIGO RATÃO

**CARACTERÍSTICAS DE FORROS TERMO-ACÚSTICOS EM LÃ DE
VIDRO E REDUÇÃO DE OCORRÊNCIAS EM RELAÇÃO À
QUALIDADE DO PRODUTO**

**São Paulo
2007**

RODRIGO RATÃO

**CARACTERÍSTICAS DE FORROS TERMO-ACÚSTICOS EM LÃ DE
VIDRO E A REDUÇÃO DE OCORRÊNCIAS EM RELAÇÃO À
QUALIDADE DO PRODUTO**

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para a obtenção do certificado em
Especialista em Engenharia da
Qualidade – MBA / USP.

**São Paulo
2007**

RODRIGO RATÃO

**CARACTERÍSTICAS DE FORROS TERMO-ACÚSTICOS EM LÃ DE
VIDRO E A REDUÇÃO DE OCORRÊNCIAS EM RELAÇÃO À
QUALIDADE DO PRODUTO**

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para a obtenção do certificado em
Especialista em Engenharia da
Qualidade – MBA / USP.

Orientador:
Prof. Dr. Adherbal Caminada Netto.

**São Paulo
2007**

DEDICATÓRIA

Aos meus pais e amigos, que jamais deixaram de me incentivar, por menor que fosse a contribuição, em todos os aspectos da vida, seja para o crescimento profissional ou pessoal.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Adherbal Caminada Netto, pela orientação e estímulo transmitido durante o curso de Engenharia da Qualidade e no apoio em me auxiliar na formatação do conteúdo deste trabalho.

Aos meus amigos e familiares, pelo auxílio e colaboração

"Ele (Deus) é o dono de tudo. Devo a Ele a oportunidade que tive de chegar onde cheguei. Muitas pessoas têm essa capacidade, mas não têm a oportunidade. Ele a deu pra mim, não sei porque. Só sei que não posso desperdiçá-la."

"Quando você não está feliz, é preciso ser forte para mudar, resistir à tentação do retorno. O fraco não vai a lugar algum."

Ayrton Senna

RESUMO

O que se desejou nesta monografia, foi verificar se o emprego de adesivo a base de borracha, para a fixação do revestimento de filme de PVC, em forros de lã de vidro, estava relacionado com as causas de descolamento da película de revestimento.

Para a análise e melhorias do processo de industrialização, foram utilizadas algumas ferramentas da qualidade, tais como: Brainstorming, Diagrama de Causa e Efeito, QFD – Desdobramento da Função Qualidade QFD.

Pretendeu-se demonstrar, além da melhoria no processo de industrialização, os benefícios relacionados com o conforto dos usuários, obtidos com a aplicação de forros termo-acústicos em lã de vidro e as novas oportunidades de mercado obtidas após compreender a voz do cliente.

Palavras-chave: Isolação. Térmica. Acústica. Forros. Lã de vidro. Adesivo.

ABSTRACT

The objective this monograph was to verify whether the use of adhesive hot melt for fixing PVC films in face glass wool, was related with the causes of PVC ungluing. For the analysis and improvements of the industrialization process, some quality tools have been used such as: Brainstorming, Diagram of Cause and Effect, Quality Function Deployment (QFD). The intention was to demonstrate, in additive to the improvement in the process of industrialization, the benefits related with the comfort of the users, with the application of thermal and acoustic ceilings in glass wool and the new opportunities of market after understanding the customer choices.

Key-words: Insulation. Thermal. Acoustics. Ceilings. Glass wool. Adhesive.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Corrente de convecção em água | 13 |
| Figura 2 – Fluxo de material devido a uma diferença de pressão | 13 |
| Figura 3 – Transferência de calor por condução | 14 |
| Figura 4 – Objeto com isolante térmico | 15 |
| Figura 5 – Medida da condutividade térmica | 16 |
| Figura 6 – Propagação do som em uma parede | 21 |
| Figura 7 – Propagação fogo em uma sala..... | 28 |
| Figura 8 – Forno de fusão | 35 |
| Figura 9 – Fabricação lã de vidro | 36 |
| Figura 10 – Fibragem lã de vidro | 36 |
| Figura 11 – Resumo Processo de Fabricação | 37 |
| Figura 12 – Forros em lã de vidro..... | 38 |
| Figura 13 – Catálogo Linha Forrovid Isover..... | 39 |
| Figura 14 – Catálogo Linha Forrovid Isover..... | 40 |
| Figura 15 – Instalação Forro | 42 |
| Figura 16 – Estufa e ensaio de adesão do revestimento | 44 |
| Figura 17 – Diagrama de causa e efeito..... | 62 |
| Figura 18 – Casa da qualidade | 67 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1 – Tempos ótimos de reverberação | 25 |
| Gráfico 2 – Devoluções por ocorrências 2006 | 53 |
| Gráfico 3 – Devoluções x Produção 2006 | 57 |
| Gráfico 4 – Produto x Defeitos fabricação | 58 |
| Gráfico 5 – Forro Alfa 15mm x Defeito Ocorridos | 58 |
| Gráfico 6 – Devoluções: Defeito de Produção 2006 x 2007 | 68 |
| Gráfico 7 – Devoluções: Forro Alfa 15mm 2006 x 2007 (Bolhas e Descolamento do revestimento) | 69 |
| Gráfico 8 – Devoluções: Forro Alfa 15mm 2006 x 2007 (Tonalidade do revestimento) | 71 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Características lã de vidro | 18 |
| Tabela 2 – Características absorção acústica materiais em 500Hz | 25 |
| Tabela 3 – Características Composição química de vidros típicos..... | 34 |
| Tabela 4 – Composição do vidro | 34 |
| Tabela 5 – Adesão revestimento no painel em lã de vidro | 45 |
| Tabela 6 – Devolução x Médias Anuais de Temperatura °C | 54 |
| Tabela 7 – Temperatura máxima e mínima por Estado | 55 |
| Tabela 8 – Motivo devolução | 56 |
| Tabela 9 – Devolução por modelo de forro | 57 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| INTRODUÇÃO | 11 |
| 1 FUNDAMENTOS DE TRANSMISSÃO DE CALOR | 12 |
| 1.1 CONVECÇÃO | 12 |
| 1.2 CONDUÇÃO | 14 |
| 1.3 RADIAÇÃO | 15 |
| 1.4 CONDUTIVIDADE TÉRMICA | 15 |
| 1.5 RESISTÊNCIA TÉRMICA..... | 17 |
| 1.6 ISOLAÇÃO TÉRMICA FORROS | 19 |
| 1.6.1 Cálculo da resistência térmica global..... | 19 |
| 2 FUNDAMENTOS DE ACÚSTICA | 21 |
| 2.1 PROPAGAÇÃO DOS SONS | 21 |
| 2.2 CONCEITO SOBRE O COEFICIENTE DE ABSORÇÃO ACÚSTICA | 22 |
| 2.3 TEMPO DE REVERBERAÇÃO | 23 |
| 2.4 FÓRMULA DE SABINE | 24 |
| 2.5 CÁLCULO REDUÇÃO DE RUÍDO INTERNO | 24 |
| 3 SEGURANÇA AO FOGO | 27 |
| 3.1 SEGURANÇA AO FOGO: FORROS EM LÃ DE VIDRO | 27 |
| 4 SAÚDE E MEIO AMBIENTE | 29 |
| 5 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL ALFA ISOLANTES..... | 30 |
| 6 PROCESSO DE FABRICAÇÃO LÃ DE VIDRO | 32 |
| 6.1 MATÉRIAS-PRIMAS PRINCIPAIS VIDRO | 32 |
| 6.2 COMPOSIÇÃO DO VIDRO..... | 33 |
| 6.3 FUSÃO VIDRO | 35 |
| 6.4 FIBRAGEM | 36 |
| 6.5 APLICABILIDADE FORROS EM LÃ DE VIDRO | 37 |
| 6.6 INSTALAÇÃO FORROS EM LÃ DE VIDRO | 41 |
| 7 REVESTIMENTOS EM FORROS DE LÃ DE VIDRO | 43 |
| 7.1 FIXAÇÃO DO REVESTIMENTO | 44 |
| 7.1.1 Ensaio de colagem do revestimento..... | 44 |

| | |
|--|-----------|
| 8 SISTEMA DE QUALIDADE ALFA ISOLANTES | 46 |
| 8.1 DEFEITO DE FABRICAÇÃO | 46 |
| 8.2 CUSTOS DA QUALIDADE | 47 |
| 9.2.1 Custos de controle | 49 |
| 8.2.2 Custos de prevenção | 49 |
| 8.2.3 Custos de avaliação | 50 |
| 8.2.4 Custos de falhas internas | 51 |
| 8.2.5 Custos de falhas externas | 51 |
| 9 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA ESTUDADO | 53 |
| 9.1 DEVOLUÇÕES POR DEFEITO DE PRODUTO | 56 |
| 10 BRAINSTORMING | 59 |
| 11 DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO | 61 |
| 12 QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT – QFD | 63 |
| 12.1 A VOZ DO CLIENTE | 64 |
| 13 RESULTADOS E AÇÕES | 68 |
| 13.1 DESCOLAMENTO E BOLHAS NO REVESTIMENTO | 69 |
| 13.2 DIFERENÇA DE TONALIDADE | 70 |
| 13.3 CUSTOS DE INVESTIMENTOS | 71 |
| 13.4 FUTURAS MELHORIAS | 72 |
| BIBLIOGRAFIA BÁSICA | 73 |
| ANEXO A - DECRETO Nº 46.076 | 75 |
| ANEXO B – INSTRUÇÃO TÉCNICA DO CORPO DE | |
| BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO | 84 |

INTRODUÇÃO

FORROS TERMO-ACÚSTICOS EM LÃ DE VIDRO

Na construção civil, os materiais fibrosos são empregados destinados à isolação termo- acústica de ambientes, geralmente possuem um revestimento para prover estética, protegê-los contra danos mecânicos e contra a umidade, evitar desprendimento de fibras e melhorar o manuseio durante a montagem e instalação.

Para proporcionar aplicação estética ao forro, são utilizados alguns tipos de revestimentos, tais como tecido de vidro, filmes de PVC, papel kraft e outros tipos de tecidos sintéticos. O mais utilizado é o filme de PVC, por fatores técnicos e econômicos.

A adesão do revestimento de PVC ao forro de lã de vidro é realizada através de processo de colagem a frio ou à quente.

O objetivo dessa monografia é apresentar as características de forros termo-acústicos em lã de vidro e a redução de ocorrências de qualidade relacionadas a defeitos de fabricação, fatores relacionados ao processo de fabricação, segurança e meio ambiente, destinação dos rejeitos, além de fundamentos de isolação térmica e absorção acústica e verificação da viabilidade de novos produtos.

O desenvolvimento deste trabalho foi realizado com o apoio do fabricante de forros em lã de vidro, Alfa Isolantes (nome fictício).

1 FUNDAMENTOS DE TRANSMISSÃO DE CALOR

O calor é uma forma transiente de energia, isto é, só aparece quando há migração da energia de um ponto para outro.

“Portanto, quando lidamos com o calor, dizemos que ele se dissipa, se degrada ou flui, isto é, há traslado da energia ou escoamento da mesma de um local para outro num tempo finito dado” (SILVA, 1997, p. 193).

Há três maneiras para que se proceda essa transferência do calor:

- Convecção
- Condução
- Radiação.

Esses meios de transmissão do calor podem apresentar-se, individualmente, combinados dois a dois ou os três simultaneamente.

1.1 CONVECÇÃO

A convecção é restrita aos fluidos em geral, sejam os gases ou os líquidos.

Ela aparece quando o fluido tem uma região aquecida ou fica em contato direto com um sólido quente (WYLEN, SONNTAG, 1976).

Por razões de diferença de temperatura, a qual gera diferença de densidade no seio do fluido aquecido, há geração de forças localizadas que automaticamente pressionam a região aquecida, menos densa, para cima substituindo-a por uma massa mais fria e mais densa.

A continuidade do fenômeno gera as chamadas correntes de convecção com o conseqüente aparecimento da transferência de massas da substância em questão.

Exemplo de convecção:

Um bom exemplo de convecção é o aquecimento de uma panela de água, em um determinado instante, a água começa a fazer bolhas - estas bolhas são de fato regiões locais de água quente subindo para a superfície, levando calor da parte quente para a parte mais fria no topo, por convecção. Ao mesmo tempo, a água

mais fria, mais densa, do topo afundará, e será subsequentemente aquecida. Estas correntes de convecção são ilustradas na figura 01 abaixo.

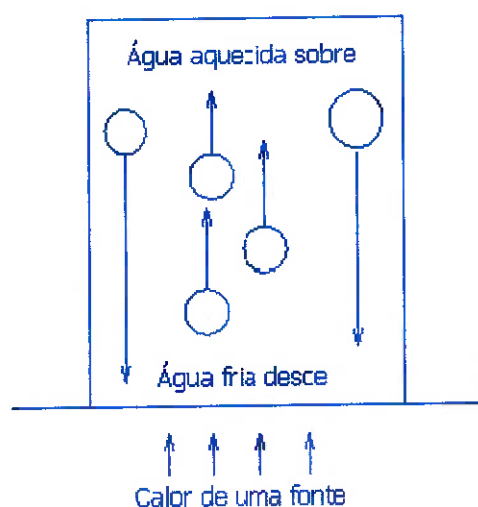


Figura 1 - Corrente de convecção em água fervendo

Considere duas regiões separadas por uma barreira, uma a temperatura maior do que a outra, e suponha que a barreira seja removida em um determinado instante. As correntes de convecção são ilustradas na figura 02 abaixo.

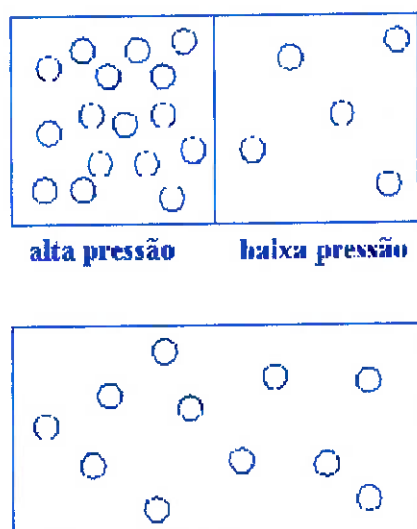


Figura 2 - Fluxo de material devido a uma diferença de pressão

Quando a barreira é removida, o material na região de alta pressão (alta densidade) fluirá para a região de baixa pressão (baixa densidade).

Considerando-se que a região de baixa pressão é criada por uma fonte aquecedora, vemos que o movimento do material é equivalente à transferência de calor por convecção.

1.2 CONDUÇÃO

O fluxo de calor por condução ocorre via as colisões entre átomos e moléculas de uma substância e a subsequente transferência de energia cinética (WYLEN, SONNTAG, 1976).

“É o modo mais comum de transferência de calor: a energia é transferida de molécula à molécula, por difusão de energia potencial, espalhando-se tridimensionalmente” (SILVA, 1997, p. 194).

Vamos considerar duas substâncias a diferentes temperaturas separadas por uma barreira que é removida subitamente, como mostra a figura 03 abaixo.

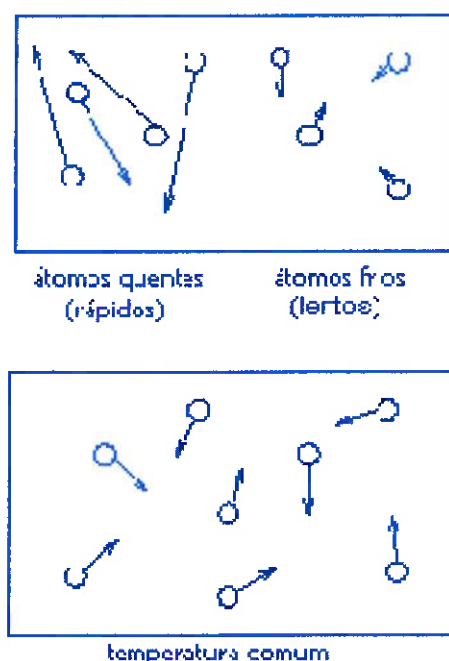


Figura 3 - Transferência de calor por condução

Quando a barreira é removida, os átomos "quentes" colidem com os átomos "frios". Em tais colisões os átomos rápidos perdem alguma velocidade e os mais lentos ganham velocidade. Logo, os mais rápidos transferem alguma de sua energia para os mais lentos.

A transferência de energia do lado quente para o lado frio é chamada de fluxo de calor por condução.

1.3 RADIAÇÃO

A terceira forma de transferência de calor é por radiação, que frequentemente chamamos de luz, visível ou não. Esta é a maneira, por exemplo, do Sol transferir energia para a terra através do espaço vazio. Tal transferência não pode ocorrer por convecção ou condução, ambas as quais implicam em um movimento de material através do espaço de um lugar para outro (FROTA, SCHIFFER, 1.988).

“É uma forma eletromagnética do calor, a qual se transfere até no vácuo” (SILVA, 1997, p. 194).

O caso mais típico é o da luz solar que atravessa o espaço interestelar, pode ser detectado como luz ou como ondas de calor infravermelho, sendo uma onda, carrega energia, e pode mover-se de um lugar para outro sem a necessidade de um meio material (SILVA, 1997).

1.4 CONDUTIVIDADE TÉRMICA

Materiais diferentes transferem calor por condução com diferentes intensidades. Esta é uma medida da condutividade térmica.

Se envolvermos um objeto a uma temperatura T_2 com uma camada de um material, de modo a isolá-lo do ambiente externo a uma temperatura T_1 , então a condutividade térmica do material isolante determina a rapidez com que o calor fluirá através dele, figura 04.

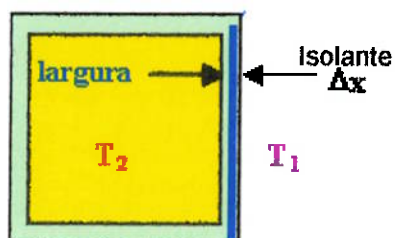


Figura 4 - Objeto com isolante térmico

A condutividade térmica k é definida através da eq.(1).

$$\Delta Q/\Delta t = -k A \Delta T/\Delta x \quad (1)$$

$\Delta Q/\Delta t$ é a taxa com que o calor flui através da área A , em Joules por segundo, ou Watts.

$\Delta T/\Delta x$ é a mudança de temperatura por unidade de distância Δx em graus Kelvin, ou Celsius, por metro.

A condutividade térmica (k) é uma propriedade do material.

Suponha que coloquemos um material entre dois reservatórios a diferentes temperaturas, como mostra a figura 05 abaixo.

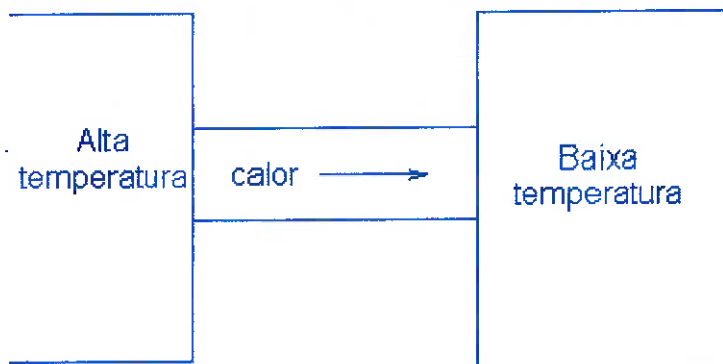


Figura 5 - Medida da condutividade térmica

Vamos agora medir o fluxo de calor, $\Delta Q/\Delta t$, através do material por unidade de tempo. Conhecendo a área transversa, A , e o comprimento L , e a condutividade térmica do material k , eq.(2):

$$\Delta Q/\Delta t = -k(A/L)\Delta T \quad (02)$$

ΔT é a diferença de temperatura entre os reservatórios.

O sinal menos significa que $\Delta Q = Q_2 - Q_1$ é positivo quando $\Delta T = T_2 - T_1$ for negativo. Isto é, o fluxo de calor é da parte mais quente para a parte mais fria.

Logo, para uma dada diferença de temperatura entre os reservatórios, os materiais com condutividade térmica maior irão transferir maiores quantidades de calor por unidade de tempo - tais materiais, como cobre, são bons condutores térmicos. Ao contrário, materiais com pequenas condutividades térmicas irão transferir pequenas quantidades de calor por unidade de tempo - estes materiais, como concreto, são condutores térmicos pobres. Esta é a razão que ao se inserir um pedaço de cobre e um pedaço de concreto no fogo, o cobre irá aquecer muito mais rapidamente do que o concreto. Também é a razão porque o isolamento de fibra de vidro, e com penas de aves ou couro, possuem buracos com ar dentro do material - o ar parado é um

condutor pobre de calor, e com isso ajuda a diminuir a perda de calor através do material.

Os isolamentos de casas em países frios também são condutores de calor pobres, que mantêm o calor no interior. Ao contrário da condutividade térmica, o isolamento é usualmente descrito em termos de resistência térmica.

Materiais que possuem uma alta condutividade térmica são resistores térmicos pobres - ou seja, isolantes ruins. Por outro lado, materiais com pequena condutividade térmica possuem grande resistência térmica - são bons isolantes.

Para que um determinado material seja considerado isolante térmico, sua condutividade térmica deve ser igual ou inferior a $0,1 \text{ W/ m}^\circ\text{C}$, sendo que quanto mais baixo o valor da condutividade térmica mais eficiente é o material, sendo que esta propriedade é diretamente influenciada pela composição química do material, densidade e pelas características físicas do material (materiais fibrosos ou porosos).

1.5 RESISTÊNCIA TÉRMICA

A performance de um isolante térmico é avaliada de acordo com sua Resistência Térmica, sendo um valor obtido em laboratório ou calculado, resultando em um fator decisivo para a performance de um produto

A resistência térmica demonstra a capacidade que um material tem em resistir à passagem do calor e, neste caso sim, quanto maior o valor, mais isolante é o material. É calculada dividindo-se a espessura (e) do material isolante em metros pelo seu coeficiente de condutividade térmica (k) na temperatura de operação do sistema a ser isolado (SILVA, 1997), eq.(3). A unidade é: $\text{m}^2 \text{ }^\circ\text{C} / \text{W}$.

$$R_t = e / k(3)$$

O conhecimento sobre a resistência térmica permite, para uma mesma temperatura, a efetiva comparação de performance entre diferentes materiais (que possuem diferentes valores de condutividade térmica) com a mesma espessura. Também permite identificar qual a espessura ou qual produto deve ser usado para atingir uma determinada resistência térmica, a tabela 01 a seguir, demonstra a variação da

resistência térmica de materiais com densidades diferentes, mas com a mesma espessura:

Tabela 1 – Características lã de vidro

| Material | Densidade Kg/m³ | Espessura | Condutividade térmica - k (W / m ° C) Temp.méd. = 24 °C | Resistência térmica Rt (m² °C / W) |
|-----------------|---------------------------------------|--------------------|--|--|
| Lã de vidro | 12 | 50 mm (0,050 m) | 0,045 | 1,11 |
| Lã de vidro | 20 | 50 mm (0,050 m) | 0,038 | 1,32 |
| Lã de vidro | 35 | 50 mm (0,050 m) | 0,034 | 1,47 |
| Lã de rocha | 50 | 50 mm (0,050 m) | 0,035 | 1,43 |

Fonte - Catálogos Isover - Brasil e Europa

De acordo com a tabela 01, verificamos que, para um mesmo material, em uma mesma temperatura, o aumento da resistência térmica tem relação com o aumento da densidade, quando comparamos materiais diferentes, este mesmo critério não é válido.

Comparando as resistências térmicas de cada produto, é fácil de identificar qual o mais isolante, para aumentar o valor de R_t , não é necessário aumentar a densidade mas sim a espessura do isolante.

Usando-se a resistência térmica, pode-se calcular a resistência térmica total de um sistema construtivo, ou seja, quanto ele deve ser resistente à passagem de calor, visando conforto térmico e economia de energia. Para determinar este valor, consideram-se e somam-se as resistências térmicas de todos os materiais que constituem o sistema, bem como as resistências térmicas provocadas pelo ar externo e interno ao ambiente.

Através da Resistência Térmica e da Condutividade Térmica é possível definir qual o melhor material isolante.

1.6 ISOLAÇÃO TÉRMICA FORROS

Conhecendo-se a condutividade térmica de um material, conseguimos calcular a sua resistência térmica, considerando os forros da empresa Alfa Isolantes, compostos por lã de vidro e com o coeficiente de condutividade térmica (K) à 24°C de 0,030W/m°C, podemos calcular a resistência térmica global.

As dimensões e densidade do produto são obtidos conforme os parâmetros estabelecidos pela normas brasileiras (NBR 11356/1994).

Para a linha de forros Alfa de densidade 60kg/m³ de densidade e 20mm de espessura obtemos:

$$R_t = e / k$$

e = espessura do isolante (m)

k = condutividade térmica do isolante (W/m°C)

$$R_t = 0,020 / 0,030$$

$$R_t = 0,66 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{W}$$

Para a linha Alfa com densidade de 60kg/m³ e 25mm de espessura obtemos:

$$R_t = 0,025 / 0,030 = 0,83 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

1.6.1 Cálculo da resistência térmica global

Nas situações práticas considerando-se, por exemplo, um telhado de um empreendimento comercial ou residencial, o importante é identificar a resistência térmica global, ou seja, a somatória de todas as resistências térmicas.

O cálculo da resistência térmica global é o obtido somando-se as resistências térmicas (eq.(4):

$$R_{t\text{global}} = R_{tae} + R_{tcob} + R_{tai} + R_{t\text{forro}} \quad (4)$$

R_{tae} = resistência térmica do ar externo

R_{tcob} = resistência térmica da cobertura pré moldada

R_{tai} = resistência térmica do ar interno

$R_{t\text{forro}}$ = resistência térmica do forro Alfa espessura 20mm

Considerando o forro Alfa com espessura de 20mm e $R_t = 0,66 \text{ W/m}^\circ\text{C}$, obtemos:

$$R_{t\text{global}} = 0,04 + 0,052 + 0,17 + 0,66$$

$$R_{t\text{global}} = 0,92 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

Considerando o forro Alfa com espessura de 25mm e $R_t = 0,66 \text{ W/m}^\circ\text{C}$, obtemos

$$\text{Forro de 25mm, } R_t = 0,83 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

$$R_{t\text{global}} = 0,04 + 0,052 + 0,17 + 0,83$$

$$R_{t\text{global}} = 1,09 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

Obs: Para este cálculo adotamos que não há fluxo de calor na camada de ar entre a telha e o forro.

Observa-se que com o emprego de um forro de 25mm, obtemos uma maior Resistência Térmica Global que contribui diretamente para:

- Reduzir as trocas térmicas com o ambiente exterior / interior;
- Atenua o impacto das variações de temperatura;
- Diminui o consumo de energia nos equipamentos de climatização, devido a uma redução na carga térmica do ambiente;
- Contribui para um maior conforto térmico.

2 FUNDAMENTOS DE ACÚSTICA

O projeto acústico de um determinado local é feito a fim de corrigir ou controlar a entrada ou saída de ruído, a presença dos ecos ou reflexões nocivas, as suas condições de ressonância e o seu tempo de reverberação, para melhorar a inteligibilidade da palavra, a musicalidade e a percepção dos sons, em geral.

O primeiro dado importante a ser considerado é o destino do recinto a ser estudado. Conforme seja a finalidade, deve-se, previamente, fixar o seu nível médio de ruído admissível. Tomam-se, então, todas as precauções para que os ecos e ressonâncias impróprios sejam eliminados e o tempo de reverberação resultante seja o adequado ou aquele chamado de ótimo.

2.1 PROPAGAÇÃO DOS SONS

“Quando uma onda sonora atinge uma parede ou um obstáculo qualquer, parte da energia incidente, E_i %, é refletida, E_r %; parte é dissipada pelo obstáculo, E_d %, transformando-se em energia calorífica ou mecânica e o restante, E_t %, atravessa o referido obstáculo, passando para o outro lado, transmitindo-se através do meio adjacente” (SILVA, 1997, p. 93) conforme figura 6.

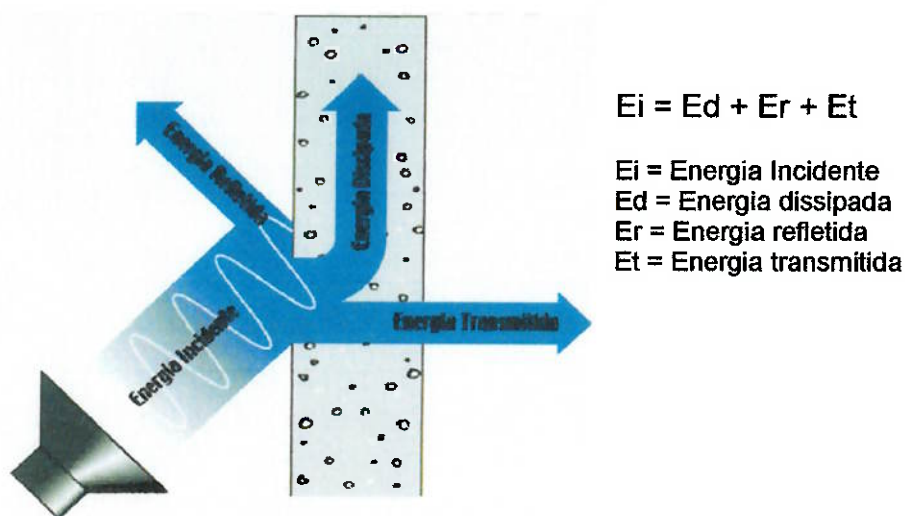


Figura 6 - Propagação do som em uma parede

Portanto, conclui-se que a energia incidente, E_i , é igual à soma de energia absorvida, E_a , com a energia refletida, E_r , eq. (5).

$$E_i = E_a + E_r$$

Como a energia absorvida, E_a , é igual à soma da energia dissipada, E_d , com a energia transmitida, E_t .

$$E_a = E_d + E_t$$

teremos, finalmente:

$$E_i = E_d + E_r + E_t \quad (5)$$

2.2 CONCEITO SOBRE O COEFICIENTE DE ABSORÇÃO ACÚSTICA

Segundo Silva (2.001, pág. 108), "um material é dito absorvente acústico quando uma grande percentagem de energia sonora que nele incide é retida no seu seio, degradando-se em energia mecânica ou calorífica ou transmitindo-se para outro lado, sendo dele refletida apenas uma pequena parcela".

Os principais materiais absorventes acústicos podem ser fibrosos, constituídos de fibras, como a lã de vidro, ou materiais porosos, como as espumas.

A lã de vidro é um dos melhores materiais para o tratamento acústico, podendo ser usada na isolação acústica, que é a construção de barreiras para evitar a transferência de uma onda sonora (ruído) de um ambiente para outro ou na absorção acústica, que é um tratamento aplicado para melhorar a qualidade acústica dos ambientes.

Quando uma onda sonora entra em contato com lã de vidro (material fibroso), ela é facilmente absorvida, devido à porosidade da lã. Além disso, ocorre uma fricção entre a onda e a superfície das fibras. Esta fricção converte parte da energia sonora em calor, ou seja, a lã de vidro faz com que a energia sonora perca intensidade, o que resulta em um aumento da absorção ou da isolação sonora.

Os materiais absorvedores acústicos devem ter células abertas em seu interior, ou seja, tenha permeabilidade a um fluxo de ar que incida sobre eles.

Segundo Gerges (2.000, p.696) postula que "tanto para o material poroso, como para o material fibroso, é essencial que o material admita a passagem de um fluxo de ar, o que terá como consequência a possibilidade da propagação de ondas acústicas pelo interior dos poros ou interstícios do material fibroso ou poroso".

O coeficiente de absorção acústica (α) indica o percentual de absorção de energia que incide sobre o material analisado, definido pela razão entre a energia acústica absorvida W_a e a energia acústica incidente W_i , eq.(6).

$$\alpha = W_a / W_i \quad (6)$$

Todo material possui coeficiente de absorção acústico e o seu valor não é constante, pois varia com a frequência do som incidente e seu valor é obtido em laboratórios através do método de coeficiente de absorção sonora (ASTM C 654/1990).

Os materiais construtivos em geral têm coeficiente de absorção entre $0 < \alpha < 1$. O valor de α é sempre positivo e adimensional (NBR 9634/95).

Exemplificando-se de uma forma simples considerando uma superfície teórica, infinitamente rígida e polida seria totalmente refletora e seu coeficiente de absorção seria nulo. Já uma janela aberta, de um recinto qualquer, é totalmente absorvedora e teria seu coeficiente de absorção igual a 1, ou seja, 100% da energia incidente entra pela janela.

2.3 TEMPO DE REVERBERAÇÃO

Tempo de reverberação é o tempo necessário para que a densidade média da energia contida num volume dado caia a 10^{-16} (watt/cm²) do seu valor inicial, isto é, de 60dB, a partir do instante em que a fonte de excitação for extinta (Silva, 1997).

Qualquer som produzido em um ambiente fechado persiste, sempre, nos nossos ouvidos devido as múltiplas reflexões produzidas nas suas paredes e superfícies internas, quanto mais rígidas e polidas forem essas superfícies, maior será o tempo de reverberação do local.

Quanto mais absorventes forem, menor será o tempo de persistência do som,

culminado como o caso das câmaras sem eco ou “anecóicas”, revestidas com materiais absorventes, onde o tempo de reverberação reduzido ou considerado praticamente nulo.

2.4 FÓRMULA DE SABINE

É uma fórmula empírica, desenvolvida e adotada pelo conhecido professor norte-americano W.C.Sabine, a fim de determinar o tempo de reverberação, eq.(7):

$$Tr = \frac{0,161 \cdot V}{[(S1 \cdot \alpha 1) + (S2 \cdot \alpha 2) + (Sn + \alpha n \dots)]} \quad (07)$$

onde:

Tr = é o tempo de reverberação, em segundo;

V = o volume do auditório ou sala, em m³;

S = a superfície dos diversos materiais usados no interior do local,

α = o coeficiente de absorção de cada material

2.5 CÁLCULO REDUÇÃO DE RUÍDO INTERNO

Para um melhor entendimento da redução de ruído interno de um ambiente, em seguida temos um exemplo de cálculo (EGAN et al, 1988; SILVA, 1997).

Dados: Ambiente composto por uma sala de aula nas dimensões:

10,00m x 10,00m e altura (pé direito) até o forro de 3,80m.

$$V = c \cdot L \cdot h \quad (8)$$

Volume = comprimento (c) * largura (L) * altura (h)

Volume da sala de aula = 10 * 10 * 3,8

V= 380m³

Materiais especificados como opção de acabamento do ambiente e sua respectiva absorção acústica, conforme tabela 02:

- Paredes: Alvenaria c/ acabamento
- Piso: Cimento
- Teto: Foro Alfa 20mm
- Janelas: Vidro
- Porta: Madeira
- Pessoas + cadeira

Tabela 2 – Características absorção acústica materiais em 500Hz

| Materiais | Área (m²) | Absorção á 500Hz | A x α |
|---|------------------|-------------------------|--------------------------------|
| <i>Paredes (Alvenaria c/ Acabamento)</i> | 130,51 | 0,02 | 2,60 |
| <i>Piso (Cimento)</i> | 100 | 0,03 | 3,00 |
| <i>Teto (Forrovid Isover 20mm)</i> | 100 | 0,56 | 56,00 |
| <i>Janelas (Vidro)</i> | 20 | 0,03 | 0,60 |
| <i>Pessoas + Cadeiras</i> | 70 | 0,44 | 30,80 |
| <i>Porta (Madeira)</i> | 1,89 | 0,06 | 0,11 |
| Total | | | 93,11 |

Conforme gráfico, de tempos ótimos de reverberação (TR), uma sala com volume de 380m³, para uso como sala de aula, deve ter um tempo ótimo de reverberação para 500Hz entre 0,6 e 0,7 s.

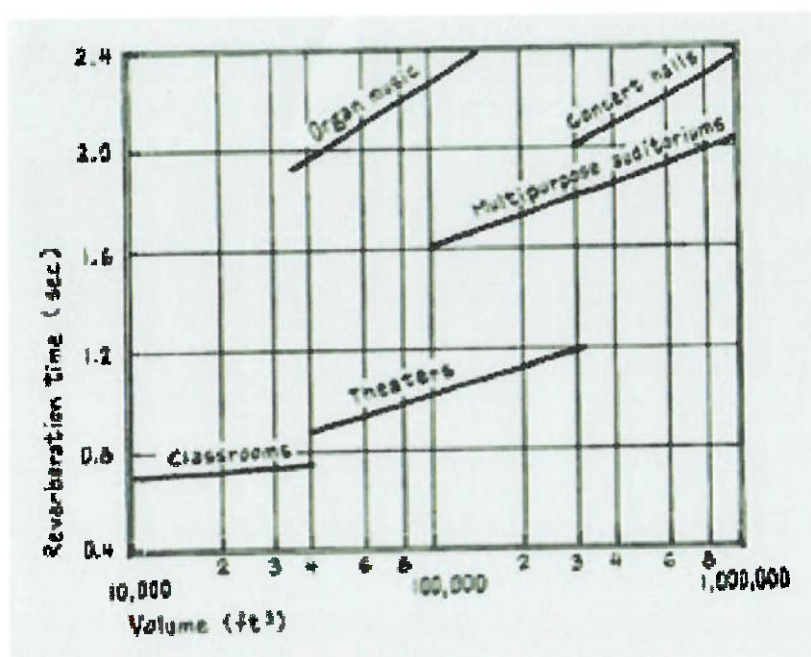


Gráfico 1 – Tempos ótimos de reverberação (TR) – fonte: Acústica Arquitetônica e Condicionamento de Ar (SMITH, PETERS, OWEN, 1987).

Tempo de reverberação obtido eq.(9):

$$TR = 0,161 * \frac{V}{A \times \alpha} \quad (09)$$

$$TR = 0,161 \times 380 / 93,11$$

$$TR = 0,65s$$

O tratamento acústico com o Alfa de 20mm de espessura e 60kg/m³ de densidade é o suficiente para obter o tempo ótimo de reverberação.

Com as informações acima, conseguimos estimar a redução de ruído interno (Ri), eq.(10):

$$Ri = 10 \log(A \times \alpha) \quad (10)$$

$$Ri = 10 \log 93,11$$

$$Ri = 18dB \text{ (redução do ruído interno á 500hZ)}$$

3 SEGURANÇA AO FOGO

As principais diretrizes relacionadas à segurança contra incêndio são:

- medidas de segurança contra incêndio nas edificações e áreas de risco, no Estado de São Paulo (DECRETO ESTADUAL N 46.076/01, de 31 de agosto de 2001);
- Normas Brasileiras editadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (NBR 9442/86);
- Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo (de 01 a 38).

Para a execução e implantação das medidas de segurança contra incêndio, segundo o Decreto Estadual nº. 46.076/01 deverão ser atendidas as Trinta e Oito Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros.

O forro removível por ser um produto destinado a acabamento está diretamente ligado com a Instrução Técnica número 10 do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo (IT10/2004) e deve atender os requisitos desta instrução.

Anexos:

- Anexo A - Decreto Estadual nº. 46.076/01 ;
- Anexo B - Instrução Técnica do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo (de 01 a 38);

3.1 SEGURANÇA AO FOGO FORROS EM LÃ DE VIDRO

O comportamento ao fogo dos materiais isolantes, inclusive aqueles com revestimentos, deve ser o de não contribuir e não propagar o fogo durante uma situação de incêndio, conforme figura 07.

A lâ de vidro é classificada como um material incombustível (NBR 9442/86) e os forros em lâ de vidro possuem classificações específicas, devido ao revestimento de PVC (poli cloreto de vinila), tecido ou véu de vidro aplicado no produto.



Figura 7 - Propagação fogo em uma sala – fonte: catálogo - Ecophon

4 SAÚDE E MEIO AMBIENTE

A lã de vidro é um tipo de fibra que não tem nenhuma relação com as fibras de amianto, que têm sido alvo de restrições de uso.

A IARC - Agência Internacional para a Pesquisa do Câncer, ligada à Organização Mundial de Saúde, classifica a lã de vidro como um material não classificável como cancerígeno.

Após uma revisão de todas as pesquisas médicas e científicas, realizadas nos últimos quinze anos por um grupo de trabalho formado por 19 dos maiores especialistas em saúde e segurança sobre fibras, no dia 16 de Outubro de 2001, o IARC - Agência Internacional para a Pesquisa do Câncer (entidade ligada a OMS) emitiu um relatório conclusivo, classificando as fibras da lã de vidro no grupo 3: consideradas não classificáveis como cancerígenos para os seres humanos.

A classificação anterior, estabelecida em 1998, não continha dados médicos e científicos conclusivos referentes a possíveis riscos no uso da lã de vidro.

Os resíduos de lã de vidro, inclusive aqueles gerados por sobras de obras, são classificados como Classe II A - não perigoso e não inerte. (NBR 10004/2004).

Não podem ser descartados em terrenos baldios, em sistemas de esgoto ou próximos a cursos d'água.

A melhor opção para destinar os resíduos de lã de vidro são os aterros industriais classe II. As embalagens usadas dos produtos de lã de vidro (sacos plásticos e caixas de papelão sem sobras de lã de vidro ou de outros materiais) podem ser destinadas para reciclagem em empresas especializadas que atuam neste setor.

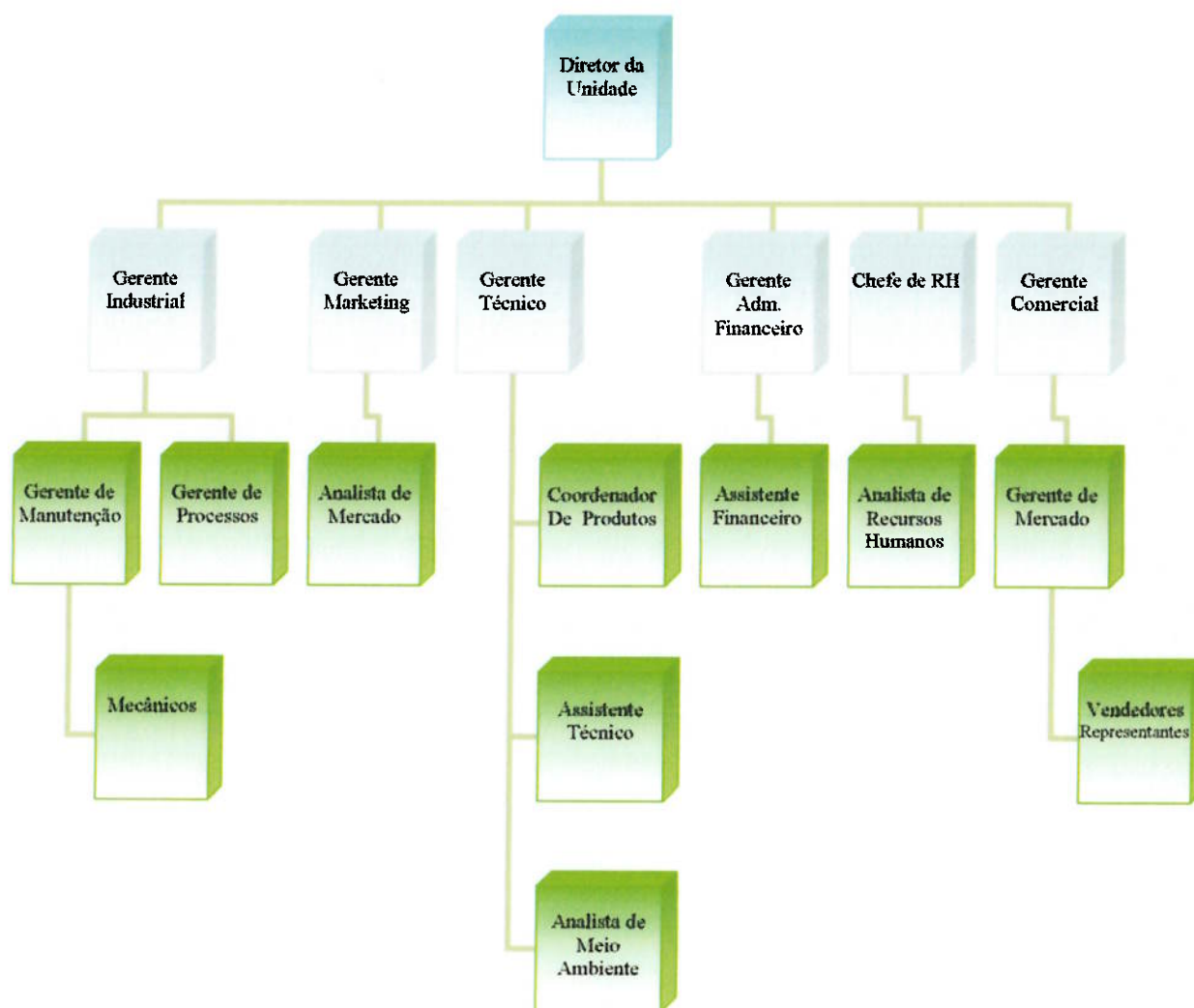
5 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

A estrutura organizacional da Alfa Isolantes é encabeçada pelo Diretor de unidade que mantém os requisitos regulamentares e estatutários estabelecidos na Política da Qualidade, garantindo que sejam estabelecidos os objetivos da qualidade.

A Alta Direção na Alfa Isolantes é representada pelo G7, que é um comitê formado por representantes de áreas estratégicas para a condução dos negócios:

- Diretor da unidade;
- Gerente industrial;
- Gerente de marketing;
- Gerente de vendas;
- Gerente técnico;
- Gerente administrativo financeiro;
- Chefe de RH.

E na seqüência os demais departamentos e funções relacionados com as respectivas gerências, conforme organograma 01.



Organograma 01: Estrutura organizacional da empresa Alfa Isolantes.

6 PROCESSO DE FABRICAÇÃO LÃ DE VIDRO

A Lã de vidro é um material fibrado e seu processo de fabricação pode ser dividido em 4 fases principais: fusão, fibragem, conformação do produto final, embalagem.

6.1 MATÉRIAS-PRIMAS PRINCIPAIS VIDRO

Grandes quantidades de areia de vidro são consumidas a cada ano, os diversos tipos de fundentes desta sílica são a barrilha, o sulfato de sódio impuro, o calcário ou a cal. Além disto há um grande consumo de óxido de chumbo, carbonato de potássio, de salitre, de bórax, de ácido bórico, de trióxido de arsênio, de feldspato e de fluorita, juntamente com uma grande variedade de óxidos metálicos, de carbonatos e de outros sais necessários quando se deseja colorir o vidro. A areia para a manufatura do vidro deve ser quase que de quartzo puro (SHREVE, 1980).

Em muitos casos, a localização da jazida de areia determina a localização da fábrica de vidro, o teor de ferro em muitos casos é um fator decisivo na qualidade do vidro.

As matérias-primas principais são basicamente areia (SiO_2) e outros minerais, que auxiliam no processo de fusão da areia (barrilha) e que conferem propriedades específicas ao vidro (tais como o bórax, magnesita, alumina, entre outros.)

O Óxido de sódio (Na_2O) provém principalmente da barrilha (Na_2CO_3), útil para oxidar o ferro e acelerar a fusão. As fontes importantes de cal (CaO) são o calcário e a cal da dolomita calcinada ($\text{CaCO}_3, \text{MgCO}_3$); esta última introduz MgO no banho.

Os feldspatos têm a fórmula geral $\text{R}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ onde R_2O representa o Na_2O ou o K_2O ou uma mistura dos dois. Os feldspatos têm muitas vantagens sobre a maioria dos outros materiais como fonte de Al_2O_3 , pois são baratos, puros e fusíveis, além de serem constituídos inteiramente por óxidos formadores de vidro. O Al_2O_3 só é utilizado quando o custo é um item secundário. Os feldspatos são também fonte de Na_2O , de K_2O e de SiO_2 . O teor de alumina serve para baixar o ponto de fusão do vidro e retardar a desvitrificação.

O bórax , como ingrediente menor, fornece ao vidro o Na_2O e o óxido bórico. O bórax é atualmente comum em certos tipos de vasos de vidro, além de seu alto valor como fundente, aumenta também a durabilidade química.

O sulfato de sódio é encontrado frequentemente em todos os tipos de vidro, pois remove a grave espuma dos tanques de vidro líquido.

O uso de resíduos de vidro (cacos), oriundos de processos de fabricação de vidro, também é utilizado na composição da lâ de vidro. Devido às características químicas destes cacos, pode-se utilizar até 60% deles na composição da lâ de vidro. As temperaturas de operação dos fornos estão limitadas, principalmente, pelos tijolos de sílica vitrificada que são de emprego econômico na indústria.

Considera-se a fabricação da lâ de vidro um processo de preservação do meio ambiente, principalmente devido à reciclagem de cacos, reuso e recuperação de resíduos industriais (vidros).

6.2 COMPOSIÇÃO DO VIDRO

Apesar de milhares de novas formulações para o vidro que apareceram nos últimos 30 anos, é bom salientar que a cal, a sílica e a soda ainda constituem cerca de 90% do vidro em todo o mundo, da mesma forma que há 2000anos atrás.

Não se deve concluir pela inexistência de mudanças importantes na composição neste período, ao contrário, observaram-se pequenas modificações nos ingredientes maiores e grandes modificações nos ingredientes menores (AKERMAN, 2000).

Os fatores mais importantes na fabricação do vidro são a viscosidade dos óxidos fundidos e a relação entre a viscosidade e a composição, na tabela 03 podemos observar as características química de vidros.

Tabela 3 – Características de composição química de vidros típicos (em percentagem)

| Nº. | SiO ₂ | B ₂ O ₃ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | As ₂ O ₃ | CaO | MgO | Na ₂ O | K ₂ O | PbO | SO ₃ |
|-----|------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|-------|-------------------|------------------|-------|-----------------|
| 1 | 67,8 | ..... | 4,4 | ..... | ..... | 4,0 | 2,3 | 13,7 | 2,3 | ..... | 1,0 |
| 2 | 69,4 | ..... | 3,5 | 1,1 | ..... | 7,2 | ..... | 17,3 | | | |
| 3 | 70,5 | ..... | 1,9 | 0,4 | ..... | 13,0 | ..... | 12,0 | 1,9 | | |
| 4 | 71,5 | ..... | 1,5 | ..... | ..... | 13,0 | ..... | 14 | | | |
| 5 | 72,88 | ..... | 0,78 | 0,78 | ..... | 12,68 | 0,22 | 12,69 | | | |
| 6 | 72,9 | ..... | 0,7 | 0,7 | ..... | 7,9 | 2,8 | 15,0 | | | |
| 7 | 72,68 | ..... | 0,5 | 0,07 | ..... | 12,95 | ..... | 13,17 | ..... | ..... | 0,44 |
| 8 | 70-74 | ..... | ± 2 | 0,09 | ..... | ..... | 10-13 | ..... | 13-16 | | |
| 9 | 73,6 | ..... | 1,0 | ..... | ..... | 5,2 | 3,6 | 16,0 | 0,6 | | |
| 10 | 73,88 | 16,48 | 2,24 | 2,24 | 0,73 | ..... | ..... | 6,67 | Traços | | |
| 11 | 7402 | 0,4 | ..... | ..... | 0,2 | 4,3 | 3,2 | 17,7 | | | |
| 12 | 67,2 | ..... | ..... | ..... | 0,5 | 0,9 | ..... | 9,5 | 7,1 | 14,8 | |
| 13 | 69,04 | 0,25 | ..... | ..... | ..... | 12,07 | ..... | 5,95 | 11,75 | | |
| 14 | 64,7 | 10,6 | 4,2 | ..... | ..... | 0,6 | ..... | 7,8 | 0,3 | | |
| 15 | 80,5 | 12,9 | 2,2 | ..... | ..... | ..... | ..... | 3,8 | 0,4 | | |
| 16 | 96,3 | 2,9 | 0,4 | ..... | ..... | ..... | ..... | < 0,2 | < 0,2 | | |
| 17 | 70,3 | | 7,15 | 0,47 | ..... | 4,93 | ..... | 12,75 | 1,97 | | |

Fontes: Dados de Sharp, Chemical Composition of Commercial Glasses, *Ind. Eng. Chem.*, 25, 755 (1933), Blau, Chemical Trends, *Ind. Eng. Chem.*, 32, 1429 (1940), e Shand, *Glas Engineering Handbook*, 2ª ed.

Os ingredientes principais são a areia, a cal e a barrilha, e quaisquer outros materiais podem ser considerados, ingredientes secundários, embora possam provocar efeitos de grande importância.

As matérias-primas vítreas são dosadas conforme a formulação pré definida e misturadas até se obter uma perfeita homogeneidade, resultando em um vidro de composição boro-silicato de sódio, com a composição da tabela 4.

Tabela 4 – Composição do vidro

| Descrição | % |
|--------------------------------|-------|
| SiO ₂ | 66,0% |
| B ₂ O ₃ | 3,5% |
| Na ₂ O | 15,5% |
| CaO | 8,0% |
| MgO | 4,0% |
| Al ₂ O ₃ | 1,5% |
| K ₂ O | 1,0% |

6.3 FUSÃO VIDRO

A mistura vítrea (areia, barrilha, feldspato, caco de vidro, bórax, magnesita, óxido de manganês, dolomita e óxido de cálcio) é dosada e encaminhada a um forno de fusão (combustível: oxigênio e gás natural), sendo fundida à temperatura de aproximadamente 1.400 °C, resultando o vidro.

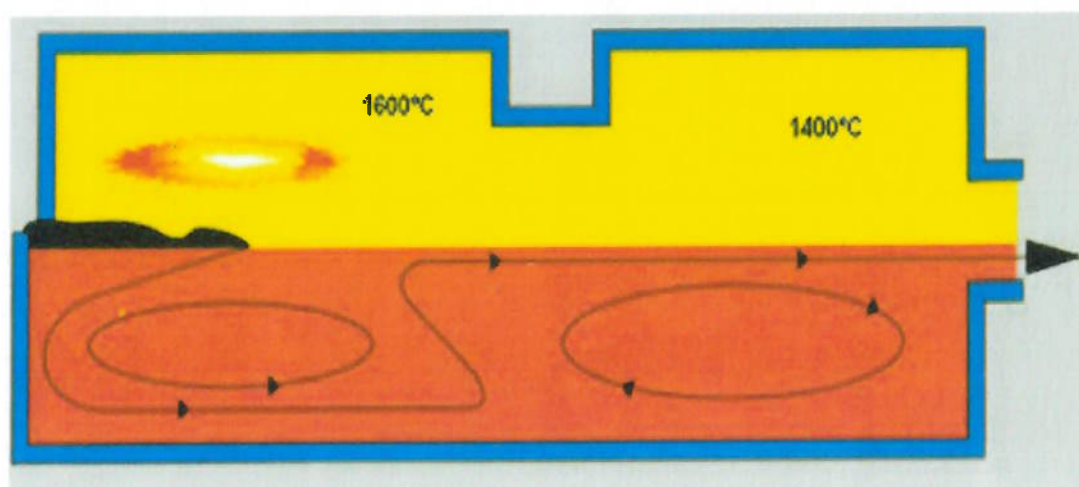


Figura 8 - Forno de fusão

O processo de fusão é muito complexo e envolve basicamente reações químicas entre as diversas matérias-primas, a formação de fases líquidas e homogêneas, a eliminação dos gases produzidos nas reações químicas e, finalmente, a formação de uma massa vítrea homogênea pronta para ser fornecida às máquinas de conformação das fibras, as fibras conformadas são pulverizadas com uma resina especial e após a cura na estufa, resulta as mantas ou painéis, conforme figura 09.

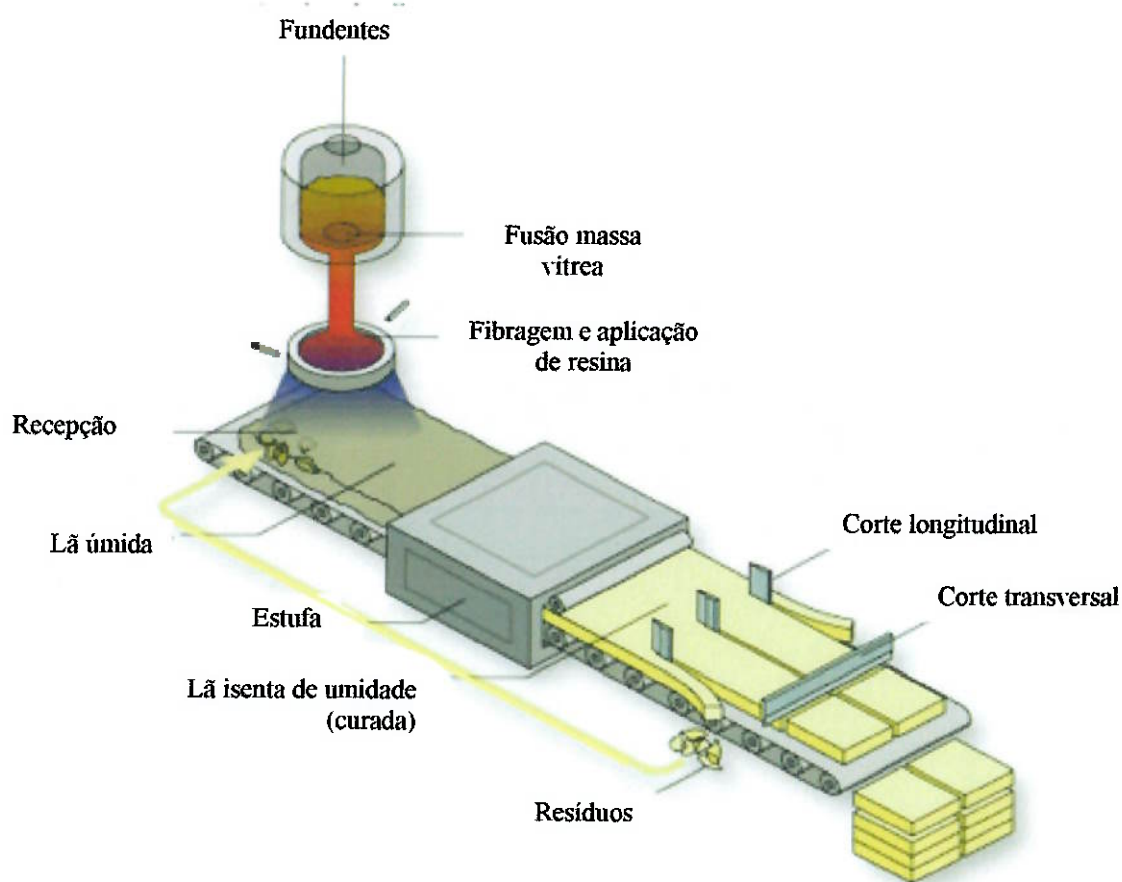


Figura 9 - Fabricação lã de vidro – fonte: catálogo - Eurisol

6.4 FIBRAGEM

Formação das fibras de vidro, o vidro gerado dentro do forno de fusão é escoado para um equipamento denominado máquina de fibragem, constituída de um prato que tem bordas com milhares de pequenos orifícios, que gira em torno de 1.500 rpm, o vidro fundido ao passar pelos orifícios é transformado em fibras.



Figura 10 - Fibragem lã de vidro - fonte: catálogo Saint-Gobain Isover

A principal característica deste processo de fibragem é que 100% do material que passa pelos pratos resulta em um material fibrado, após a fibragem, as fibras recebem uma pulverização de resina para conferir ao produto resistência mecânica, rigidez e maciez (SANTA MARINA, 1986).

Após a conformação, as mantas são levadas a uma estufa para a polimerização da resina fenólica, resultando em feltros ou painéis de acordo com a classificação das normas brasileiras (NBR 11358/1994), sendo posteriormente embalados.

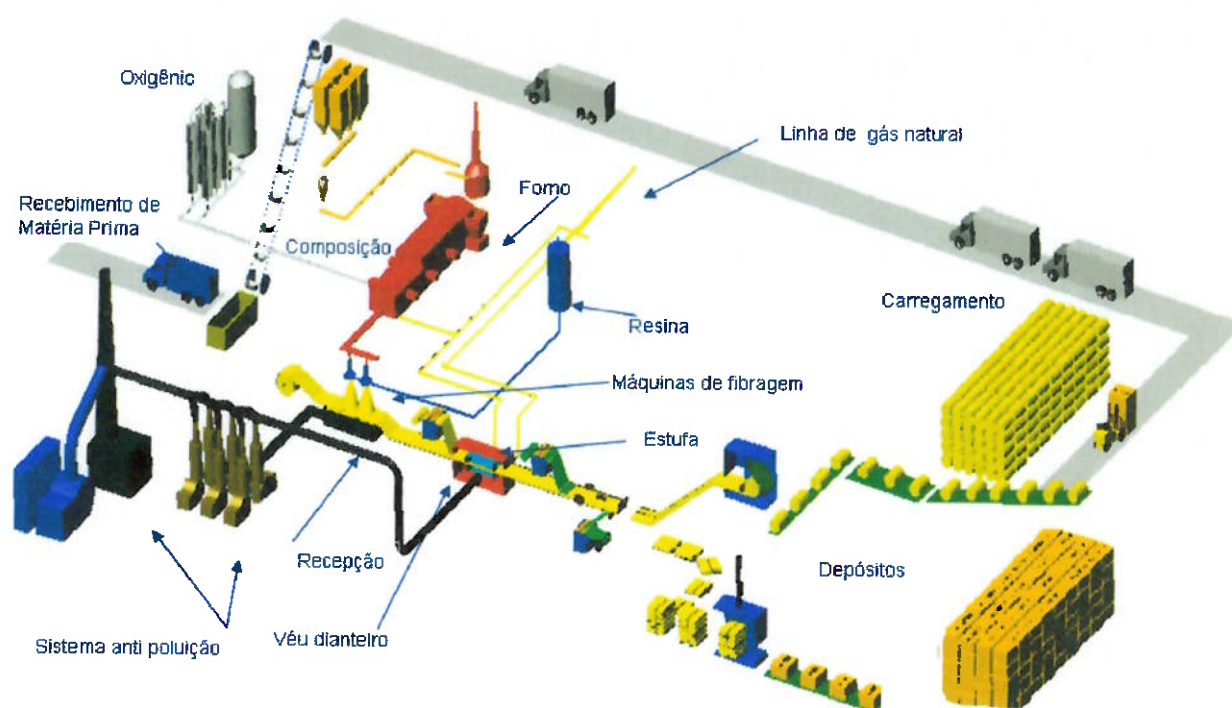


Figura 11 - Resumo Processo de Fabricação - fonte: catálogo Saint-Gobain Isover

6.5 APLICABILIDADE FORROS EM LÃ DE VIDRO

A lã de vidro, devido as suas propriedades físicas e químicas é um dos isolantes térmicos mais usados no mundo, contribuindo para o uso racional de energia nas edificações, principalmente em relação aos sistemas de ar condicionado e tratamento termo-acústico de forros (figura 12), reduzindo o consumo de energia, devido a minimizar as trocas térmicas do ambiente.



Figura 12 - Forros em lã de vidro – fonte: catálogo - Isover

Segundo Frota, Schiffer (1988), "nas regiões predominantemente quentes no Brasil, a arquitetura deve contribuir no sentido de minimizar a diferença entre as temperaturas externas e internas do ar. Um desempenho térmico satisfatório da arquitetura com a utilização apenas de recursos naturais, pode não ser possível em condições climáticas muito rígidas, mesmo nesses casos deve-se procurar propostas que maximizem o desempenho térmico natural, pois assim pode-se reduzir a potência necessária dos equipamentos de refrigeração ou aquecimento, visto que a quantidade de calor a ser retirada ou fornecida ao ambiente resultará menor".

Para obtenção do conforto térmico, são necessárias soluções de arquitetura nas edificações, combinando geometria com o uso de cores claras, emprego de ventilação natural e de materiais construtivos adequados, incluindo-se o isolamento térmico.

FORROVID

FORROS COM REVESTIMENTO EM PVC MICROPERFURADO

A linha **Forrovid Isover** é constituída por forros em lâ de vidro, com revestimento em PVC microperfurado. Com excelentes índices de absorção sonora e isolamento térmica, a linha Forrovid está disponível em 2 opções de acabamento (**Boreal** e **Omni**) e 3 opções de espessura (15, 20 e 25mm).

Indicados para aplicação em áreas de grande afluência de público, o Forrovid Boreal e Omni atendem principalmente aos projetos que necessitam aliar conforto térmico e acústico, economia de energia e estética.

Permitem o acesso a instalações sob o teto estrutural, são de fácil manutenção e possuem elevada resistência ao manuseio.



Boreal

Omni

Aplicações

A linha Forrovid, pode ser utilizada para melhoria do conforto acústico e térmico em áreas comerciais de pequeno e grande porte, como:

- Supermercados;
- Farmácias;
- Escolas, universidades, centros de estudo;
- Indústrias, galpões, depósitos e qualquer ambiente que necessite de tratamento acústico e térmico.

| Características | |
|-----------------|---|
| Composição | Panel em lâ de vidro, revestido na face aparente com PVC |
| Revestimento | PVC microperfurado nas opções Boreal e Omni |
| Dimensões | 1.250mm x 625mm |
| Densidade | 60 Kg/m ³ |
| Espessura | 15, 20 e 25mm |
| Peso | 0,900 - 1,200 e 1,500 Kg/m ² |
| Borda | Reta (city in) |
| Embalagem | 15mm - 24 placas (18,75m ²) 20mm - 18 placas (14,06m ²) 25mm - 14 placas (10,93m ²) |

ISOVER

Figura 13 - Catálogo Linha Forrovid Isover - fonte: catálogo Forrovid – Isover/2006

Performance Acústica

A linha Forrovid proporciona excelentes índices de absorção sonora aos ambientes:

| Performance Acústica | | | | | | | | |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| Frequência (Hz) | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | NRC | |
| Coef. de absorção sonora (α) | 0.03 | 0.16 | 0.51 | 0.92 | 0.89 | 0.62 | 0.60 | |
| 15mm | 0.07 | 0.57 | 0.56 | 0.82 | 0.59 | 0.34 | 0.65 | |
| 20mm | 0.08 | 0.43 | 0.79 | 1.02 | 0.82 | 0.58 | 0.75 | |
| 25mm | | | | | | | | |

Resultados testados e certificados pelo IPT/SP (Instituto de Pesquisas Tecnológicas)

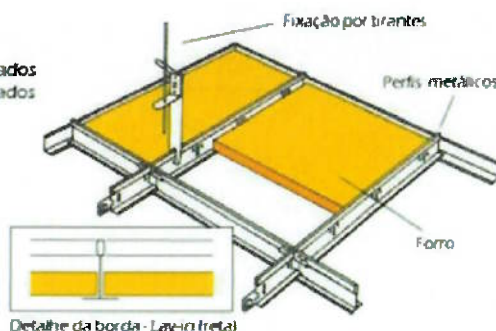
Performance Térmica

Além do conforto proporcionado, a isolamento térmica garante uma redução significativa do consumo de energia elétrica em ambientes climatizados.

| Performance Térmica | | |
|---------------------|--------------------------|---|
| Espessura | Resistência Térmica (Rt) | Coef. de condutividade térmica a 24°C (k) |
| 15mm | 0.48 m² · °C/W | 0.030 W/m · °C |
| 20mm | 0.67 m² · °C/W | 0.030 W/m · °C |
| 25mm | 0.81 m² · °C/W | 0.030 W/m · °C |

Detalhes de Instalação

- O forro é suspenso através de perfis metálicos fixados ao teto por brantes rígidos. Em caso de vãos elevados entre o forro e o teto, recomenda-se o uso de estrutura auxiliar.
- As placas são removíveis permitindo acesso às instalações sobre o forro.
- Recomenda-se o uso de luminárias suspensas ou embutidas evitando que a ação do calor possa prejudicar os revestimentos.



Manutenção

Os forros da linha Forrovid, são muito fáceis de limpar, bastando um pano úmido e sabão neutro.

Segurança

Os forros da linha Forrovid apresentam as seguintes classificações de reação ao fogo:

- ABNT - NBR 9442 - Classe A
- IT 10 - Classe II A (Instrução técnica n° 10 do Corpo de Bombeiros da PMSP)

Conheça a linha completa de produtos Isover para o tratamento térmico e acústico de ambientes. A linha de produtos da Isover é produzida com a exclusiva tecnologia Telstar, mundialmente reconhecida pelos excepcionais índices de performance térmica e acústica.

Todas as informações deste folheto são de boa fé, não caracterizando garantias implícitas ou explícitas de qualquer natureza. A Isover reserva-se o direito de alterar quaisquer especificações de seus produtos, sem prévio aviso.

www.saint-gobain-isover.com.br

ISOVER
A vida é melhor sem ruído!

SAINT-GOBAIN VIDROS S.A. - DIVISÃO ISOVER
SAC 0800 553035 - sac.isover@saint-gobain.com

SAINT-GOBAIN
ISOVER BRASIL

Figura 14 - Catálogo Linha Forrovid Isover - fonte: catálogo Forrovid – Isover/2006

6.6 INSTALAÇÃO FORROS EM LÃ DE VIDRO

Existem inúmeros galpões industriais e comerciais no Brasil, que possuem uma deficiência na Isolação térmica, principalmente nas coberturas, são inúmeros os galpões e diversos empreendimentos comerciais e residenciais sem qualquer tipo de isolamento térmico.

Em edificações residenciais, o desconforto térmico, principalmente no verão, é muito observado devido ao tipo de construção, onde os ambientes são cobertos com lajes e telhados sem isolação.

A instalação de forros em lã de vidro reduz significativamente a entrada de calor ao ambiente, devido aos seguintes fatores: alta resistência térmica, não ter sua eficiência alterada com o passar do tempo, fácil aplicação e segurança ao fogo, melhoria no conforto acústico e possuir um efeito decorativo no ambiente, provendo a estética.

Os forros termo-acústicos em lã de vidro são painéis constituídos por de lã de vidro e revestidos em uma das faces (aparente) com filme de PVC e até mesmo um tecido de vidro.

As dimensões do forro seguem o padrão dimensional utilizado no mercado brasileiro de 1,25 m x 0,625 m e 0,625 m x 0,625 m e a espessuras varia entre 15 e 25 mm, com densidade aparente que varia de 40 até 100 kg/m³.

Sua instalação é rápida, necessitando apenas ser instalado uma estrutura auxiliar, constituída por perfis metálicos.

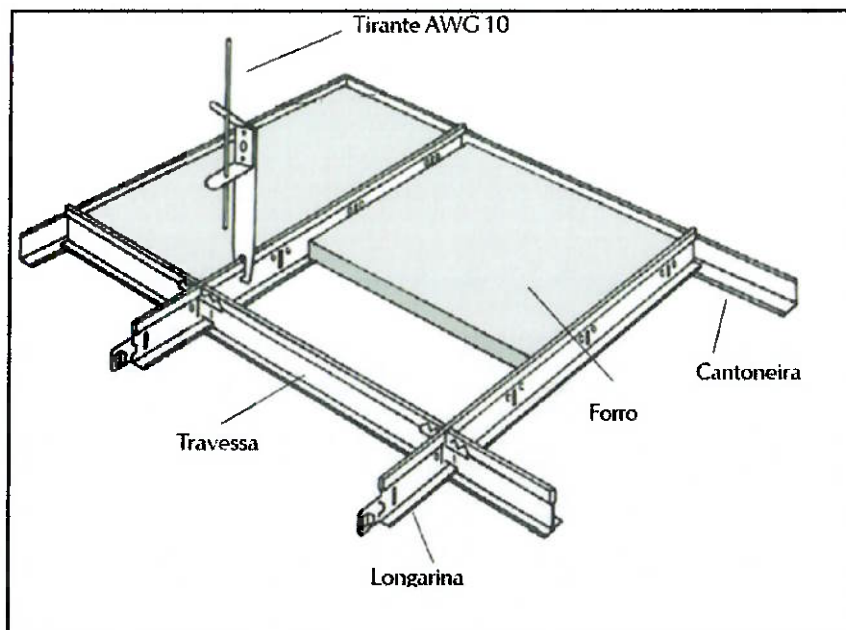


Figura 15 - Instalação Forro – fonte: catálogo – Isover

Duas propriedades do forro devem ser conhecidas para identificar sua performance: Resistência térmica ($\text{m}^2\text{C} / \text{W}$) e o coeficiente de redução sonora (Noise Reduction Coefficient - NRC), determina um valor médio de absorção acústica do produto.

Quanto maior o NRC, mais absorvente de ondas acústicas é o forro. Na prática, uma correta especificação de forros visando o tratamento acústico deve considerar todo o espectro de absorção acústica de determinado produto, principalmente considerando as condições do local onde será usado.

7 REVESTIMENTOS EM FORROS DE LÃ DE VIDRO

O principal componente de um forro termo-acústico é o revestimento, pois é ele que vai possibilitar algumas das características desejadas do produto, tais como:

- estética;
- performance acústica;
- performance em relação à reação ao fogo.

Conforme as suas propriedades físicas (resistência à tração, estabilidade ao calor, temperatura limite de utilização, encolhimento, resistência a umidade, porosidade, entre outras), dimensionais e composição química, os revestimentos podem influenciar tais características, viabilizando ou não sua aplicação.

Tradicionalmente, produtos como o filme de PVC e o véu de vidro ("non-woven") pintado são usados no mercado para revestir forros, a empresa Alfa Isolantes atua no mercado com os revestimentos do tipo filme de PVC e estuda inserir no mercado um forro com o revestimento de véu de vidro, como um complemento a linha atual de forros.

O filme de PVC possui como principal vantagem o baixo custo, além de possuir uma facilidade de aplicação, boa resistência química e razoáveis propriedades acústicas e em relação ao fogo.

Existe apenas uma empresa que fabrica este tipo de filme de PVC, pois a sua produção requer tecnologia e possui uma complexidade de formulação e de estabelecimento de padrões de qualidade, principalmente de tonalidade, que o tornam uma "especialidade" dentro do universo de filmes de PVC existentes no mercado.

O PVC é um produto sensível ao calor, pois tem ponto de amolecimento em torno de 65°C.

Esta característica de sensibilidade ao calor, faz a exigência de cuidados com transporte e instalação dos forros com PVC, pois esta temperatura pode ser atingida, por exemplo, em um transporte inadequado causando encolhimento, enrugamento, descolamento ou formação de bolhas na superfície do forro.

7.1 FIXAÇÃO DO REVESTIMENTO

O adesivo utilizado para fixar o revestimento ao painel em lã de vidro, pode ser do tipo Hot Melt ou cola branca (PVA), atualmente a Alfa Isolantes atua apenas com adesivos do tipo Hot Melt, sendo que o adesivo deverá fornecer as seguintes características ao produto final:

- Boa adesividade entre o painel de lã de vidro e o revestimento;
- Bom custo,
- Segurança no uso, manuseio e descarte de resíduos;
- Contribuição no comportamento ao fogo do produto final.

7.1.1 Ensaio de colagem do revestimento

Este ensaio é usado para verificar as características do adesivo quando submetido a uma temperatura de operação acima dos limites onde o forro é normalmente aplicado. Além disso, permite uma avaliação de envelhecimento forçado do adesivo, a seleção de amostras para ensaios deve obedecer os requisitos da normas de inspeção e amostragem (NBR 10411/1998).

O ensaio consiste da colocação de uma amostra de forro de 50 x 50 cm, suspensa dentro de uma estufa na temperatura de 60 °C, por 96 horas, com avaliação de uma em uma hora nas primeiras oito horas.

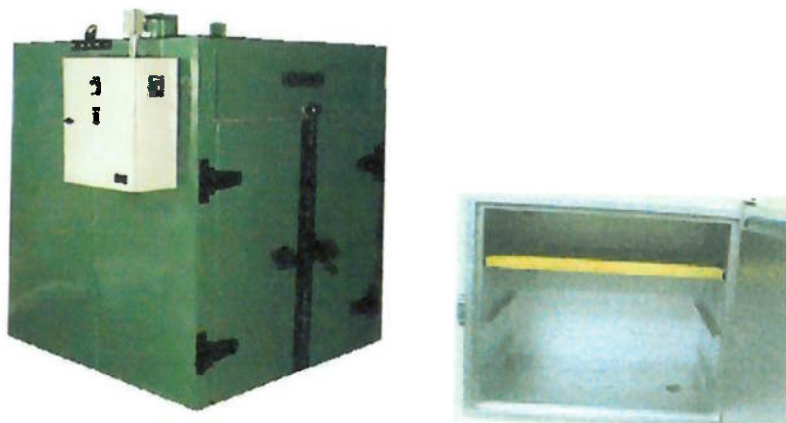


Figura 16 - Estufa e ensaio de adesão do revestimento.

Os adesivos Hot Melt possuem fórmulas e são especificamente para este propósito, parâmetros estipulados pelo fabricante do forro.

O ensaio apresentou os seguintes resultados, para o adesivo *hot-melt*:

Tabela 05 - Adesão revestimento no painel em lã de vidro

| Ensaio | Resultado |
|--------------------------------------|---|
| Envelhecimento do PVC - 96 h - 54 °C | Aprovado |
| Descolamento | Não descolou |
| Bolhas | Ausente |
| Absorção da cola pelo painel | Ausente |
| Aderência revestimento – painel | Aprovada - arrancamento do revestimento trazendo lã. |

8 SISTEMA DE QUALIDADE ALFA ISOLANTES

O Sistema da Qualidade da Alfa Isolantes (SGQAI) está certificado desde setembro de 1995, quando obteve o certificado ISO 9002 – rev. 94. Em junho de 2003 obteve a certificação na ISO 9001:2000, em setembro de 2004 foi recertificado na Norma ISO 9001: 2000.

8.1 DEFEITO DE FABRICAÇÃO

O que é um produto com defeito de fabricação?

De um modo geral é todo aquele produto ou serviço que apresente uma ou mais características fora de uma especificação pré-determinada.

Constatado o defeito de fabricação, a responsabilidade do fornecedor ou cliente é transferida para o fabricante do produto, nos moldes do que preceitua o artigo 12 do Código de Defesa do Consumidor, que diz: "O fabricante, o produtor, nacional ou estrangeiro, e o importador respondem, independentemente da existência de culpa, pela reparação dos danos causados aos consumidores por defeitos decorrentes de projeto, fabricação, construção, montagem, fórmulas, manipulação, apresentação ou condicionamento de seus produtos, bem como por informações insuficientes ou inadequadas sobre sua utilização e riscos".

Assim, nos casos em que o defeito é de "concepção ou de "fabricação", a responsabilidade do fornecedor passa a ser subsidiária, ou seja, o fornecedor somente será solidariamente responsável se o fabricante não puder ser identificado.

Aconselha-se registrar em documentos toda e qualquer reclamação feita pelo consumidor, discriminando os defeitos constatados, datas, serviços realizados e, principalmente, seja imediata e expressamente comunicado ao fabricante os defeitos com suspeitas de serem de concepção ou de fabricação do produto, com o objetivo de se garantir direitos em eventuais defesas futuras.

8.2 CUSTOS DA QUALIDADE

Muitos programas de qualidade e melhoria contínua alcançam bons resultados operacionais, porém não trazem um retorno dos investimentos aceitável para a organização.

A realidade é que a maioria destes programas falham em utilizar medidas de controle que ofereçam suporte financeiro para a tomada de decisões em ações de melhoria, existe portanto, a necessidade da utilização de ferramentas de controle e gerenciamento de custos em programas de qualidade e melhoria contínua, de forma a interrelacionar as áreas financeiras e operacionais da empresa, visando a satisfação total do cliente interno e externo, conjuntamente com um aumento nos lucros (OLIVEIRA; PEREZ, 2000).

A maioria dos sistemas de controle dos custos da qualidade são sistemas isolados, que se utilizam de dados contábeis para o fornecimento de relatórios periódicos, com o surgimento dos sistemas de custeio baseados em processos, tornou-se possível relacionar o desenvolvimento financeiro de uma empresa com seu nível operacional, sendo que o controle de custos da não qualidade dos processos é uma poderosa ferramenta para o estabelecimento de metas e para análise do impacto financeiro decorrente de ações de melhorias.

Não se pode cobrar mais por produtos ou serviços que também são oferecidos pela concorrência, isto é, o preço já está estipulado pelo mercado. O consumidor só pagará mais se um produto ou serviço adicionar maior valor. Desta forma, o gerenciamento de processos visa maximizar as atividades que agregam valor e eliminar as atividades realizadas em uma empresa que não são percebidas pelo consumidor. Para melhorar processos e maximizar o lucro, torna-se necessário gerenciar custos, a fim de despendar recursos com investimentos que adicionam valor para o consumidor e trazem retorno para a empresa.

A era da qualidade surgiu a partir de 1980 com a revolução provocada pelos produtos japoneses, que ganharam o mercado americano com preços mais acessíveis e qualidade superior. Nesta época, empresas começaram a tomar consciência da necessidade de desenvolver a indústria americana, no sentido de tornar seus produtos competitivos mundialmente.

A qualidade passou a ser vista como ponto estratégico fundamental para o crescimento e sobrevivência de várias indústrias.

Hoje, grande parte das empresas admite possuir algum tipo de programa de qualidade. Ferramentas de análise estatística de processos, análise de valor, círculos de controle da qualidade, qualidade total, gerenciamento de processos, análise de Pareto, sistemas de produção Just-In-Time, passam a fazer parte do cotidiano das empresas na sua busca por melhor qualidade, produtividade e lucratividade.

Conceitos de custos da qualidade surgiram a partir da literatura de controle da qualidade no sentido de oferecer suporte as ações de melhorias e como forma de medir a qualidade das empresas. Juran discute custos da qualidade pela primeira vez em 1951 em seu livro *Quality Control Handbook* (JURAN; GODFREY, 1999).

Em 1956, Armand Feigenbaum em seu livro *Controle Total da Qualidade* (FEIGENBAUM, 1994), enfatiza a importância de medidas para a qualidade e propõe a classificação dos custos da qualidade em quatro categorias: Prevenção, Avaliação, Falhas internas e Falhas externas. Esta classificação de Feigenbaum tem sido utilizada até o presente pela maioria dos autores que aplicam e discutem os conceitos dos custos da qualidade.

No final da década de 70 e início da década de 80, os custos da qualidade começaram a ganhar maior atenção de contadores e gerentes que estavam preocupados com o sucesso dos programas de qualidade de suas empresas. Em 1987 o instituto de Contadores Gerenciais nos Estados Unidos publica "*Medindo, Planejando e Controlando Custos da Qualidade*" (IMA et al., 1987 apud ATKINSON; HOHNER; MUNDT; TROXEL, WINCHELL, 1992) que oferece informações detalhadas de como implementar um sistema formal de relatórios de custos da qualidade.

Assim, no início da década de 90, com o aumento da competitividade mundial, inicia-se uma tendência nas empresas de controlar e gerenciar seus custos, juntamente com seus programas de qualidade. Por isso, novos sistemas de custos surgiram para substituir a obsolescência e imprecisão dos sistemas de custos tradicionais. Neste contexto, custos da qualidade passa a ser uma ferramenta fundamental para medir e guiar a qualidade e estratégias de custo e diferenciação das empresas modernas. Porém, a maioria dos sistemas de custos da qualidade existentes utilizam sistemas de custeio tradicionais ou obtém suas informações diretamente dos

relatórios financeiros.

Em 1991, o Instituto de Contadores Gerenciais (IMA), publica "Current Trends in Quality Costs" (ATKINSON; GREGORY; RICHARD; WINCHELL; 1991), reafirmando a importância dos custos da qualidade na tomada de decisões gerenciais e propondo a utilização de sistemas de custos baseados em atividades para medir custos da qualidade e relacionar as causas dos custos a várias atividades. Segundo Morse (1989), recentes mudanças nas construções e aplicações dos custos da qualidade incluem: a identificação de uma nova maneira de medir os custos escondidos da qualidade; o uso de conceitos de gerenciamento baseado em atividades quando da análise de custos da qualidade; e a ligação da cadeia de valores aos conceitos de custos da qualidade.

A falta da qualidade gera prejuízo, pois quando um produto apresenta defeitos, a empresa gasta novamente para corrigir tais defeitos e o custo de produção de uma peça defeituosa pode até dobrar. Estes custos provenientes de falhas no processo produtivo fazem parte dos custos da qualidade e servem para medir o desempenho dos programas de melhoria nas organizações.

8.2.1 Custos de controle

Custos de controle são aqueles necessários para garantir que o produto saia perfeito.

Os custos da falha de controle são devidos a falhas que podem ser detectadas na linha de produção, antes que o produto saia da empresa ou mesmo depois que o produto já se encontra no mercado.

8.2.2 Custos de prevenção

Custos de prevenção são todos os custos incorridos para evitar que falhas aconteçam. Tais custos tem como objetivo controlar a qualidade dos produtos, de forma a evitar gastos provenientes de erros no sistema produtivo.

São considerados custos de prevenção:

- Planejamento da qualidade;
- Revisão de novos produtos;
- Treinamento;
- Controle de processo;
- Análise e aquisição de dados;
- Relatórios de qualidade;
- Planejamento e administração dos sistemas de qualidade;
- Obtenção das medidas de qualidade e controle do equipamento;
- Suporte aos recursos humanos;
- Manutenção do sistema de qualidade ;
- Custos administrativos da qualidade;
- Gerenciamento da qualidade;
- Estudo de processos;
- Informação da qualidade;
- Outros.

8.2.3 Custos de avaliação

Custos de Avaliação são os custos necessários para avaliar a qualidade do produto pela primeira vez e assim, detectar falhas e inconsistências antes que o produto seja posto no mercado. Tais custos incluem:

- Inspeção de Matéria-prima;
- Inspeção e teste;
- Testes de equipamento;
- Material consumido nos testes;
- Avaliação de estoques;
- Custos de preparação para inspeção e teste;
- Custos de controle de compras;
- Operações de laboratório;

- Aprovações de órgãos externos como governo, seguro, laboratórios;
- Envio dos produtos testados para a produção;
- Demonstração de qualidade, relatórios de qualidade;
- Manutenção e set up;
- Testes de produção.

8.2.4 Custos de falhas internas

Os custos das falhas internas são todos aqueles incorridos devido a algum erro do processo produtivo, seja ele falha humana ou falha mecânica. Quanto mais cedo erros são detectados, menores serão os custos envolvidos para corrigi-los.

Alguns exemplos de falhas internas são:

- Refugos;
- Retrabalho;
- Retestes;
- Paradas;
- Esperas;
- Falhas do fornecedor;
- Utilização de material rejeitado para outras finalidades;
- Ações corretivas derivadas de materiais e processos;
- Outros custos internos.

8.2.5 Custos de falhas externas

Os custos de falhas externas são aqueles decorrentes de falhas no produto ou serviço quando estes se encontram no mercado e/ou são adquiridos pelo consumidor final. Falhas externas ocasionam grandes perdas em custos intangíveis, como destruição da imagem e credibilidade da empresa. Quanto mais tarde erros forem detectados, maiores serão os custos envolvidos para corrigi-los, além de ocasionar perdas que muitas vezes são irreversíveis. São considerados

custos de falhas externas:

- Atendimento a reclamações;
- Material devolvido;
- Custos com garantia;
- Custos de concessões dadas aos clientes, descontos;
- Serviço de atendimento ao cliente;
- Outros custos externos.

9 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA ESTUDADO

Com uma análise mais criteriosa das devoluções por ocorrência, obtemos o resultado que o maior percentual de devoluções ocorrem por motivos de Qualidade com o produto, onde existe a predominância de Defeito de Fabricação.

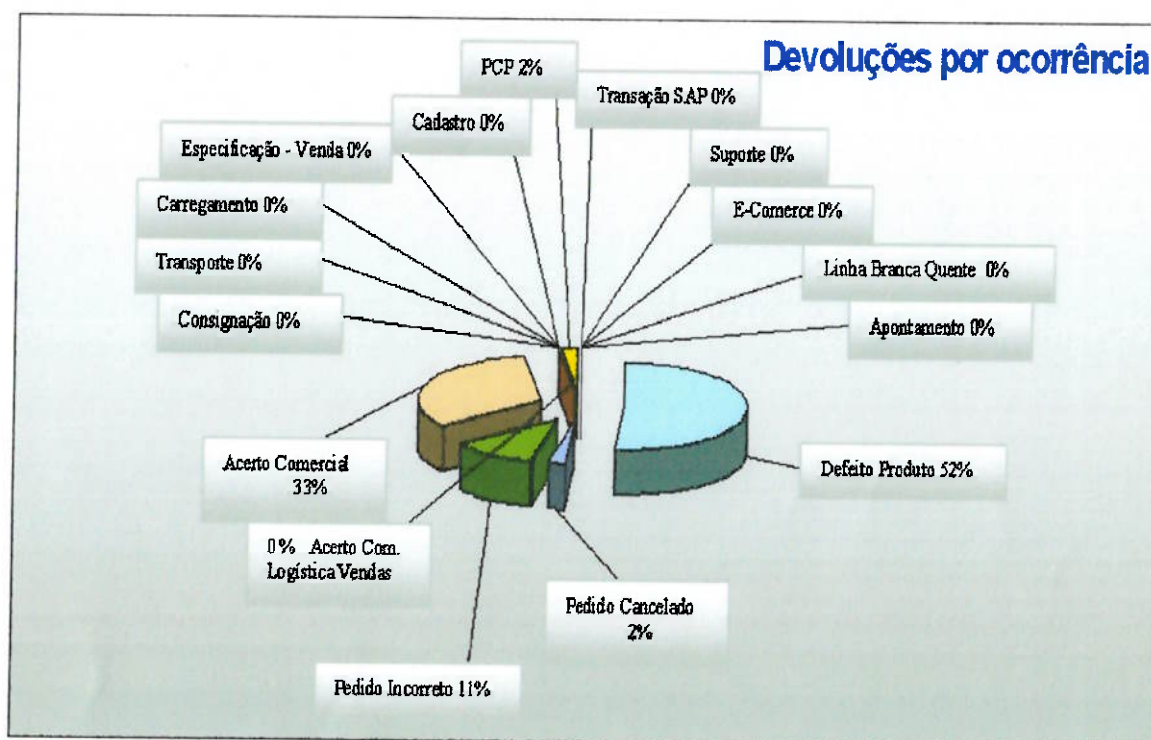


Gráfico 2 - Devoluções por ocorrências: Ano 2006

As devoluções por defeito no produto representam 52% das devoluções e possuem os custos mais elevados, pois necessitam da troca do produto e em diversas vezes quando o problema surge após a instalação do produto, é necessária a contratação de uma equipe especializada para a remoção e instalação do produto ao cliente.

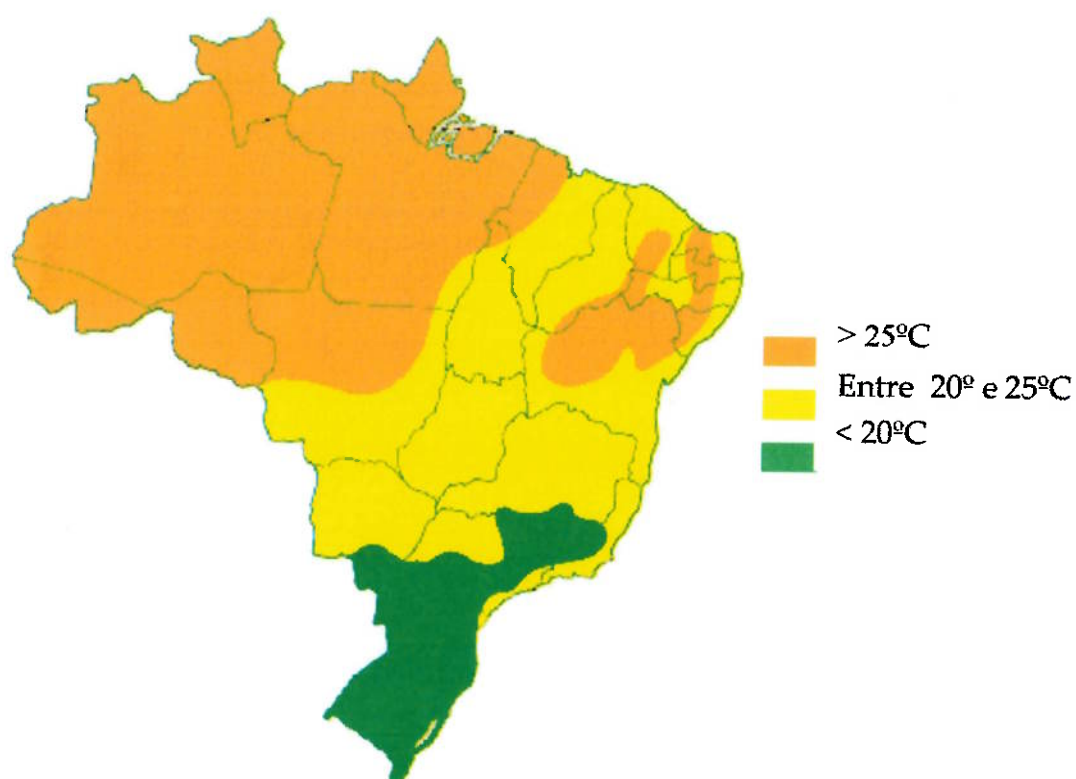
As vendas de forros são destinadas a todas as regiões do Brasil, incluindo-se também a disponibilidade de produtos destinados à exportação.

Analisando os relatórios do setor Qualidade, em relação às ocorrências de qualidade por defeito de produto, observa-se que a maior incidência de ocorrências, ocorre nas regiões de temperaturas médias entre 20 e 25°C e

superior a 25°C, sendo que a maior incidência de ocorrências de qualidade é o descolamento do revestimento, conforme tabela 06 e mapa 01.

Tabela 6 – % Devolução x Médias Anuais de Temperatura °C

| Motivo Devolução | % Devolução x Médias Anuais de Temperatura °C | | |
|-------------------------------------|---|-------------|--------|
| | > 25°C | 20°C a 25°C | < 20°C |
| Descolamento do revestimento | 69 | 58 | 42 |
| Variação tonalidade do revestimento | 25 | 29 | 34 |
| Bolhas no revestimento | 4 | 10 | 17 |
| Variação dimensional | 1,5 | 2 | 5 |
| Outros | 0,5 | 1 | 2 |



Mapa 01 - Médias Anual de Temperatura – fonte: Atlas Escolar Melhoramentos

Em diversas regiões do Brasil as temperaturas máximas podem atingir 35°C, conforme tabela:

Tabela 7 – temperatura máxima e mínima por Estado

| UF | CAPITAIS | MÁXIMA (°C) | MÍNIMA (°C) |
|-----|--------------------|-------------|-------------|
| MT | Cuiabá (5) | 39.1 | 8.3 |
| PI | Teresina (1) | 38.1 | 17.8 |
| RS | Porto Alegre (5) | 37.2 | -0.2 |
| AM. | Manaus (5) | 36.3 | 18.3 |
| GO | Goiânia (3) | 36.2 | 8.9 |
| AC | Rio Branco (4) | 35.6 | - |
| ES | Vitória (1) | 35.5 | 15.1 |
| MS | Campo Grande (4) | 35.3 | 4.1 |
| RO | Porto Velho (4) | 34.8 | 15.0 |
| SC | Florianópolis (3) | 34.8 | 1.5 |
| AL | Maceió (1) | 34.4 | 18.0 |
| AP | Macapá (1) | 34.0 | 21.2 |
| SP | São Paulo (5) | 33.9 | 4.4 |
| PA | Belém (5) | 33.8 | 20.8 |
| CE | Fortaleza (5) | 33.3 | 21.3 |
| MA | São Luís (1) | 32.8 | 20.6 |
| BA | Salvador (1) | 32.8 | 19.6 |
| SE | Aracaju (3) | 32.6 | 18.0 |
| MG | Belo Horizonte (3) | 32.3 | 10.0 |
| PE | Recife (5) | 32.0 | 18.4 |
| PR | Curitiba (4) | 31.6 | -0.7 |
| DF | Brasília (2) | 31.6 | 7.0 |
| PB | João Pessoa (5) | 31.2 | 19.0 |
| RN | Natal (5) | 31.0 | 18.3 |

Fonte: FIBGE

Notas: (1) dados referentes a 1989; (2) dados referentes a 1990; (3) dados referentes a 1991; (4) dados referentes a 1992; e (5) dados referentes a 1993.

O Forro da Alfa Isolantes é destinado à isolação térmica, aplicado próximo ao telhado e a temperatura na face inferior da telha, poderá chegar facilmente entre 75°C e 85°C, conforme medições já realizadas.

O hot-melt é um adesivo 100% sólido e termofusível, que possui uma alta produtividade e diversas aplicações.

Entre os equipamentos necessários para a aplicação deste adesivo, podemos considerar um equipamento que faz a transformação do material sólido em

líquido, podendo ser aplicado por uma pistola e com um bom índice de produtividade.

Nas amostras encaminhadas para análise, após sofrerem o descolamento do revestimento de PVC, observa-se em sua grande maioria, que devido os forros serem fixados muito próximos ao telhado e com a incidência de calor, o adesivo que é predominantemente a base de borracha, perde as suas características, resultando em uma redução de suas propriedades de fixação e tendo como resultado o descolamento do revestimento de PVC.

9.1 DEVOLUÇÕES POR DEFEITO DE PRODUTO

Estudando-se as Devoluções por Defeito de Produto podemos observar quais os produtos que representaram o maior índice de ocorrências, causas das ocorrências e quais foram às ações corretivas e/ou preventivas.

Tabela 8 – Motivo devolução

| Motivo | Defeitos (kg) | Produção (kg) | IR | % Freq Relativa | Freq Acumulada |
|--------------|----------------|------------------|--------------|-----------------|----------------|
| DP | 6603,04 | 85000,00 | 2,59% | 67,54% | 67,54% |
| AC | 2360,88 | 85000,00 | 0,93% | 24,15% | 91,69% |
| PI | 812,688 | 85000,00 | 0,32% | 8,31% | 100,00% |
| Total | 9776,61 | 255000,00 | 3,83% | | |

DP: defeito de produto, AC: Acerto Comercial, PI: Pedido incorreto

Fonte – Alfa Isolantes 2006

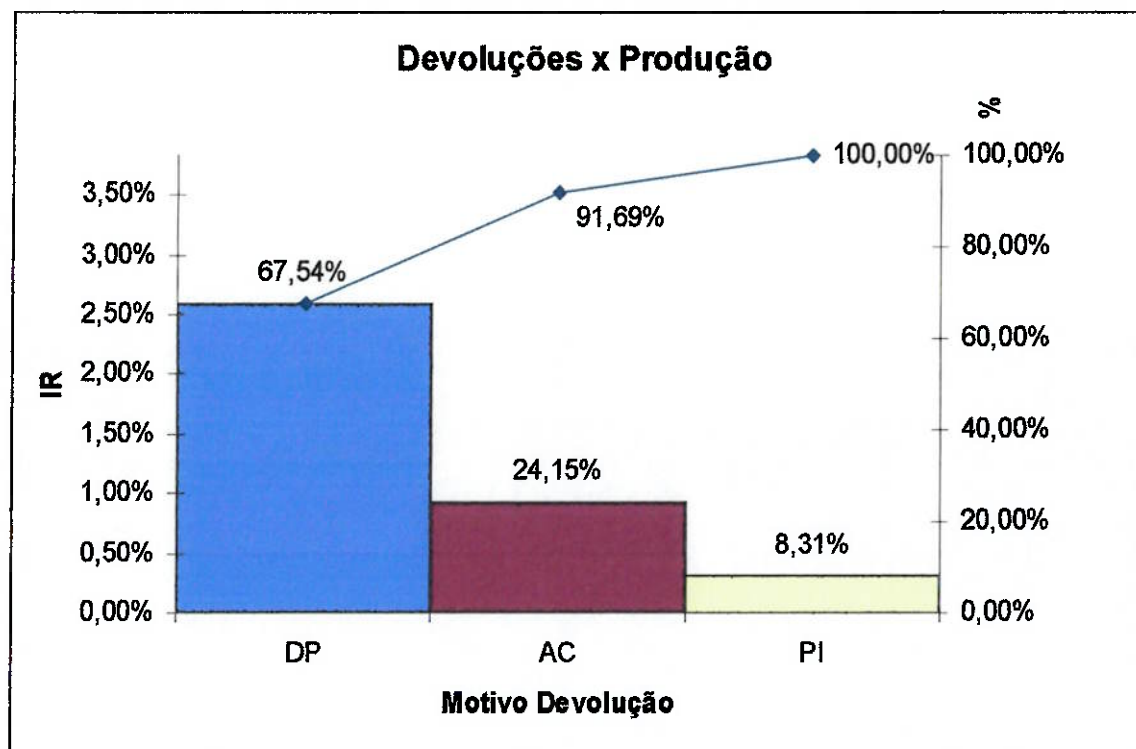


Gráfico 3 – Devoluções x Produção, Ano 2006

Estratificando-se o item DP (Defeitos de Produção), observamos os produtos mais críticos:

Tabela 9 – Devolução por modelo de forro

| Modelo de forro | Defeitos (kg) | Produção (kg) | IR | % Freq Relat | Freq Acum |
|--------------------|----------------|------------------|--------------|--------------|-----------|
| Alfa 15mm | 4.774,420 | 135000 | 3,28% | 72,31% | 72,31% |
| Alfa 20mm | 1.657,260 | 5200 | 1,14% | 25,10% | 97,40% |
| Alfa 25mm | 144,000 | 3150 | 0,10% | 2,18% | 99,59% |
| Alfa não revestido | 27,360 | 2000 | 0,02% | 0,41% | 100,00% |
| Total | 6603,04 | 145350,00 | 4,54% | | |

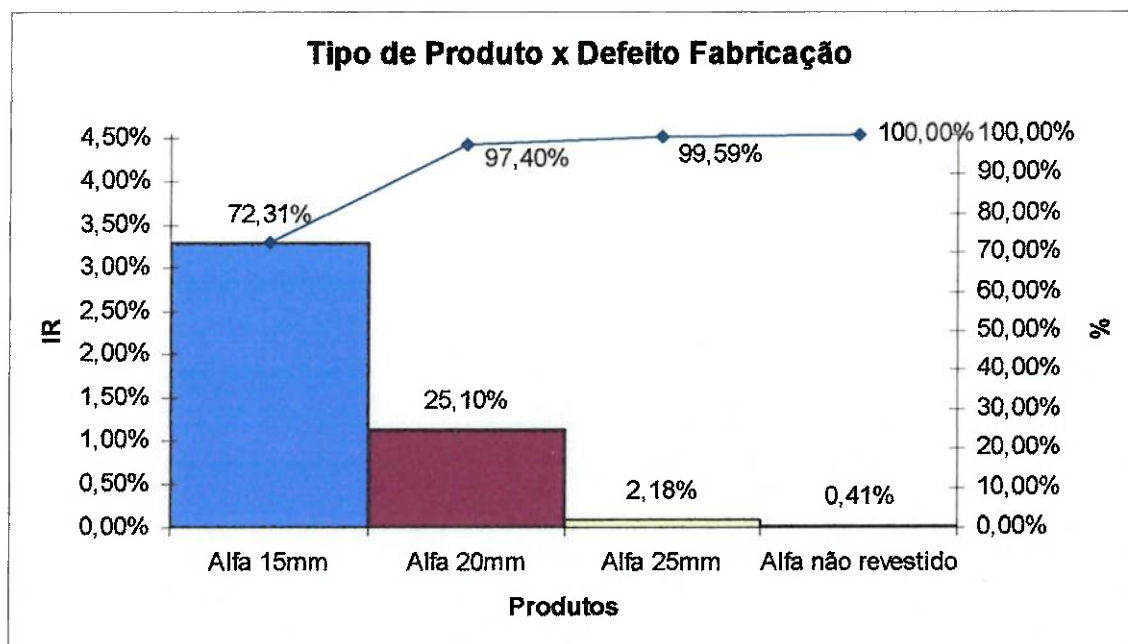


Gráfico 4 – Tipo de Produto x Defeitos fabricação

Estratificando-se o produto Forro Alfa 15mm, observamos os principais defeitos:

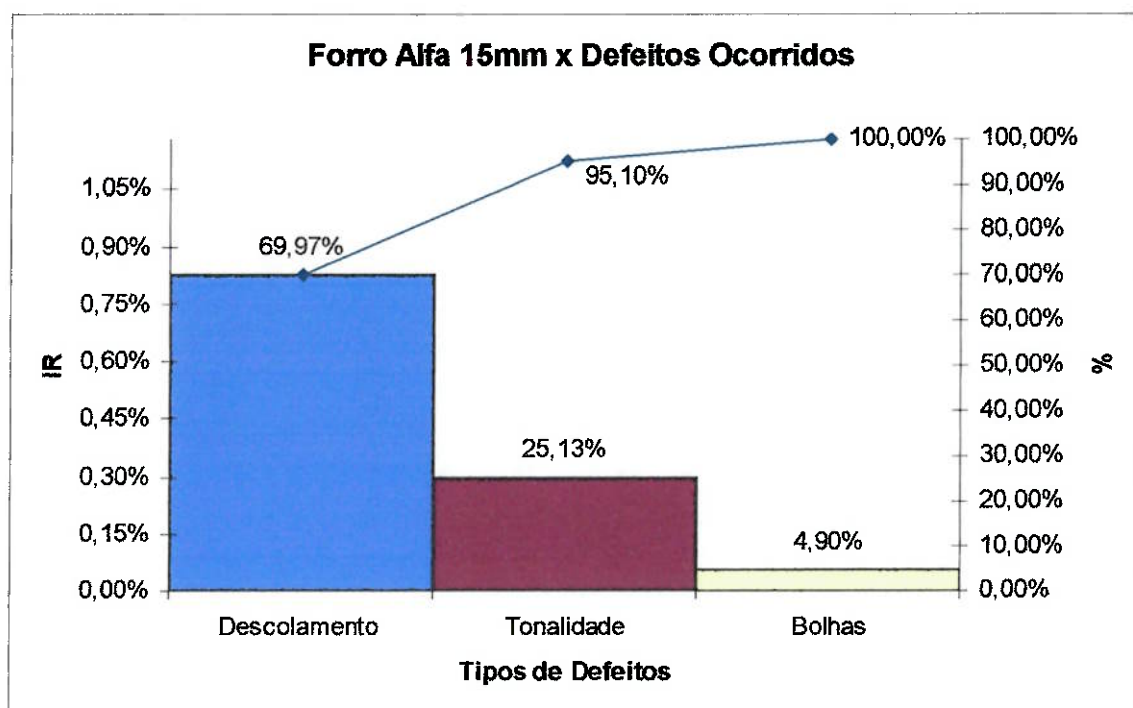


Gráfico 5 – Forro Alfa 15mm x Defeito Ocorridos

10 BRAINSTORMING

Brainstorming é uma ferramenta da qualidade que tem como meta obter o máximo de informações e idéias de seus colaboradores, é de fundamental ajuda para a identificação de problemas e soluções. Utiliza-se a criatividade, espontaneidade e conhecimento de seus participantes. É importante salientar que os mesmos devem sempre manter o foco no problema, porém, sem restrições à suas idéias e incentivo para que sejam expostas ao grupo.

O Brainstorming pode ser usado de duas formas:

- a) estruturado** - todas as pessoas do grupo devem dar uma idéia a cada rodada ou “passar” até que chegue sua próxima vez. Isto geralmente obriga até mesmo os tímidos a participarem, mas pode também criar certa pressão sobre a pessoa.
- b) não estruturado** - os membros do grupo simplesmente dão as idéias conforme elas surgem em suas mentes. Isto tende a criar uma atmosfera mais relaxada, mas também há o risco de dominação pelos participantes mais extrovertidos.

A premissa para a utilização desta ferramenta é:

- Nunca criticar idéias;
- Escrever num flip chart ou quadro negro todas as idéias. A exposição das idéias de todos, ao mesmo tempo, evita mal entendidos e serve de estímulo para novas idéias;
- Todos devem concordar com a questão ou então esta deve ser repensada. Reescrever a nova redação;
- Escrever as palavras do participante. Não interpretar;
- Fazer um brainstorming rápido: 5 a 15 minutos são suficientes.

A partir da breve definição da ferramenta acima exposta, e das características do problema em questão, foi realizado um brainstorming não-estruturado com o objetivo de buscar suas causas.

Após o exercício, tratou-se as idéias geradas e estabeleceram-se as idéias predominantes e que devem ser trabalhadas, agrupando as em 16 itens.

Abaixo seguem os resultados do brainstorming:

- 1) Ausência / Excesso de adesivo
- 2) Ausência de padrão de Tonalidade do revestimento
- 3) Falta de superfície de contato do PVC com o painel devido a rugosidade do revestimento
- 4) Ausência de regulagem do aplicador do adesivo
- 5) Não uniformidade na aplicação do adesivo
- 6) O teste de adesão não permite prever o descolamento do revestimento
- 7) Ausência de certificado do fornecedor que garanta a performance do revestimento em regiões de clima quente
- 8) Falta de retorno de informações do Fornecedor do Hot Melt
- 9) Ausência de amostras para estudo do adesivo
- 10) Falta de treinamento
- 11) Não existe um cronograma de avaliação do fornecedor do adesivo
- 12) Ausência de retorno das informações solicitadas fornecedor x cliente
- 13) Falta de identificação dos lotes de PVC
- 14) Ausência de identificação do PVC nos lotes produzidos
- 15) Ausência de informações de data de fabricação nas placas de forro
- 16) Ausência de informações: tempo X variação tonalidade do revestimento do forro em PVC.

11 DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO

Este diagrama, originalmente proposto por Kaoru Ishikawa na década de 60, já foi bastante utilizado em ambientes industriais para a localização de causas de dispersão de qualidade no produto e no processo de produção.

É a representação gráfica que auxilia de forma organizada, a identificação de causas de um problema em específico. As famílias de causas ou “Ms”, vulgarmente ditos, estabelecidos nesta ferramenta são: mão-de-obra, materiais, máquinas, meio ambiente, medidas e métodos. Eles representam as categorias de onde provêm possíveis causas do problema em questão que estejam afetando a melhoria do processo em geral.

Conforme são diagnosticados possíveis causas, a exigência de sabedoria do processo torna-se maior e o caminho para a solução, mais claro. Neste passo, discussão e pesquisa são fundamentais. Alternativamente podem ser utilizados os 4 “Ps”, Políticas, Procedimentos, Pessoal e Planta, ou quaisquer categorias que facilitem o raciocínio sobre a questão analisada.

Sendo assim, o diagrama apresenta como pontos fortes:

- É uma boa ferramenta de levantamento de direcionadores;
- É uma boa ferramenta de comunicação;
- Estabelece a relação entre o efeito e suas causas.
- Possibilita um detalhamento das causas.

A partir do exposto sobre a ferramenta, para o problema de estudo deste projeto, foi considerado mais adequado a utilização das seguintes categorias abaixo para a construção do Diagrama de Causa e Efeito:

- Estrutura
- Materiais
- Mão-de-obra
- Medição
- Organização

DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO – DESCOLAMENTO DO REVESTIMENTO

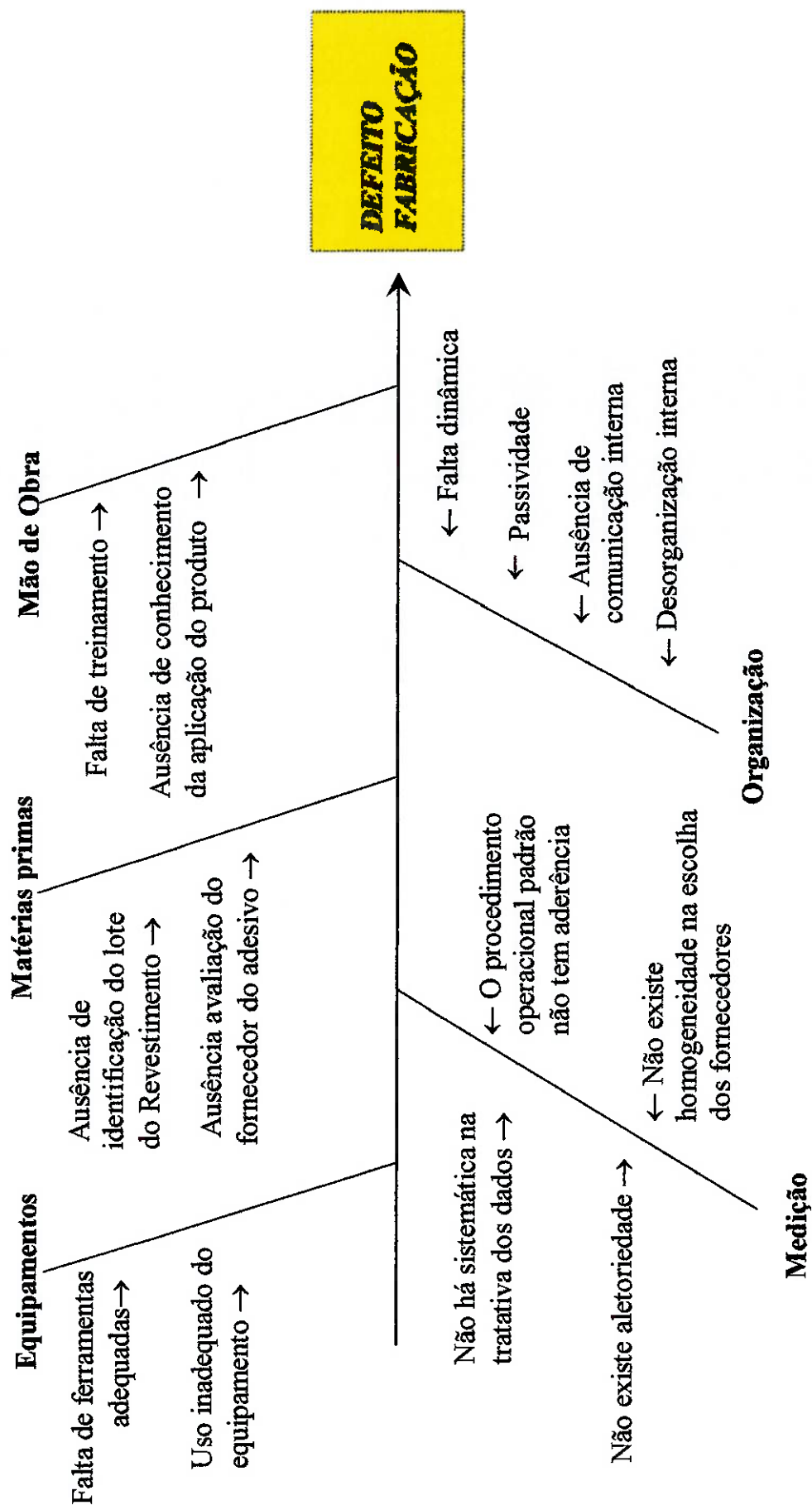


Figura 17 – Diagrama de causa e efeito

12 QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT - QFD

O QFD é uma técnica que foi desenvolvida visando estabelecer ações sistemáticas para traduzir a “voz do cliente” em especificações técnicas em cada etapa de obtenção do produto, desde o planejamento e desenvolvimento até as vendas e assistência técnica (Netto, Adherbal C. in revista O Papel. Julho de 1994).

Esta técnica foi desenvolvida no Japão no final dos anos 60 pelos professores Shigeru Mizuno e Yoji Akao, com o objetivo de desenvolver um método de assegurar que o produto a ser desenvolvido está de acordo com os requisitos desejados pelos clientes e que tais requisitos são considerados no projeto antes da fabricação do produto.

A primeira aplicação do QFD foi em 1.966 por Kiyotaka Oshiumi da Bridgestone Pneus no Japão, identificando cada requisito do cliente (efeitos) e relacionando-os com as características de qualidade e de fatores de processos (causas), com um gráfico de espinha de peixe.

A partir de 1.972, quando a técnica do QFD foi usada para o projeto de um navio petroleiro no Kobe Shipyards of Mitsubishi Heavy Industry, o uso dos diagramas de espinha de peixe tiveram um crescimento universal, como os efeitos tinham as mesmas causas múltiplas, as espinhas de peixe foram remodeladas em uma matriz, com as linhas sendo os efeitos de satisfação dos clientes e as colunas sendo as causas de controle, mensuráveis.

Na mesma época, Katsuyoshi Ishihara introduziu os princípios da Engenharia de Valor, usados para descrever como um produto e seus componentes funcionam, onde expandiu este princípio para descrever as funções inerentes de um negócio para assegurar a qualidade do projeto.

O QFD tornou-se uma ferramenta de qualidade, podendo ser aplicado tanto para produtos como para os negócios.

12.1 A VOZ DO CLIENTE

Através de pesquisa feita junto aos principais grupos de clientes de forros (escritórios de arquitetura, consultores de acústica, construtoras, distribuidores e usuários finais), buscou-se identificar os seguintes pontos:

- decidir como melhorar ou modificar nossos produtos;
- identificar novas preferências;
- identificar pontos fortes e pontos fracos dos concorrentes em relação aos nossos produtos.

O departamento de marketing de qualquer corporação deve auxiliar neste processo de identificar e traduzir os desejos dos clientes. (Kotler, 2000)

A pesquisa foi feita através de uma entrevista junto ao grupo de clientes.

As informações foram analisadas e estratificadas, visando agrupar e verificar as afinidades das mesmas, estas informações serviram de base para definir os atributos de qualidade de um novo produto.

O quadro 01 a seguir, demonstra o resultado de uma pesquisa qualitativa que buscou identificar as características de qualidade e propriedades do forro relacionadas ao uso e satisfação do cliente.

| Atributos do produto | Arquitetos | Construtoras | Cliente Final |
|--|------------|--------------|---------------|
| Performance acústica | I | R | I |
| Performance térmica | R | R | I |
| Resistência mecânica da placa de forro | A | I | R |
| Baixo Custo | A | I | R |
| Apelo estético | I | R | R |
| Disponibilidade no Mercado | A | R | R |
| Durabilidade | A | R | R |
| Forro fabricado com lâ de Vidro | N | R | N |
| Tipo de Revestimento usado no forro | R | I | N |

Quadro 01 - Características desejadas clientes

Escala de avaliação:

I - Importante A- Almejável

R – Relevante N- Não importante

Conclui-se que os clientes desejam um produto de boa performance termo-acústica, com aspecto estético e com custo competitivo no mercado.

O QFD captura as necessidades dos clientes e conduz esta informação ao longo de todo o processo produtivo de maneira a entregar novamente ao cliente um produto/serviço conforme desejado, produto esse expressado através de requisitos de qualidade.

Os requisitos considerados para a elaboração da “casa da qualidade” foram:

| Requisitos Primários | Requisitos Secundários | Requisitos Terciários |
|----------------------|--|---|
| Qualidade | Confiabilidade (não descolar revestimento ao longo da vida operacional) | - Facilidade na instalação - Fácil manuseio - Segurança - Não se altera com o tempo - Disponibilidade no mercado |
| | Desempenho térmico e acústico | - Possuir alta resistência térmica - Possuir alta absorção acústica - Propriedades que não se alteram com o passar do tempo |
| Estética | Bom aspecto visual (estética) | - Fácil limpeza - Harmonia com ambientes - Reflexão adequada da luz do ambiente |

Quadro 02 - Requisitos clientes (aspectos desejados)

As características responsáveis pela performance de um forro termo-acústico são:

- densidade do painel de lã de vidro;
- espessura do painel de lã de vidro;
- variação dimensional da placa de forro;
- teor de resina empregado na fabricação do painel de lã de vidro;
- porosidade do revestimento;
- estabilidade dimensional do revestimento;
- espessura do revestimento;
- brilho ou reflexão da luz do revestimento;
- resistência ao fogo do revestimento;
- coeficiente de absorção acústica do produto final;
- condutividade térmica do painel de lã de vidro.

13 RESULTADOS E AÇÕES

Após a análise dos produtos e ocorrências referente à qualidade, foram elaboradas as ações preventivas e corretivas, para evitar as principais ocorrências de defeito de qualidade com a linha de Forros Alfa, onde o objetivo da empresa será minimizar o índice de devoluções por defeito de produto de 67,54% para um percentual de no máximo 10% e objetivando chegar em um curto prazo a chegar a zero defeitos de qualidade, onde as três principais ocorrências eram:

- Descolamento do revestimento;
- Diferença na tonalidade do revestimento;
- Bolhas no revestimento.

Observando-se o 1º semestre de 2007, observa-se uma redução significativa nas devoluções relacionadas a defeitos de produção:

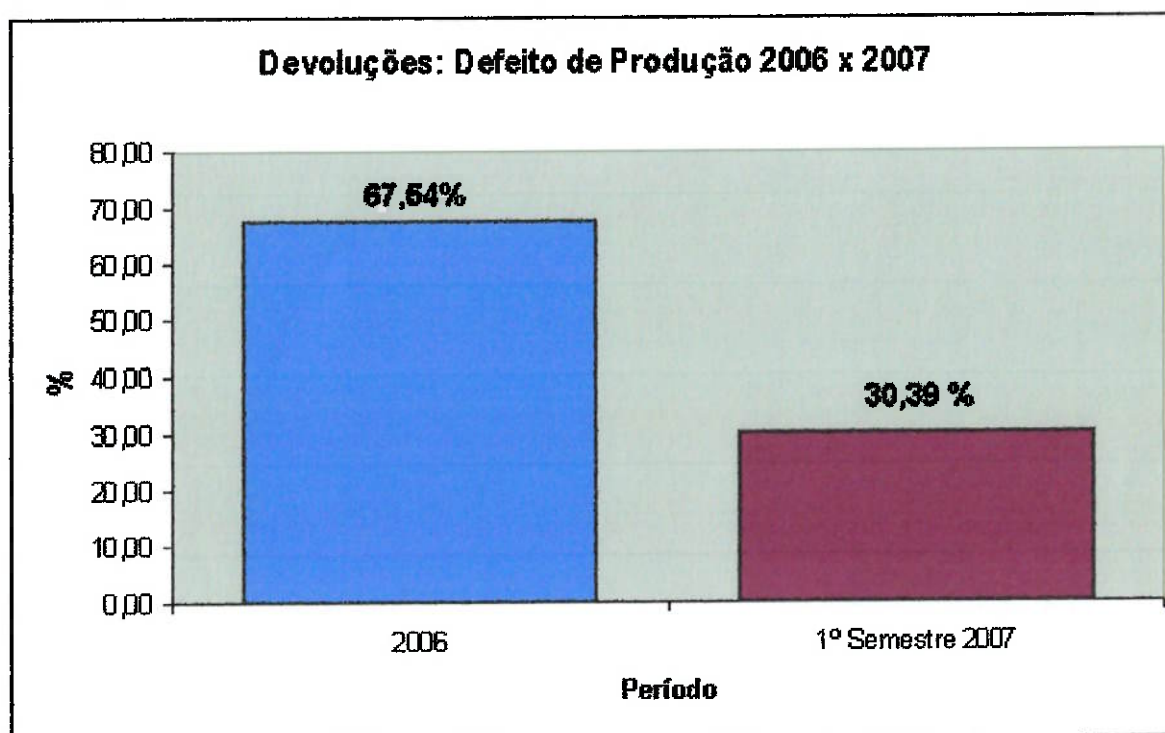


Gráfico 6 – Devoluções: Defeito de Produção 2006 x 2007

13.1 DESCOLAMENTO E BOLHAS NO REVESTIMENTO

Estas duas ocorrências (descolamento e bolhas no revestimento) podem ser tratadas iguais, pois possuem causa semelhante, ou seja, uma deficiência no adesivo que une o revestimento ao painel de lã de vidro.

A ação principal para inibir esta ocorrência foi a substituição do processo de colagem de cola a base de borracha, que possuía uma deficiência quando o forro está aplicado em locais com temperaturas médias anuais acima de 25°C e/ ou aplicado próximo a telhados metálicos, onde a temperatura do forro próximo a esse tipo de cobertura média é de 35°C a 40°C durante o período de maior exposição a luz solar (temperatura na face da telha 75°C a 80°C).

O produto forro Alfa com espessura de 15mm é o produto que apresenta o maior índice de ocorrências em relação ao descolamento do revestimento ou aparecimento de bolhas e apresentou uma redução nas ocorrências mencionadas, porém devido o produto possuir garantia de 02 anos contra defeitos de fabricação, neste 1º semestre, podemos considerar que no montante de ocorrências apresentado, existem devoluções com o adesivo hot-melt que não foram identificadas no ato da devolução:

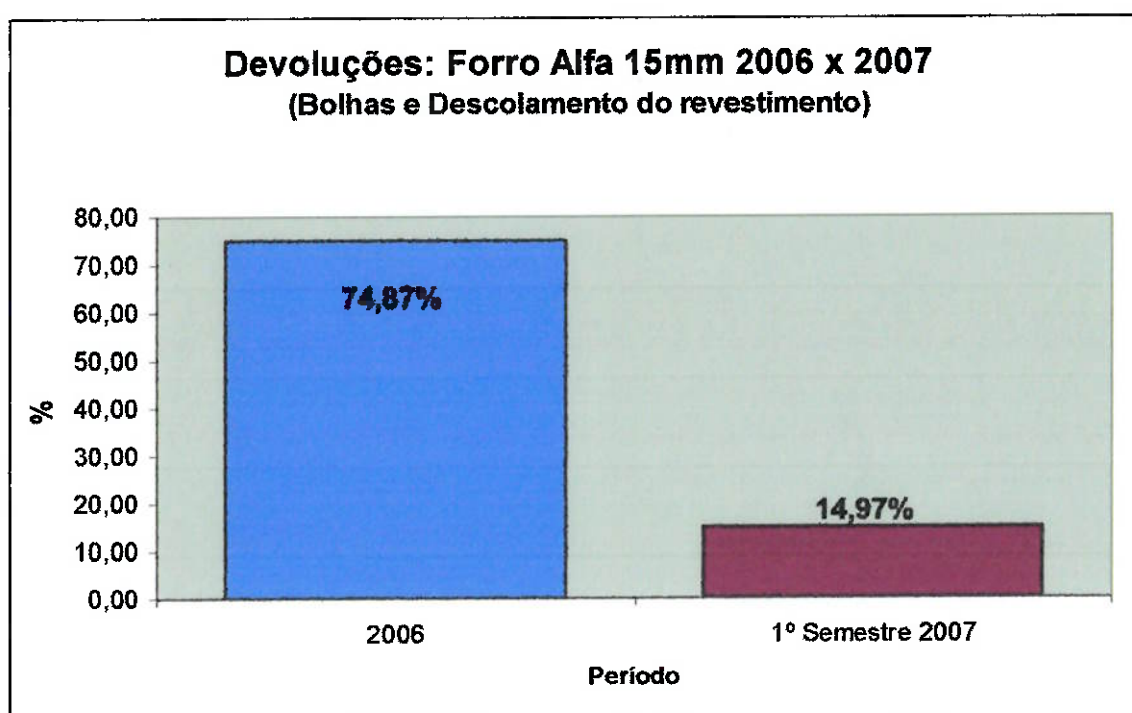


Gráfico 7 – Devoluções: Forro Alfa 15mm 2006 x 2007 - (Bolhas e Descolamento do revestimento)

O novo sistema de fixação do revestimento com o primitivo utiliza um adesivo à base de água, cola branca, que não possui essa deficiência em relação à temperatura onde o forro será aplicado, devido à formulação do adesivo, evitando-se o descolamento do revestimento e consequentemente o aparecimento de bolhas.

Foi estabelecido um novo procedimento interno, onde foi reestruturada a equipe de produção e a cada lote de fabricação, serão analisadas algumas peças após o período de cura do adesivo (2h), onde identificamos deficiência de fixação do revestimento no painel de lã de vidro, adesivo aplicado com uma vazão inferior a vazão adotada, na inspeção é facilmente identificado o lote que não está com o revestimento fixado corretamente e este será facilmente removido do primitivo, logo o primitivo (painel sem revestimento) pode voltar para a linha de colagem de imediato, no antigo sistema esse tipo de operação não seria possível, devido o hot-melt impreguinar-se no primitivo em lã de vidro e ao tentar realizar novamente a fixação do revestimento, a superfície do PVC fotografava, ou seja, revelava-se na superfície do forro os vestígios de cola, resultando em aparas.

O destino de aparas de tecido de vidro para aterros não é uma situação ideal para a geração de um produto ecologicamente correto, com o novo sistema de fixação do adesivo, embora a quantidade de resíduos na produção é muito pequena, algum tipo de reutilização na composição do vidro pode ser estudada.

13.2 DIFERENÇA DE TONALIDADE

As ações preventivas para este tipo de Ocorrência foram:

- Solicitar ao fornecedor do revestimento que forneça a quantidade desejada em um único lote;
- Elaboração de um padrão de cor, sendo que um padrão fica com o responsável pela Qualidade do fornecedor.

O revestimento de PVC ao chegar na empresa, o Setor Qualidade, reinspeciona a tonalidade baseado em um padrão idêntico e de mesmo lote do que se encontra no

fornecedor e caso seja identificada alguma variação de tonalidade abre-se uma não conformidade e a bobina ou até mesmo o lote é separado, identificado e o fornecedor é acionado de imediato para reposição do material.

Após a implantação das ações mencionadas, obtemos uma redução neste tipo de ocorrência de diferença de tonalidade:

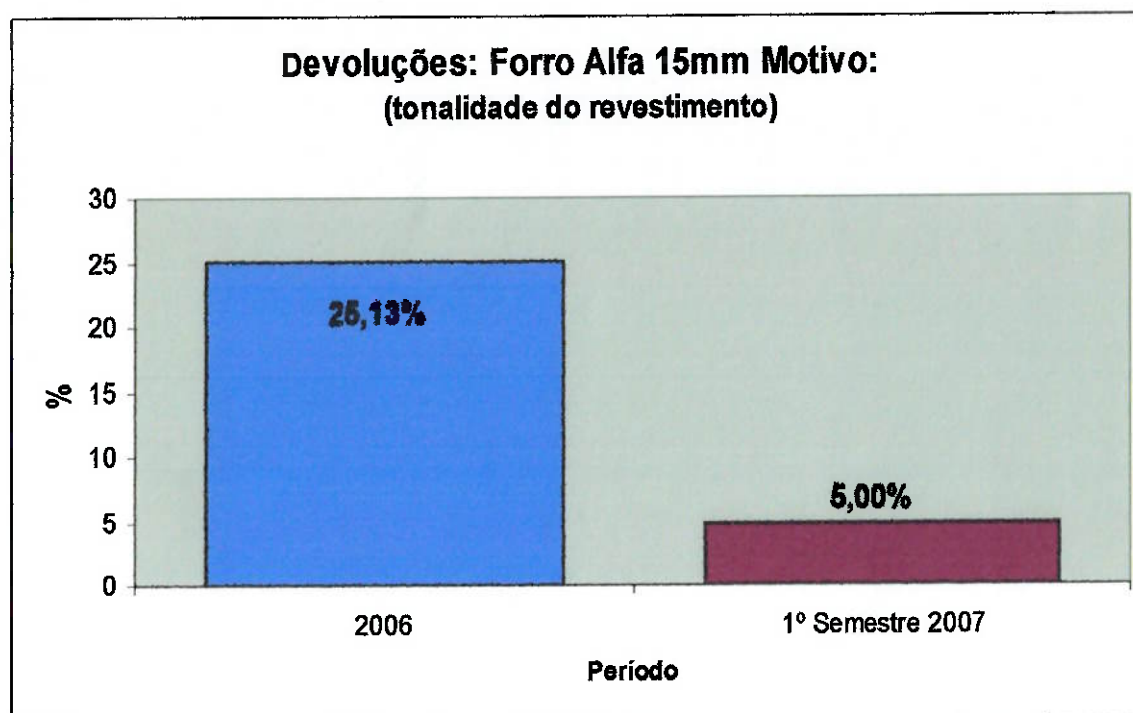


Gráfico 8 – Devoluções: Forro Alfa 15mm 2006 x 2007 - (tonalidade do revestimento)

13.3 CUSTOS DE INVESTIMENTOS

O principal investimento foi a substituição da linha de fixação do revestimento de PVC no painel em lã de vidro que utilizava o adesivo hot-melt, por um sistema de cola branca, com um custo aproximado de R\$800.000,00 sendo que a linha antiga ficou destinada para alguns testes e em um médio prazo deve ser desativada.

Analisando-se o 1º semestre de 2007 pelos documentos de devolução e retorno de materiais, verifica-se que não ocorreram defeitos de produção com o produto fabricado neste período em relação a tonalidade e descolamento do revestimento, sendo um resultado do novo processo de adesivar o revestimento e das ações em

relação a variação de tonalidade do revestimento.

Os resultados obtidos com o novo sistema de colagem e com as ações em relação a diferença de tonalidade, demonstram que pode foram ações eficazes e inclusive com as análises de processo e de mercado, existe a possibilidades de desenvolvimento e lançamento de novos produtos.

Desenvolver um novo forro usando um revestimento de tecido ou véu de vidro aparentemente é viável, embora tenha um custo mais alto que os produtos fabricados com PVC.

Além do custo desta alternativa de revestimento, um ponto importante a considerar é a logística da importação do tecido de vidro merece ser bem avaliada, as oscilações cambiais e a dependência de importação são fatores de risco que devem ser considerados.

13.4 FUTURAS MELHORIAS

Existem melhorias para serem feitas, que não foram abordadas neste estudo, dentre elas podemos citar:

- Reaproveitamento de efluentes utilizados no processo de fabricação;
- Melhorias em relação ao desempenho acústica dos forros, através de revestimentos com maior quantidade de furos ou furos de maior diâmetro;
- Estudos de padronização de embalagens, ao invés de embalagens específicas para cada linha de forros

Tais pontos podem ser modificados visando atender aos requisitos desejados pelo cliente e os aspectos em relação ao meio ambiente.

Em termos de mercado, existe uma oportunidade real de desenvolvimento de um novo produto que merece ser explorada, principalmente para explorar o mercado dos edifícios comerciais de alto padrão.

Ouvir a voz do cliente, planejar o desenvolvimento de novos produtos, utilizando a pesquisa de mercado e ferramentas avançadas de qualidade como o QFD auxiliam e possibilitam um maior sucesso no produto estudo ou no produto a ser desenvolvido.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

AKERMAN, Mauro. **Natureza, Estrutura e Propriedades do Vidro. Apostila do Centro Técnico de Elaboração do Vidro - Saint-Gobain Vidros - Brasil.** São Paulo, 2.000.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard test method for sound absorption and sound absorption coefficient by the reverberation room method - ASTM C 654.** Philadelphia, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Materiais de construção: determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante - NBR 9442.** Rio de Janeiro, 1.986.

_____. **Determinação do coeficiente de absorção acústica em salas reverberantes - NBR 9634.** Rio de Janeiro, 1.995.

_____. **Painéis termo-isolantes a base de lã de vidro - NBR 11358.** Rio de Janeiro, 1.994.

_____. **Isolantes térmicos a base de fibras minerais: painéis, mantas e feltros - Determinação das dimensões e massa específica aparente - NBR 113.56.** Rio de Janeiro, 1.989.

_____. **Inspeção e amostragem de isolantes térmicos - NBR 10411.** Rio de Janeiro, 1.988.

ATKINSON JR, J. H.; GREGORY, H. B.; RICHARD B. T.; WINCHELL, W., **Current Trends in Cost of Quality: Linking the Cost of Quality and Continuous Improvement.** Nova York: Instituto de Contadores Gerenciais, 1991.

EGAN, M. David . **Architectural Acoustics.** New York: McGraw-Hill, 1988. 233 p.

FEIGENBAUM, Armand V.. **Controle da qualidade total.** São Paulo: Makron Books, 1994. 240 p.

FROTA, Anésia B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de Conforto Térmico.** 2.ed. São Paulo: Nobel, 1.988. 230 p.

G.J. Van Wylen & R.E. Sonntag, **Fundamentos da Termodinâmica Clássica**. Editora Edgard Pluchov Ltda., 1976. 608 p.

GERGES, Samir N. Y. **Ruído: Fundamentos e controle**. 2.ed. Florianópolis: S.N. Y. Gerges, 2.000. 696 p.

KOTLER, Philip. **Administração de Marketing**. 10.ed. São Paulo: Prentice Hall, 2.000. 764 p.

MORSE, J.W. **Measuring Quality Costs In Quality Costs**, National Association of Accountants. Montvale, 1987.

NETTO, Adherbal C. O aprimoramento de múltiplos processos com o desdobramento da Qualidade. **Rev. O Papel**, p.30-31, 1.994.

OLIVEIRA, L. M.; PEREZ JR. J. H. **Contabilidade de Custos para Não Contadores**. São Paulo: Editora Atlas, 2.000.280 p.

SHREVE, R. N.; BRINK JR, J. A. **Indústrias de Processos Químicos**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois, 1.980. 717p

SAINT GOBAIN VIDROS – DIV. ISOVER. **Ferrovid**. [s.L.], [s.n.]

SANTA MARINA. Tel Process. **Um novo conceito em isolação termo-acústica**. [s.L.], [s.n.], ago, 1.986.

SILVA, Pérides. **Acústica Arquitetônica e Condicionamento de Ar**. 4.ed. Belo Horizonte: Edtal E. T. Ltda, 2.002. 304 p.

SMITH, B.J., PETERS, R.J & OWEN, Stephanie. **Acoustics and Noise Control**. Londres: Longman, 1987. 327 p.

ANEXO A - DECRETO Nº 46.076**ESTADO DE SÃO PAULO**

DECRETO Nº 46.076, DE 31 DE AGOSTO DE 2001.

Institui o Regulamento de Segurança contra Incêndio das edificações e áreas de risco para os fins da Lei nº 684, de 30 de setembro de 1975 e estabelece outras providências.

GERALDO ALCKMIN, Governador do Estado de São Paulo, no uso de suas atribuições legais,

Decreta:

CAPÍTULO I**Disposições Preliminares**

Artigo 1º – Este Regulamento dispõe sobre as medidas de segurança contra incêndio nas edificações e áreas de risco, atendendo ao previsto no artigo 144 § 5º da Constituição Federal, ao artigo 142 da Constituição Estadual, ao disposto na Lei Estadual nº 616, de 17 de dezembro de 1974 e na Lei Estadual nº 684, de 30 de setembro de 1975.

Artigo 2º – Os objetivos deste Regulamento são:

- I – proteger a vida dos ocupantes das edificações e áreas de risco, em caso de incêndio;
- II – dificultar a propagação do incêndio, reduzindo danos ao meio ambiente e ao patrimônio;
- III – proporcionar meios de controle e extinção do incêndio; e
- IV – dar condições de acesso para as operações do Corpo de Bombeiros.

CAPÍTULO II**Das Definições**

Artigo 3º – Para efeito deste Regulamento são adotadas as definições abaixo descritas:

I – **Altura da Edificação:** é a medida em metros entre o ponto que caracteriza a saída ao nível de descarga, sob a projeção do paramento externo da parede da edificação, ao piso do último pavimento, excluindo-se áticos, casas de máquinas, barriletes; reservatórios de água e semelhantes. Nos casos onde os subsolos tenham ocupação distinta de estacionamento de veículos, vestiários e instalações sanitárias ou respectivas

dependências sem aproveitamento para quaisquer atividades ou permanência humana, a mensuração da altura será a partir do piso mais baixo do subsolo ocupado;

II – **Ampliação:** é o aumento da área construída da edificação;

III – **Análise:** é o ato de verificação das exigências das medidas de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco, no processo de segurança contra incêndio;

IV – **Andar:** é o volume compreendido entre dois pavimentos consecutivos, ou entre o pavimento e o nível superior a sua cobertura;

V – **Área da Edificação:** é o somatório da área a construir e da área construída de uma edificação;

VI – **Áreas de Risco:** é o ambiente externo à edificação que contém armazenamento de produtos inflamáveis, produtos combustíveis e ou instalações elétricas e de gás;

VII – **Ático:** é a parte do volume superior de uma edificação, destinada a abrigar máquinas, piso técnico de elevadores, caixas de água e circulação vertical;

VIII – **Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros (AVCB):** é o documento emitido pelo Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (CBPMESP) certificando que, durante a vistoria, a edificação possuía as condições de segurança contra incêndio, previstas pela legislação e constantes no processo, estabelecendo um período de revalidação;

IX – **Carga de Incêndio:** é a soma das energias caloríficas possíveis de serem liberadas pela combustão completa de todos os materiais combustíveis contidos em um espaço, inclusive o revestimento das paredes, divisórias, pisos e tetos;

X – **Comissão Especial de Avaliação (CEA):** é um grupo de pessoas qualificadas no campo da segurança contra incêndio, representativas de entidades públicas e privadas, com o objetivo de avaliar e propor alterações necessárias ao presente Regulamento;

XI – **Comissão Técnica:** é o grupo de estudo do CBPMESP, instituído pelo Comandante do Corpo de Bombeiros, com o objetivo de analisar e emitir pareceres relativos aos casos que necessitem de soluções técnicas mais complexas ou apresentarem dúvidas quantos às exigências previstas neste Regulamento;

XII – **Compartimentação:** são medidas de proteção passiva, constituídas de elementos de construção resistentes ao fogo, destinados a evitar ou minimizar a propagação do fogo, calor e gases, interna ou externamente ao edifício, no mesmo pavimento ou para pavimentos elevados consecutivos;

XIII – **Edificação:** é a área construída destinada a abrigar atividade humana ou qualquer instalação, equipamento ou material;

XIV – **Edificação Térrea:** é a construção de um pavimento, podendo possuir mezaninos cuja somatória de áreas deve ser menor ou igual à terça parte da área do piso de pavimento;

XV – **Emergência:** é a situação crítica e fortuita que representa perigo à vida, ao meio ambiente e ao patrimônio, decorrente de atividade humana ou fenômeno da natureza que obriga a uma rápida intervenção operacional;

XVI – **Instrução Técnica do Corpo de Bombeiros (ITCB):** é o documento técnico elaborado pelo CBPMESP que regulamenta as medidas de segurança contra incêndio nas edificações e áreas de risco;

XVII – **Mezanino:** é o pavimento que subdivide parcialmente um andar em dois andares. Será considerado andar, o mezanino que possuir área maior que um terço (1/3) da área do andar subdividido;

XVIII – Mudança de Ocupação: consiste na alteração de uso que motive a mudança de divisão da edificação e áreas de risco constante da tabela de classificações das ocupações prevista neste Regulamento;

XIX – Ocupação: é a atividade ou uso da edificação;

XX – Ocupação Mista: é a edificação que abriga mais de um tipo de ocupação;

XXI – Ocupação Predominante: é a atividade ou uso principal exercido na edificação;

XXII – Medidas de Segurança Contra Incêndio: é o conjunto de dispositivos ou sistemas a serem instalados nas edificações e áreas de risco necessários para evitar o surgimento de um incêndio, limitar sua propagação, possibilitar sua extinção e ainda propiciar a proteção à vida, ao meio ambiente e ao patrimônio;

XXIII – Nível de Descarga: é o nível no qual uma porta externa conduz a um local seguro no exterior;

XXIV – Pavimento: é o plano de piso;

XXV – Pesquisa de Incêndio: consiste na apuração das causas, desenvolvimento e consequências dos incêndios atendidos pelo CBPMESP, mediante exame técnico das edificações, materiais e equipamentos, no local ou em laboratório especializado;

XXVI – Prevenção de Incêndio: é o conjunto de medidas que visam: evitar o incêndio; permitir o abandono seguro dos ocupantes da edificação e áreas de risco; dificultar a propagação do incêndio; proporcionar meios de controle e extinção do incêndio e permitir o acesso para as operações do Corpo de Bombeiros;

XXVII – Processo de Segurança Contra Incêndio: é a documentação que contém os elementos formais exigidos pelo CBPMESP na apresentação das medidas de segurança contra incêndio de uma edificação e áreas de risco que devem ser projetadas para avaliação em análise técnica;

XXVIII – Reforma: são as alterações nas edificações e áreas de risco sem aumento de área construída;

XXIX – Responsável Técnico: é o profissional habilitado para elaboração e/ou execução de atividades relacionadas a segurança contra incêndio;

XXX – Piso: é a superfície superior do elemento construtivo horizontal sobre a qual haja previsão de estocagem de materiais ou onde os usuários da edificação tenham acesso irrestrito;

XXXI – Segurança Contra Incêndio: é o conjunto de ações e recursos internos e externos à edificação e áreas de risco que permite controlar a situação de incêndio;

XXXII – Subsolo: é o pavimento situado abaixo do perfil do terreno. Não será considerado subsolo o pavimento que possuir ventilação natural e tiver sua laje de cobertura acima de 1,20m do perfil do terreno;

XXXIII – Vistoria: é o ato de verificar o cumprimento das exigências das medidas de segurança contra incêndio nas edificações e áreas de risco, em inspeção no local.

CAPÍTULO III

Da Aplicação

Artigo 4º – Ao Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo - CBPMESP, por meio do Serviço de Segurança Contra Incêndio, cabe regulamentar, analisar e vistoriar as medidas de segurança contra incêndio nas edificações e áreas de risco, bem como realizar pesquisa de incêndio.

Artigo 5º – As normas de segurança previstas neste Regulamento se aplicam às edificações e áreas de risco, devendo ser observadas por ocasião da:

- I – construção e reforma;

II – mudança da ocupação ou uso;

III – ampliação de área construída;

IV – regularização das edificações e áreas de risco, existentes na data de publicação deste Regulamento.

§ 1º – Estão excluídas das exigências deste Regulamento:

1 – residências exclusivamente unifamiliares;

2 – residências exclusivamente unifamiliares localizadas no pavimento superior de ocupação mista, com até dois pavimentos e que possuam acessos independentes.

§ 2º – Quando existirem ocupações mistas que não sejam separadas por compartimentação, aplicam-se as exigências da ocupação de maior risco. Caso haja compartimentação aplicam-se as exigências de cada risco específico.

§ 3º – Para que a ocupação mista se caracterize é necessário que a área destinada às ocupações principais diversas, excluindo-se a maior delas, seja superior a 10% da área total do pavimento onde se situa.

§ 4º – Não se considera como ocupação mista, o local onde predomine uma atividade principal juntamente com atividades subsidiárias, fundamentais para sua concretização.

§ 5º – São consideradas existentes as edificações e áreas de risco construídas ou regularizadas anteriormente à publicação deste Regulamento, com documentação comprobatória, desde que mantidas as áreas e ocupações da época.

CAPÍTULO IV

Do Serviço de Segurança contra Incêndio

Artigo 6º – O Serviço de Segurança Contra Incêndio compreende o conjunto de Unidades do CBPMESP, que têm por finalidade desenvolver as atividades relacionadas à prevenção e proteção contra incêndio nas edificações e áreas de risco, observando-se o cumprimento das exigências estabelecidas neste Regulamento.

Artigo 7º – É função do Serviço de Segurança Contra Incêndio:

I – realizar pesquisa de incêndio;

II – regulamentar as medidas de segurança contra incêndio;

III – credenciar seus oficiais e praças;

IV – analisar o processo de segurança contra incêndio;

V – realizar a vistoria nas edificações e áreas de risco;

VI – expedir o AVCB;

VII – cassar o AVCB.

CAPÍTULO V

Dos Procedimentos Administrativos

Artigo 8º – Ao Serviço de Segurança Contra Incêndio cabe credenciar seus integrantes por meio de cursos de habilitação e treinamentos.

Artigo 9º – O AVCB será expedido pelo Corpo de Bombeiros, desde que as edificações e áreas de risco estejam com suas medidas de segurança contra incêndio projetadas e instaladas de acordo com respectivo processo aprovado, após a vistoria de que trata o artigo 10.

§ 1º – O processo será iniciado com o protocolo de requerimento, devidamente instruído com o projeto técnico que deve conter plantas, especificações das medidas de segurança contra incêndio e demais documentos necessários à demonstração do atendimento das disposições técnicas contidas neste Regulamento e respectivas ITCB.

§ 2º – O processo será objeto de análise por oficial ou praça credenciado do Serviço de Segurança Contra Incêndio.

§ 3º – O indeferimento do processo deverá ser motivado, com base na inobservância, pelo interessado, das disposições contidas neste Regulamento e respectivas ITCB.

§ 4º – O requerente será sempre notificado quanto ao resultado da análise do processo, só devendo executar as medidas de segurança contra incêndio quando de sua aprovação.

§ 5º – O processo será aprovado, desde que sanadas as observações apontadas em análise.

§ 6º – O AVCB terá validade, a contar de sua expedição, de 2 (dois) anos para os locais de reunião de público e de 3 (três) anos para as demais ocupações, com exceção das construções provisórias, conforme Tabela 1 em anexo, que terão prazo estabelecido de acordo com suas características peculiares, conforme descrito na ITCB de Procedimentos Administrativos.

Artigo 10 – A vistoria nas edificações e áreas de risco será feita mediante solicitação do proprietário, responsável pelo uso, responsável técnico ou autoridade competente.

§ 1º – As medidas de segurança contra incêndio aprovadas pelo CBPMESP devem ser projetadas e executadas por profissionais ou empresas habilitadas.

§ 2º – O AVCB só será expedido, desde que verificadas “in loco” o funcionamento e execução das medidas de segurança contra incêndio, de acordo com o processo aprovado em análise, ou ainda, desde que sanadas as possíveis observações apontadas em vistoria.

§ 3º – Após a emissão do AVCB, constatada irregularidade nas medidas de segurança contra incêndio previstas neste Regulamento, o CBPMESP providenciará a sua cassação.

§ 4º – Na vistoria, compete ao CBPMESP a verificação das medidas de segurança contra incêndio previamente aprovadas, bem como seu funcionamento, não se responsabilizando pela instalação, manutenção ou utilização indevida.

Artigo 11 – O proprietário ou o responsável técnico poderá solicitar informações, sobre o andamento do processo ou do pedido de vistoria, ao Serviço de Segurança Contra Incêndio do CBPMESP.

Artigo 12 – A apresentação de norma técnica ou literatura estrangeira pelo interessado, deverá estar acompanhada de tradução juramentada para a língua portuguesa, a fim de ser verificada sua compatibilidade com os objetivos deste Regulamento.

Artigo 13 – Serão objeto de análise específica pela Comissão Técnica as edificações e áreas de risco cuja ocupação ou uso não se encontrem entre aqueles relacionados na Tabela 1, de que trata o § 1º do artigo 22 deste Regulamento.

Artigo 14 – O proprietário, o responsável pelo uso ou o responsável técnico, poderá interpor recurso das decisões do Corpo de Bombeiros, no prazo de 60 (sessenta) dias, contados da data da vista dos autos do processo administrativo.

§ 1º – O recurso será dirigido ao Comandante da Unidade que praticou o ato.

§ 2º – Recebido o recurso, o Comandante da Unidade o decidirá no prazo de 60 (sessenta) dias, contados da data de protocolo.

§ 3º – A decisão será publicada no Diário Oficial do Estado.

Artigo 15 – Caberá recurso, em última instância administrativa, ao Comandante do Corpo de Bombeiros, no prazo de 60 (sessenta) dias, contados da data de publicação da decisão a que alude o § 3º do artigo anterior.

Parágrafo único – Recebido o recurso, o Comandante do Corpo de Bombeiros o decidirá no prazo de 60 (sessenta) dias, contados da data de protocolo.

CAPÍTULO VI

Das Responsabilidades

Artigo 16 – Nas edificações e áreas de risco a serem construídas cabe aos respectivos autores e/ou responsáveis técnicos, o detalhamento técnico dos projetos e instalações das medidas de segurança contra incêndio objeto deste Regulamento, e ao responsável pela obra, o fiel cumprimento do que foi projetado.

Artigo 17 – Nas edificações e áreas de risco já construídas é de inteira responsabilidade do proprietário ou do responsável pelo uso, a qualquer título:

I – utilizar a edificação de acordo com o uso para o qual foi projetada;

II – tomar as providências cabíveis para a adequação da edificação e áreas de risco às exigências deste Regulamento, quando necessário.

Artigo 18 – O proprietário do imóvel ou o responsável pelo uso obrigam-se a manter as medidas de segurança contra incêndio em condições de utilização, providenciando sua adequada manutenção, sob pena de cassação do AVCB, independentemente das responsabilidades civis e penais cabíveis.

CAPÍTULO VII

Da Altura e Área das Edificações

Artigo 19 – Para fins de aplicação deste Regulamento, na mensuração da altura da edificação não serão considerados:

I – os subsolos destinados exclusivamente a estacionamento de veículos, vestiários e instalações sanitárias ou respectivas dependências sem aproveitamento para quaisquer atividades ou permanência humana;

II – pavimentos superiores destinados, exclusivamente, a áticos, casas de máquinas, barriletes, reservatórios de água e assemelhados;

III – mezaninos cuja área não ultrapasse a 1/3 (um terço) da área do pavimento onde se situa;

IV – o pavimento superior da unidade "duplex" do último piso da edificação.

Artigo 20 – Para implementação das medidas de segurança contra incêndio nas edificações e áreas de risco que tiverem saída para mais de uma via pública, em níveis diferentes, prevalecerá a maior altura.

Parágrafo único – Para o dimensionamento das saídas de emergência, as alturas poderão ser tomadas de forma independente, em função de cada uma das saídas.

Artigo 21 – Para fins de aplicação deste Regulamento, no cálculo da área a ser protegida com as medidas de segurança contra incêndio, não serão computados:

I – telheiros, com laterais abertas, destinados à proteção de utensílios, caixas d'água, tanques e outras instalações desde que não tenham área superior a 4 (quatro) metros quadrados;

II – platibandas;

III – beirais de telhado até um metro de projeção;

IV – passagens cobertas, com largura máxima de 3 (três) metros, com laterais abertas, destinadas apenas à circulação de pessoas ou mercadorias;

V – as coberturas de bombas de combustível, desde que não sejam utilizadas para outros fins;

VI – reservatórios de água;

VII – piscinas, banheiros, vestiários e assemelhados, no tocante a sistemas hidráulicos e compartimentação;

VIII – escadas enclausuradas, incluindo as antecâmaras;

IX – dutos de ventilação das saídas de emergência.

CAPÍTULO VIII

Da Classificação das Edificações e Áreas de Risco

Artigo 22 – Para efeito deste Regulamento, as edificações e áreas de risco são classificadas conforme segue:

I – quanto à ocupação: de acordo com a Tabela 1 em anexo.

II – quanto à altura: de acordo com a Tabela 2 em anexo.

III – quanto à carga de incêndio: de acordo com a Tabela 3 em anexo.

CAPÍTULO IX

Das Medidas de Segurança contra Incêndio

Artigo 23 – Constituem medidas de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco:

I – acesso de viatura na edificação e áreas de risco;

II – separação entre edificações;

III – segurança estrutural nas edificações;

IV – compartimentação horizontal;

V – compartimentação vertical;

VI – controle de materiais de acabamento;

VII – saídas de emergência;

VIII – elevador de emergência;

IX – controle de fumaça;

X – gerenciamento de risco de incêndio;

XI – brigada de incêndio;

XII – iluminação de emergência;

XIII – detecção de incêndio;

XIV – alarme de incêndio;

XV – sinalização de emergência;

XVI – extintores;

XVII – hidrante e mangotinhos;

XVIII – chuveiros automáticos;

XIX – resfriamento;

XX – espuma;

XXI – sistema fixo de gases limpos e dióxido de Carbono (CO₂); e

XXII – sistema de proteção contra descargas atmosféricas.

§ 1º – Para a execução e implantação das medidas de segurança contra incêndio devem ser atendidas as Instruções Técnicas elaboradas pelo CBPMESP.

§ 2º – As medidas de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco devem ser projetadas e executadas visando atender aos objetivos deste Regulamento.

CAPÍTULO X

Do Cumprimento das Medidas de Segurança contra incêndio

Artigo 24 – Na implementação das medidas de segurança contra incêndio, as edificações e áreas de risco devem atender às exigências contidas neste capítulo.

Parágrafo único – Consideram-se obrigatórias as exigências assinaladas com “X” nas tabelas anexas, devendo, ainda, serem observadas as ressalvas, em notas transcritas logo abaixo das tabelas.

Artigo 25 – Cada medida de segurança contra incêndio, constante das Tabelas 4, 5 e 6 (6A a 6M), deve obedecer aos parâmetros estabelecidos na ITCB respectiva.

Artigo 26 – Além da observância das normas gerais do presente Regulamento, a edificação e áreas de risco deverão atender a ITCB respectiva, quando:

I – houver comercialização e/ou utilização de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP);

II – houver manipulação e/ou armazenamento de produtos perigosos, explosivos e líquidos inflamáveis ou combustíveis;

III – utilizar cobertura de sapê, piaçava ou similares;

IV – for provida de heliporto ou heliponto;

V – houver comércio de fogos de artifício.

Artigo 27 – O sistema de controle de fumaça será exigido:

I – para edificações com altura superior a 60 (sessenta) metros, exceto para ocupações destinadas a residências, hotéis residenciais e “apart-hotéis”;

II – para subsolos das edificações que possuírem ocupações distintas de estacionamento de veículos.

Artigo 28 – O elevador de emergência, sistema constante da ITCB de saídas de emergência nas edificações, é exigido em todas as edificações com altura superior a 60 (sessenta) metros, exceto quando se tratar:

I – das ocupações do Grupo A (residenciais), onde a exigência ocorrerá quando a altura for superior a 80 (oitenta) metros;

II – das ocupações do Grupo H, divisão H-3 (hospitais e assemelhados), onde a exigência ocorrerá quando a altura for superior a 12 (doze) metros.

Artigo 29 – As edificações e áreas de risco devem ter suas instalações elétricas e sistema de proteção contra descargas atmosféricas executados, de acordo com as prescrições das normas brasileiras oficiais e normas das concessionárias dos serviços locais.

Artigo 30 – As edificações e áreas de risco existentes na data da publicação deste Regulamento, devem atender às exigências contidas na Tabela 4, em anexo.

Parágrafo único – Para o dimensionamento das saídas de emergência e do sistema de hidrantes das edificações e áreas de risco, anteriores a 20 de março de 1983, devem ser observadas as adaptações a serem estabelecidas nas respectivas Instruções Técnicas.

Artigo 31 – As edificações e áreas de risco enquadradas nos incisos I, II e III do artigo 5º deste Regulamento devem atender às exigências constantes das Tabelas 5 e 6A a 6M em anexo e suas respectivas notas.

§ 1º – As edificações e áreas de risco com área menor ou igual a 750m² (setecentos e cinquenta metros quadrados) e altura inferior a 12 (doze) metros devem atender às exigências da Tabela 5 em anexo e suas notas.

§ 2º – As edificações e áreas de risco não enquadradas no parágrafo anterior, devem atender às exigências das Tabelas 6A a 6M em anexo e suas notas.

§ 3º – As edificações com as características abaixo descritas, serão analisadas por Comissão Técnica:

- 1 – comércio de explosivos (Grupo L) com área superior a 100m² (cem metros quadrados);
- 2 – indústrias e depósitos de explosivos (Grupo L);
- 3 – ocupação do(s) subsolo(s) para outra finalidade que não seja a de estacionamento de veículos.

CAPÍTULO XI

Das Disposições Finais

Artigo 32 – Fica instituída Comissão Especial de Avaliação (CEA), prevista no inciso X, do artigo 3º do presente Regulamento que é presidida pelo Comandante do CBPMESP e composta por 2 (dois) representantes da própria Corporação, 2 (dois) representantes do Centro de Estudos e Pesquisas de Administração Municipal (CEPAM), 2 (dois) representantes de entidades públicas ou privadas, ligadas às questões de segurança e incêndio, 2 (dois) representantes de Universidades, 2 (dois) representantes da Associação Brasileira de Normas Técnicas e outros representantes afins.

Parágrafo único – Caberá ao presidente a nomeação dos demais integrantes que compõem a CEA, a qual deverá reunir-se bimestralmente em local apropriado, nas instalações do Comando do CBPMESP.

Artigo 33 – Competirá à Comissão a que alude o artigo anterior:

- I – avaliar a execução das normas previstas neste Regulamento e os eventuais problemas ocorridos em sua aplicação;
- II – apresentar propostas de alteração do Regulamento.

Parágrafo único – As propostas de alteração do Regulamento e das ITCB deverão ser apreciadas por Comissão Técnica antes de serem homologadas pelo Comandante do CBPMESP, desde que as considere convenientes e oportunas, e na medida que atendam aos objetivos deste Regulamento.

Artigo 34 – Decorridos 2 (dois) anos de vigência deste Regulamento, a CEA apresentará uma proposta para sua revisão.

Artigo 35 – Este Decreto entra em vigor 120 (cento e vinte) dias após sua publicação, ficando revogadas as disposições em contrário e, em especial, o Decreto nº 38.069, de 14 de dezembro de 1993.

Palácio dos Bandeirantes, 31 de agosto de 2001.

GERALDO ALCKMIN

Marco Vinício Petrelluzzi

Secretário da Segurança Pública

ANEXO B – INSTRUÇÃO TÉCNICA DO CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO

SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA



POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO

Corpo de Bombeiros



INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 10/2004

Controle de Materiais de Acabamento e Revestimento

SUMÁRIO

- 1 Objetivo
- 2 Aplicação
- 3 Referências normativas e bibliográficas
- 4 Termos e definições
- 5 Procedimentos
- 6 Apresentação em Projetos Técnicos (PT) e solicitação de vistas
- 7 Exigências aplicadas aos substratos
- 8 Impossibilidade de aplicação do método NBR 9442

ANEXOS

- A** Tabela de classificação dos materiais
- B** Tabela de utilização dos materiais conforme classificação das ocupações

1 OBJETIVO

Esta Instrução Técnica estabelece as condições a serem atendidas pelos materiais de acabamento e revestimento empregados nas edificações, para que, na ocorrência de incêndio, restrinjam a propagação de fogo e o desenvolvimento de fumaça, atendendo ao previsto no Decreto Estadual nº 46.076/01.

2 APLICAÇÃO

2.1 Esta Instrução Técnica se aplica a todas as edificações onde são exigidos controles de materiais de acabamento e revestimento conforme ocupações e usos constantes do Anexo B.

3 REFERÊNCIAS NORMATIVAS E BIBLIOGRÁFICAS

NBR 9442/86 - Materiais de Construção - Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante - Método de Ensaio.

ASTM E 662 - "Standard test method for specific optical density of smoke generated by solid materials";

ISO 1182 - "Buildings materials - non - combustibility test";

Uniform Building Code Standard 26-3 (UBC 26-3) - "Room fire test standard for interior of foam plastic systems";

4 TERMOS E DEFINIÇÕES

4.1 Para os efeitos desta Instrução Técnica, aplicam-se as definições constantes da Instrução Técnica nº 03 - Terminologia de segurança contra incêndio.

4.2 Material de revestimento

Todo material ou conjunto de materiais empregados nas superfícies dos elementos construtivos das edificações, tanto nos ambientes internos como nos externos, com finalidades de atribuir características estéticas, de conforto, de durabilidade etc. Incluem-se como material de revestimento os pisos, os forros e as proteções térmicas dos elementos estruturais.

4.3 Material de acabamento

Todo material ou conjunto de materiais utilizados como arremates entre elementos construtivos (rodapés, matalujas golas etc.).

4.4 Material termoacústico

Todo material ou conjunto de materiais utilizados para isolamento térmico e/ou acústico.

5 PROCEDIMENTOS

5.1 Controle de materiais de acabamento e revestimento (CMAR)

5.1.1 O CMAR empregado nas edificações destina-se a estabelecer padrões para o não surgimento de condições propícias do crescimento e da propagação de incêndios, bem como da geração de fumaça.

5.1.2 Será exigido o CMAR, em razão da ocupação e uso, e em função da posição dos materiais de acabamento, materiais de revestimento e materiais termoacústicos, visando:

- a) Piso;
- b) Paredes/divisórias;
- c) Teto/forro;
- d) Cobertura.

5.1.3 As exigências quanto a utilização dos materiais serão requeridas conforme a classificação da Tabela B.

5.1.4 Os métodos de ensaio que devem ser utilizados para classificar os materiais com relação ao seu comportamento frente ao fogo (reação ao fogo), seguirão os padrões indicados na Tabela A.

5.1.5 O CMAR não será exigido nas edificações com área menor ou igual a 750 m² e altura menor ou igual a 12,00 m nos grupos/divisões: A, C, D, E, G, F9, F10, H6, I e J.

6 APRESENTAÇÃO EM PROJETO TÉCNICO E SOLICITAÇÃO DE VISTÓRIAS

6.1 Quando da apresentação do Projeto Técnico, deverão ser indicadas em planta baixa e respectivos cortes, correspondentes a cada ambiente, ou em notas específicas, as classes dos materiais de piso, parede, teto e forro (vide Anexo C).

6.2 A responsabilidade do controle de materiais de acabamento e revestimento nas áreas comuns e locais de reunião de público deve ser do responsável técnico, sendo a manutenção desses materiais de responsabilidade do proprietário e/ou responsável pelo uso da edificação.

6.2.1 Nas áreas privativas, a responsabilidade do controle de materiais de acabamento e revestimento deve ser de cada usuário específico.

6.2.2 Na solicitação da vistoria técnica deve ser entregue o atestado de controle de material de acabamento e revestimento, conforme modelo constante na IT nº 01. As áreas comuns e locais de reunião de público devem ser verificadas pelo vistoriante do Corpo de Bombeiros.

6.2.3 O mesmo procedimento se aplica aos materiais que por ocasião da vistoria de renovação do AVCB não existiam na vistoria anterior.

6.3 No caso de Projeto Técnico Simplificado, deverão ser apresentados somente os laudos de classificação dos materiais utilizados, associados aos locais onde os respectivos materiais foram aplicados (áreas comuns e rotas de fuga).

7 EXIGÊNCIAS APLICADAS AOS SUBSTRATOS

7.1 Os ensaios para classificação dos materiais devem considerar a maneira como são aplicados na edificação, e o relatório conclusivo deve reproduzir esses resultados. Caso o material seja aplicado sobre substrato combustí-

vel, este deverá ser incluído no ensaio. Caso o material seja aplicado a um substrato incombustível, o ensaio poderá ser realizado utilizando-se substrato de placas de fibrocimento com 6 mm de espessura.

8 IMPOSSIBILIDADE DE APLICAÇÃO DO MÉTODO DA NBR 9442

8.1 Na impossibilidade de classificação conforme NBR 9442, deverá ser realizado ensaio por meio do método UBC 26.3, sendo as exigências estabelecidas em termos do Índice de Propagação Superficial de Chamas, substituída pela exigência de aprovação por meio do UBC 26.3.

Anexo A

Tabela A

Classificação dos materiais conforme velocidade de propagação de chama e emissão de fumaça

| Método de ensaio | | ISSO 1182 | NBR 9442 | ASTM E 662 |
|------------------|---|---------------|---------------------------------|----------------|
| Classe | | | | |
| I | | Incombustível | - | - |
| II | A | Combustível | $l_p \leq 25$ (classe A) | $D_m \leq 450$ |
| | B | Combustível | $l_p \leq 25$ (classe A) | $D_m > 450$ |
| III | A | Combustível | $25 < l_p \leq 75$ (classe B) | $D_m \leq 450$ |
| | B | Combustível | $25 < l_p \leq 75$ (classe B) | $D_m > 450$ |
| IV | A | Combustível | $75 < l_p \leq 150$ (classe C) | $D_m \leq 450$ |
| | B | Combustível | $75 < l_p \leq 150$ (classe C) | $D_m > 450$ |
| V | A | Combustível | $150 < l_p \leq 400$ (classe D) | $D_m \leq 450$ |
| | B | Combustível | $150 < l_p \leq 400$ (classe D) | $D_m > 450$ |
| VI | | Combustível | $l_p > 400$ (classe E) | - |

l_p - Índice médio de propagação superficial de chama.
 D_m - Densidade óptica específica máxima de fumaça, para ensaios com chama e sem chama.

Anexo B

Tabela B

Classe dos materiais a serem utilizados considerando o grupo/divisão da ocupação/uso em função da finalidade do material

| | | FINALIDADE DO MATERIAL | | |
|-------------------|---|--|---|---|
| | | Piso (Acabamento/ Revestimento) | Parede e divisória (Acabamento/ Revestimento) | Teto e forro (Acabamento/ Revestimento) |
| GRUPO/ DIVISÃO | A2*, A3* e Condomínios residenciais* | Classe I, II-A, III-A, IV-A ou V-A* | Classe I, II-A, III-A ou IV-A* | Classe I, II-A ou III-A* |
| | B, D, E, G, H, II, J1* e J2 | Classe I, II-A, III-A ou IV-A | Classe I, II-A ou III-A* | Classe I ou II-A |
| | C, F*, I2, I3, J3, J4, L1, M2* e M3 | Classe I, II-A, III-A ou IV-A | Classe I ou II-A | Classe I ou II-A |

Notas específicas:

- 1) Incluem-se aqui cordões, rodapés e arremates;
- 2) Excluem-se aqui portas, janelas, cordões e outros acabamentos decorativos com área inferior a 20% da parede onde estão aplicados;
- 3) Somente para líquidos e gases combustíveis e inflamáveis acondicionados;
- 4) Exceto edificação térrea;
- 5) Obrigatório para todo o grupo F, sendo que a divisão F7, no que se refere a edificações com altura superior a 6 m, será submetida a Comissão Técnica para definição das medidas de segurança contra incêndio;
- 6) Somente para edificações com altura superior a 12 m;
- 7) Exceto para cozinhas que serão Classe I ou II-A;
- 8) Exceto para revestimentos que serão Classe I, II-A, III-A ou IV-A;
- 9) Exceto para revestimentos que serão Classe I, II-A ou III-A;
- 10) Exceto para revestimentos que serão Classe I ou II-A.

Notas genéricas:

- a) Para os grupos/divisões discriminados na Tabela B acima, os materiais de acabamento e revestimento do envoltório das edificações devem se enquadrar entre as Classes I a II-B;
- b) Para os grupos/divisões discriminados na Tabela B acima, os materiais de acabamento e revestimento das coberturas de edificações devem se enquadrar entre as Classes I a III-B, exceto para os grupos/divisões C, F¹, I2, I3, J3, J4, L1, M2¹ e M3, que devem se enquadrar entre as Classes I a II-B;
- c) Para os grupos/divisões discriminados na Tabela B acima, os materiais isolantes termoacústicos não aparentes, que podem contribuir para o desenvolvimento do incêndio, como por exemplo, espumas plásticas protegidas por materiais incombustíveis, lajes mistas com enchimento de espumas plásticas protegidas por forro ou revestimentos aplicados diretamente, forros em grelha com isolamento termoacústico envoltos em filmes plásticos e assemelhados, devem se enquadrar entre as Classes I a II-A quando aplicados junto ao teto/forro ou paredes, exceto para os grupos/divisões A2¹, A3¹ e Condomínios residenciais⁴, que serão Classe I, II-A ou III-A quando aplicados nas paredes;
- d) Para os grupos/divisões discriminados na Tabela B acima, os materiais isolantes termoacústicos aplicados nas instalações de serviço e em cabines ou salas de equipamentos, aparentes ou não, devem se enquadrar entre as Classes I a II-B;
- e) Componentes construtivos onde não são aplicados revestimentos e/ou acabamentos em razão de já se constituírem em produtos acabados, incluindo telhas, forros, painéis, face inferior da cobertura, também estão submetidos aos critérios da Tabela B;
- f) Determinados componentes construtivos que podem expor-se ao incêndio em faces não voltadas para o ambiente ocupado, como é o caso de pisos elevados, forros, revestimentos destacados do substrato, devem atender aos critérios da Tabela B para ambas as faces;
- g) Materiais de proteção de elementos estruturais, juntamente com seus revestimentos e acabamentos devem atender aos critérios dos elementos construtivos onde estão inseridos, ou seja, de tetos para as vigas e de paredes para pilares;
- h) Materiais empregados em subcoberturas com finalidades de estanqueidade e de conforto termoacústico devem atender aos critérios da Tabela B aplicados a tetos e a superfície inferior da cobertura, mesmo que escondidas por forro;
- i) Coberturas de passarelas e toldos, instalados no pavimento térreo, estarão dispensados do CMAR, desde que não apresentem área superficial superior a 50 m² e a área de cobertura não possua materiais incombustíveis;
- j) As "Rotas de fuga" devem possuir CMAR Classe I ou Classe II – A (Tabela A) e as "Saídas de emergência", Classe I ou Classe II – A, com Dm ≤ 100 (Tabela A);
- k) Os materiais utilizados como revestimento, acabamento e isolamento térmico-acústico nos poços de elevadores, monta-cargas e shafts devem ser enquadrados na Classe I ou Classe II – A, com Dm ≤ 100 (Tabela A);
- l) Os casos não explicitados nesta IT deverão ser analisados em Comissão Técnica, caso não possua IT específica;
- m) Materiais enquadrados na categoria II, através da NBR 9442, ou que não sofrem a ignição no ensaio executado de acordo com a UBC 26-3, podem ser incluídos na Classe IIA, dispensando a avaliação através da ASTM E662, desde que sejam submetidos especialmente ao ensaio de acordo com a UBC 26-3 e, nos primeiros cinco minutos deste ensaio ocorra o desprendimento de todo o material do substrato ou se solte da estrutura que o sustenta e, mesmo nessa condição, o material não sofra a ignição.