

## **MEMORIAL:**

### **PROJETO DE ISOLAMENTO E TRATAMENTO ACÚSTICO PARA O CENTRO DE FORMAÇÃO - ITAMBÉ / PE**

#### **Parte I**

Sobre o Isolamento

(redução da transferência de som entre salas de aula I e II)

#### **Parte II**

Sobre a qualidade da propagação sonora no ambiente

(otimização do tempo de reverberação)

**PROJETO:** ISOLAMENTO E TRATAMENTO ACÚSTICO

**Local:** CENTRO DE FORMAÇÃO ITAMBÉ / PE

- **DESCRIÇÃO DA ÁREA A SER ISOLADA E TRATADA**

A edificação destinada ao Centro de Formação, localizada à Rua Januário Filizola, n. 186 - Centro, no município de Itambé, Estado de Pernambuco, de acordo com o projeto arquitetônico, conta com os seguintes ambientes objetos deste memorial: 03 salas de aula, 01 auditório para 102 lugares.

Um projeto acústico para este ambiente consiste no dimensionamento e especificações técnicas dos materiais que serão responsáveis pelas vedações das três salas de aula e do auditório (parte I) e os acabamentos dos tetos de modo a garantir uma boa reverberação sonora (parte II) atendendo as exigências inerentes a relação deste tipo de edificação e a Acústica Arquitetônica, buscando proporcionar uma mitigação da passagem do som pelas citadas vedações, bem como a qualidade acústica no que respeita a inteligibilidade, conseguida conforme prescrições da NBR 12179 - Tratamento Acústico de Recintos Fechados e com a aplicação de materiais com acabamentos que possibilitem uma equalização do som reverberado, melhorando a compreensão sonora e resultando em conforto acústico.

## **PARTE I**

Isolamento Acústico: redução da transferência de som entre ambientes.

Segue a recomendação que contribuirá para uma significativa redução sonora entre as salas de aula, o auditório e os demais ambientes que compõem o projeto.

As vedações destes ambientes são em alvenaria convencional, O projeto consiste no dimensionamento e especificações técnicas dos materiais das vedações de modo a atender as exigências inerentes a relação deste tipo

de edificação e a Acústica Arquitetônica, buscando proporcionar uma mitigação da passagem do som pelas vedações com a aplicação de materiais que possibilitem o atendimento ao que recomenda a NBR - 10151: Níveis de Ruído para Conforto Acústico.

### **Isolamento Acústico: redução da transferência de som entre ambientes.**

Seguem as recomendações que contribuirão para uma significativa redução sonora no exterior da referida edificação bem como a contenção de ruídos externos que venham a atrapalhar as atividades desenvolvidas em seu interior.

### **Sistema de Piso**

Por ser uma edificação com os cômodos distribuídos no pavimento térreo, não se faz necessário os cuidados relativos ao isolamento do piso pois não há uso abaixo dos mesmos.

### **Sistema de Teto**

Já em relação ao ruído que passará através do telhado das salas e do auditório, é necessária a busca por um isolamento eficaz proveniente dos materiais disposto no teto. Recomenda-se a instalação de uma estrutura complementar que dê suporte a um material isolante sobre forro estruturado fixado na estrutura metálica de suporte a cobertura, conforme Fig. 01.

Fig. 01 - Forro estruturado com Lã de Vidro para isolamento do ruído aéreo



Fonte: Fotos.habitemo.com

IMPORTANTE: OS MATERIAIS AQUI ESPECIFICADOS DEVEM, OBRIGATORIAMENTE, ATENDER AO PADRÕES DE RESISTÊNCIA AO FOGO CONFORME NOMATIVA DO CORPO DE BOMBEIROS

A manta utilizada poderá ser em lã de vidro ou lã de rocha, ambas apresentam bons índices de redução sonora quando utilizadas com espessura igual ou superior a 50 mm e densidade em torno de  $40 \text{ kg/m}^3$ , em torno de 40 dB. Vale salientar que surge também no mercado a Lã de Pet como alternativa com menor impacto ambiental para este seguimento, e apresenta performance similar.

Após a instalação da estrutura e da manta, vem o fechamento que compõe o acabamento interno em gesso acartonado contornando a área central que receberá o tratamento acústico, parte II deste documento, seguindo os detalhes indicados no projeto de em anexo, lembrando que a parte visível do acabamento tem interferência direta na reverberação sonora e na inteligibilidade do som no recinto.

Externamente **recomenda-se a instalação de telha termo-acústica** para evitar que o ruído proveniente de chuvas venha a atrapalhar o funcionamento interno da Casa. Esta telha também contribuirá para o desempenho térmico da edificação.

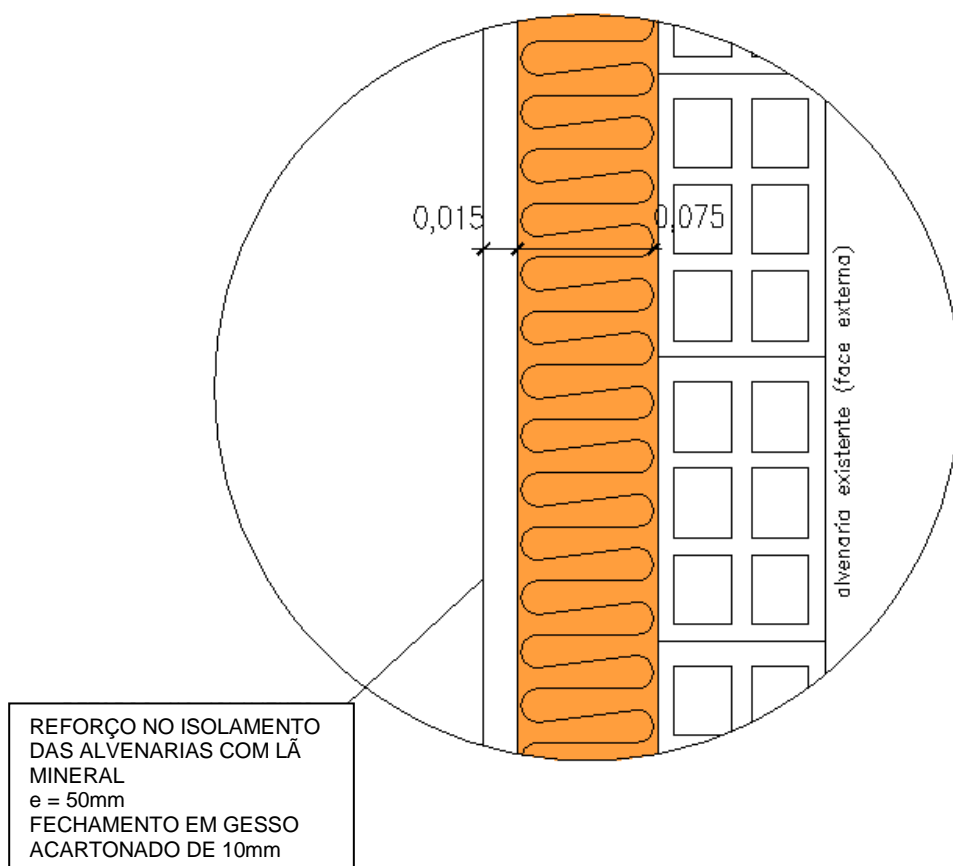
## Vedações laterais

O ambiente apresenta vedações em alvenaria convencional, que será o fechamento para as áreas externas. Este tipo de vedação já apresenta uma boa capacidade de redução sonora, girando em torno de 35 dB. Com o propósito de aumentar esta performance, **deve-se adotar a aplicação de manta em LÃ MINERAL, de vidro, rocha ou pet com espessura de 50mm e densidade de 40 kg/m<sup>3</sup>.**

Assim, com o aumento do peso da vedação, somados aos acabamentos internos e externos, estas vedações terão a estanqueidade necessária ao bom funcionamento da Centro de Formação.

Desta forma, o sistema de isolamento acústico da Casa passa a ser do tipo "Massa - Mola - Massa", obtendo uma redução sonora significativa, garantindo a privacidade acústica do local. Vide Fig.02.

Fig. 02 - Detalhamento das Divisórias Laterais Externas e Internas



Fonte Washington (projeto em anexo)

Analisando o espaço total que se deseja isolar, são necessários cuidados especiais em outras áreas, de modo a manter o nível sonoro confinado no espaço desejado. Destaca-se o isolamento de esquadrias em vidro, que apesar de ser um material rígido, apresenta uma baixa capacidade de redução sonora, esta fragilidade porém tem solução.

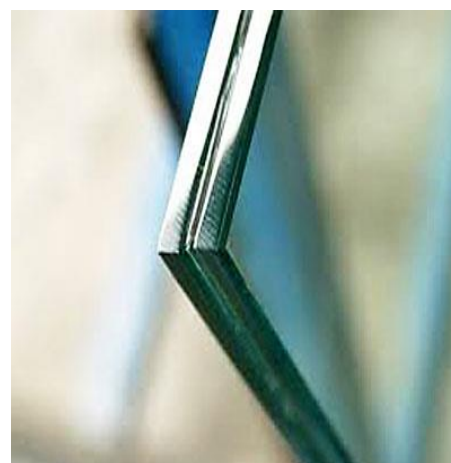
Quando se trata de estanqueidade sonora através do uso do vidro, duas alternativas surgem como opções: O vidro duplo insulado e o vidro duplo laminado como mostram as Fig. 03 e Fig. 04.

Fig. 03 - Vidro duplo insulado



Fonte: Imagem pública ilustrativa

Fig. 04 - Vidro laminado



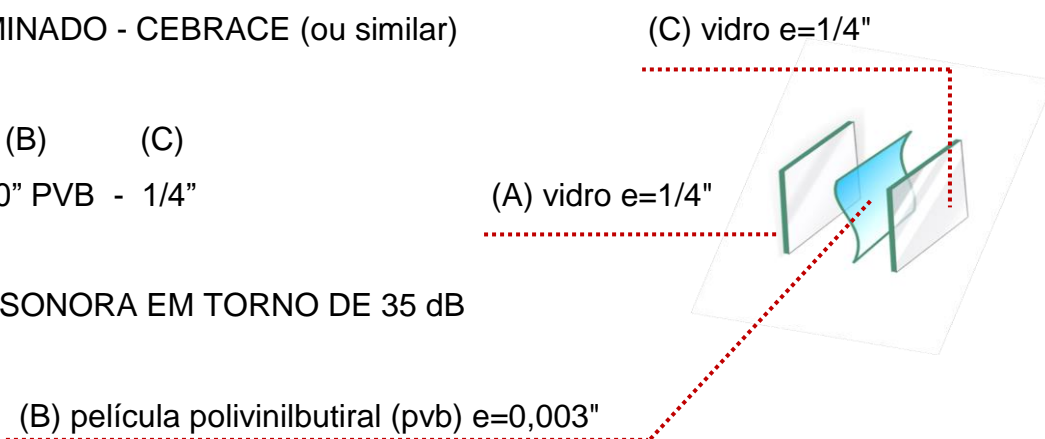
Fonte: Imagem pública ilustrativa

**Recomenda-se optar pela utilização do Vidro Laminado com as seguintes características:**

VIDRO LAMINADO - CEBRACE (ou similar)

(A) 1/4" (B) 0.030" PVB (C) 1/4"

REDUÇÃO SONORA EM TORNO DE 35 dB



Tal solução deve ser instalada nas esquadrias externas, evitando frestas nos caixilhos (estes podem ser em pvc ou alumínio).

No caso das esquadrias em madeira (portas acústicas indicadas no projeto em anexo), utilizar madeira maciça ou do tipo sanduiche com preenchimento de uma das mantas supracitadas no detalhe das vedações em dry-wall, devendo também contar com borrachas amortecedoras nas forras, garantindo desta forma uma melhor vedação conforme detalhe apresentado no projeto em anexo.

### **Quadro Resumo das Especificações técnicas para o Isolamento Acústico**

Seguem as especificações que envolvem o projeto de Isolamento Acústico em questão, as vedações reforçadas são Janelas, Portas, Paredes e Tetos conforme indicado no Quadro 01 abaixo:

Quadro 01 - Especificações Técnicas

Item	Quantidades	Especificações Técnicas
Janelas Acústicas	Vide quadro legenda no projeto Total: 06 unidades	VIDRO DUPLO LAMINADO - CEBRACE - (ou similar) e= 1/4" (cada Lâmina) COM PELÍCULA EM POLIVINILBUTIRAL (pvb) e=0,003". O CAIXILHO PODE SER EM ALUMÍNIO OU PVC.
Portas Acústicas	Vide quadro legenda no projeto Total: 04 unidades	SANDUICHE COM FOLHAS DE MDF DE 15 mm (ou metálica) PREENCHIDO COM LÃ MINERAL (vidro, rocha ou pet de 50mm com densidade 40kg/m3) COM ACABAMENTO CONFORME INDICAÇÃO NO PROJETO DE INTERIORES. UTILIZAR BORRACHA NA VEDAÇÃO DAS FORRAS E SOLEIRAS.
Isolamento de Paredes	Vide indicação no projeto Total: 310,50 m <sup>2</sup>	REFORÇO NA ALVENARIA EXISTENTE EM DRYWALL COM CHAPAS SIMPLES e = 15mm LISAS - KNAUF NA FACE INTERNA (COM PREENCHIMENTO DE LÃ MINERAL (vidro, rocha ou pet de 75mm com dens. 40 kg/m3). A face externa é em alvenaria existente.
Isolamento de Teto	Vide indicação no projeto Total: 175,20 m <sup>2</sup> de	FORRO ESTRUTURADO EM PLACAS DE GESSO ACARTONADO LISO - KNAUF e= 15mm. COM SOBREPOSIÇÃO DE LÃ MINERAL (vidro, rocha ou pet de 50mm com dens. 40 kg/m3), Com Tratamento acústico -

	manta 105,20 m <sup>2</sup> de placas de gesso	Fase II na área central dos tetos.
--	---	------------------------------------

IMPORTANTE: OS MATERIAIS AQUI ESPECIFICADOS DEVEM, OBRIGATORIAMENTE, ATENDER AO PADRÕES DE RESISTÊNCIA AO FOGO CONFORME NOMATIVA DO CORPO DE BOMBEIROS

Com a adoção de tais medidas, o ambiente contará com um isolamento acústico satisfatório o que contribuirá para que funcione dentro do padrões recomendados pela NBR 10151 que apresenta os níveis de ruído para conforto acústico em áreas urbanas.

## PARTE II

Qualidade da propagação sonora (otimização do tempo de reverberação)

Garantido o isolamento acústico de um recinto fechado, o som tenderá a ficar confinado, desta forma, quando propagado, este reflete nas superfícies e demora um certo tempo para se dissipar. Este tempo chama-se *tempo de reverberação* e tem influência direta na audibilidade (qualidade acústica) resultante em um referido cômodo. Porém é possível equacionar este tempo de reverberação, de modo a deixá-lo compatível com o uso a ser desenvolvido no local. Exemplo: conversação normal, palestras, música, cinema, entre outros.

As variáveis em questão são o volume de ar do local e a absorção sonora dos materiais de acabamento. Desta forma, foi verificado aqui qual o tempo ótimo de reverberação para os ambientes em estudo e, em seguida, foram feitas as indicações de acabamentos para o teto que garantam o chamado tempo ótimo de reverberação, contribuindo assim para a qualidade acústica dos ambiente citados.



Tal simulação terá apoio na NBR-12179 - Tratamento Acústico em Recinto e no método de cálculo de W. Sabine cujas equações seguem abaixo.

$$T_{\text{ótimo de reverberação}} = (0,161 \times V)/\text{Absorção sonora} \quad (01)$$

$$\text{Absorção sonora} = \sum S_i a_i + n_i a_i + XV \quad (02)$$

A absorção sonora (A) é um somatório das áreas superficiais aparentes dos materiais de acabamento multiplicadas pelos coeficientes de absorção dos mesmos, dado este que deve ser fornecido pelos fabricante.


Para os ambientes tratados neste projeto, o uso predominante evidencia a "Palavra Falada" e, para uma boa compreensão deste segmento, segundo a NBR - 12.179, o tempo ótimo de reverberação deverá girar em torno de **0,7 segundos**.

De acordo com as equações de Sabine, é possível alcançar o tempo ótimo de reverberação com a aplicação de uma absorção sonora média em torno de 0,7 Sabines em no mínimo 60% da área do teto de cada ambiente as demais superfícies podem receber a pintura e o piso padrão especificado para o Centro de Formação. O material especificado com tais características foi:

- Linha Forrovid ISOVER - Bianco 25mm

Para as salas e o auditório serão necessárias 200 placas de 0,60 x 0,60 m totalizando 72,00 m<sup>2</sup>.

Quadro 02 - Especificações Técnicas do Material da ISOVER

Imagem	Borda e Dimensões	Densid.	Peso	Cor e Textura	Materia Prima
	Reta 1250 x 625mm	60 Kg/m <sup>3</sup>	1,5 Kg/m <sup>2</sup>	Branca (ou a definir)	painéis modulados constituídos por lã de vidro revestida em PVC microperfurado

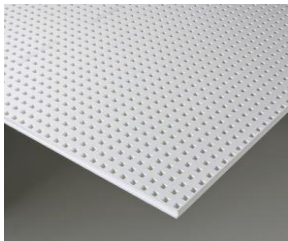
Os ambientes com a indicação do tratamento são: Salas de Aula 01, 02 e 03 e o Auditório.

É importante observar a questão térmica. Para evitar que o forro destinado ao tratamento acústico sofra deformidades, sugere-se a sobreposição da manta em LÃ MINERAL, de vidro, rocha ou pet com espessura de 50mm e densidade de 40 kg/m<sup>3</sup>.

Em um ambiente construído com proporções acima de 11 metros é possível que ocorra o fenômeno do Eco, desta forma, quando o auditório estiver funcionando este fenômeno poderá ocorrer uma vez que o mesmo possui um comprimento maior que 11,00m. Desta forma se faz necessária a aplicação de revestimento fono-absorvente na parede oposta ao palco. Segue a especificação:

- Chapa Cleaneo Quadrada - KNAUF  
(com lã mineral de 50 mm) - 18,60 m<sup>2</sup>

Quadro 03 - Especificações Técnicas do Material da KNAUF

Imagem	Borda e Dimensões	Densid.	Peso	Cor e Textura	Materia Prima
	<p>Borda reta</p> <p>1200 x 2000mm</p> <p>Perfurações quadradas</p>	<p>De 640 a 960 kg/m<sup>3</sup></p>	<p>De 8 a 12 kg/m<sup>2</sup></p>	<p>Branca Lisa</p>	<p>Chapas perfuradas em gesso acartonado Com preenchimento de manta em lã de rocha de 50mm com densidade de 40 kg/ m<sup>3</sup> entre as chapas e a alvenaria.</p>

- **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com o Isolamento acústico das salas de aula e do auditório (fase I deste documento) e calculadas as ponderações das absorções ideais resultando em um tempo ótimo de reverberação para o uso da palavra falada, estipulado em 0,7 segundo, sendo permitida pela legislação específica vigente uma variação mínima de 0,1 segundo para mais ou para menos, tem-se as especificações destinadas ao tratamento acústico, com o propósito de garantir também a inteligibilidade no interior da edificação aqui trabalhada.

É importante salientar dois aspectos importantes:

- A utilização da alta absorção na parede oposta ao palco do auditório, conseguida com o tratamento acústico uma vez que entre as mesmas tem uma distância superior a 11,00 mL e, caso não se aplique este tratamento, provavelmente ocorreria o fenômeno do Eco.
- A região central dos teto com tratamento acústico equilibram a distribuição sonora, uma vez que a reflexão está garantida pelas vedações verticais.

Conclui-se que com a instalação dos materiais especificados, a estanqueidade e a reverberação sonora no ambiente tratado atenderão aos padrões de conforto acústico recomendados pela legislação específica vigente utilizada como base normativa neste projeto.

João Pessoa, 11 de maio de 2022.

Washington Dionisio Sobrinho  
CAU A80707-9