



LJL - Arquitectura e Engenharia, Lda  
Rua da Gandra, 291 | 4445-122 Alfena  
tel e fax: 22 967 22 07  
NIF: 502 462 400  
e-mail: lj.llda@gmail.com  
www.ljprojectos.com

**ACUSTICALC**

**Manual de Utilização**

## Índice

I . INSTALAÇÃO DO PROGRAMA .....	3
II . INSTRUÇÕES GERAIS .....	4
III . MENU DE ESCOLHA DE ZONA E FICHEIRO DE DADOS .....	6
IV . CÁLCULO DA ÁREA DE OCUPAÇÃO SONORA EQUIVALENTE.....	7
V . CÁLCULO DE ISOLAMENTO AO SOM AÉREO (ELEMENTOS COMPOSTOS).....	9
VI . CÁLCULO DE ISOLAMENTO AO SOM AÉREO (ELEMENTOS SIMPLES) .....	12
VII . CÁLCULO DE ISOLAMENTO A SONS DE PERCUSSÃO.....	15
VIII . EDITOR DE FICHEIROS.....	18
IX. CALCULADORA.....	19
X. EJECTAR FOLHA DE IMPRESSÃO .....	19
XI. MEMÓRIA DESCRITIVA.....	19
XII . MANUAL TÉCNICO.....	21
XII . BIBLIOGRAFIA .....	21
XIII . EXEMPLO DE CÁLCULO DE UMA MORADIA .....	22

## I. INSTALAÇÃO DO PROGRAMA

Para instalar o programa, copie (arraste) a pasta ACUSTICO do disco para a raiz do disco C no seu computador, mantendo a pasta com este nome

De seguida, faça um atalho para ACUSTICO.

*Entre na pasta **ACUSTICO** e coloque o cursor sobre o ficheiro **Acustico.exe** e com o botão clicando no botão direito do rato, vá a "Enviar para", e em "Ambiente de trabalho (criar atalho)" e fica com o atalho para entrar no programa.*

Também necessita de correr o programa da mesma directoria com o nome

**COPIA\_OCX.bat** *Clique com o rato no ficheiro*

Pode ter necessidade de instalar os drivers da chave HASP, ou seja correr o programa. Se não instalar dá mensagem de erro.

### **Instalar\_HASP.exe**

*Clique sobre o programa Instalar\_Hasp*

*Escolha a língua U.S. English*

*Com o rato clique em OK*

*Aceite as condições de instalação*

*A seguir clique em Next*

*Finalmente clique em Finish*

Para actualizar a chave, clique no ficheiro (só para clientes que já possuam a chave)

### **Gerar\_codigo\_de\_instalacao.exe.**

*Aparece uma janela e clique sobre o comando "Collect information";*

*Em seguida abre uma pasta, onde terá de escrever o ficheiro que o programa vai gerar;*

*Coloque o nome no local devido.*

*Envie-nos o ficheiro que o programa vai gravar (com a extensão .c2V), via Internet e nós devolvemo-lo a autorização.*

Para instalar a autorização (só para clientes que já possuam a chave)

### **Gerar\_codigo\_de\_instalacao.exe**

*Aparece uma janela e clique sobre o comando "Aply license updade" e clique nos comando com três pontinhos ...*

*Em seguida abre uma pasta, onde terá de escolher o ficheiro que lhe enviamos via Internet (com a extensão .v2c), e o programa fica autorizado a trabalhar.*

Estes dois passos, podem ser dispensados mas terá de nos devolver a sua chave para actualização, e como é lógico demora mais tempo e é mais dispendioso.

Dispõe dos Manuais e da memória descritiva, e o programa fará a sua abertura, utilizando os atalhos para o Microsoft Word e para o Adobe Reader.

Caso não possua este último programa poderá fazer dowload gratuito na Internet.

Bom trabalho,

Se tiver alguma dúvida poderemos ajudá-lo via telefone, pelo que será conveniente ligar estando ao pé do computador para seguir as nossas instruções.



## II . INSTRUÇÕES GERAIS

O programa pode ser utilizado com o rato, clicando nos campos a preencher. O método mais correcto será de através do teclado fazer o seu preenchimento, e com ENTER ou TAB passar para outro campo. Este método também tem a vantagem de não deixar campos por preencher, pois o programa vai percorrendo todos os campos, ordenadamente.

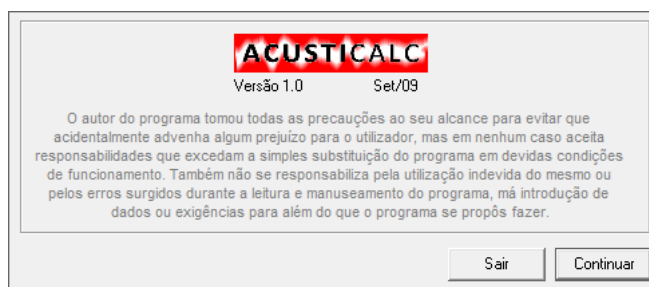
Para recuar de campo (células) carregue em simultâneo o SHIFT + TAB.

Pode editar o conteúdo das células que aparecem com fundo amarelo, clicando sobre as mesmas.

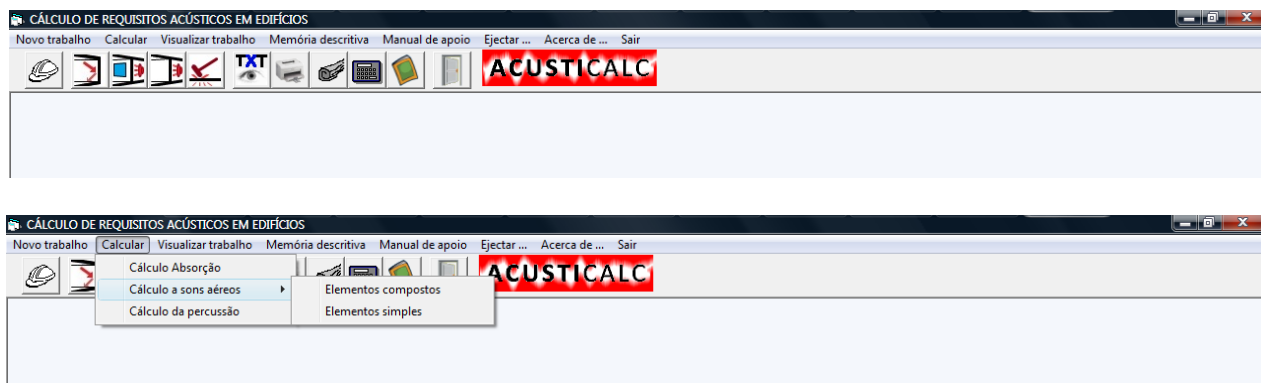
Para escolher dentro de um conjunto de Option com as setas do teclado posicione-se e para escolher faça ENTER ou TAB.

Para seleccionar campos de Escolha clique num dos botões ou carregue no ESPAÇO.

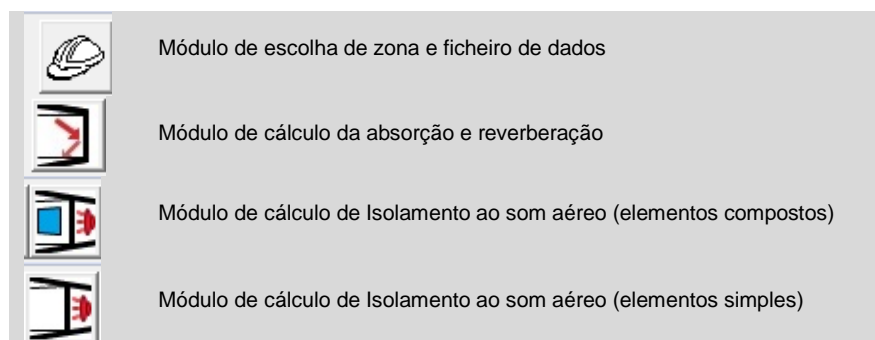
Para arrancar com programa clique em cima do comando "Continuar" da imagem seguinte, ou "Sair" para abandonar o programa.



Menu de ligação com os diversos módulos – Menu de fundo. Tanto pode aceder aos Menus através do sistema de menus do Windows,

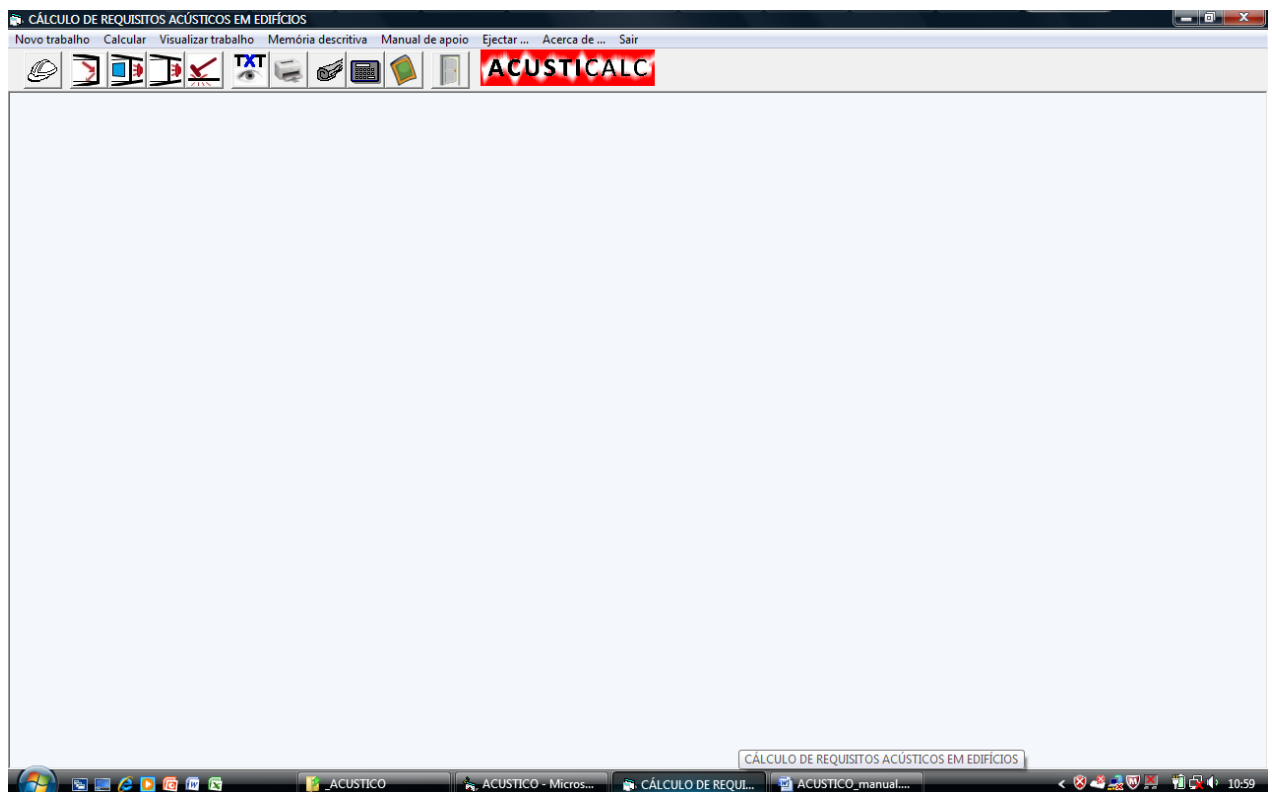


como pode aceder através dos seguintes atalhos.





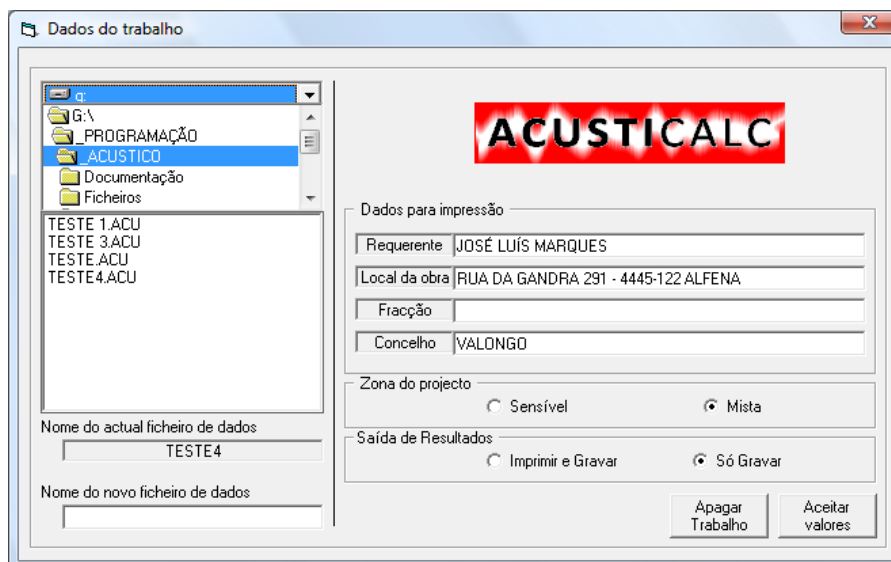
Aspecto do ecrã principal





### III . MENU DE ESCOLHA DE ZONA E FICHEIRO DE DADOS

O **ACUSTICALC** tem a possibilidade de, ao imprimir, guardar em ficheiro o que vai sendo impresso. Esse ficheiro poderá ser editado através do Editor de Ficheiros. Para isso ao iniciar o programa, terá de alterar o nome do ficheiro de dados, caso contrário o programa gravará no ficheiro anterior.



Introduza o nome do ficheiro de dados. O programa cria dentro da pasta "Trabalhos\" uma outra com o nome que escolheu e dentro dela grava os vários ficheiros relativos ao trabalho a efectuar.

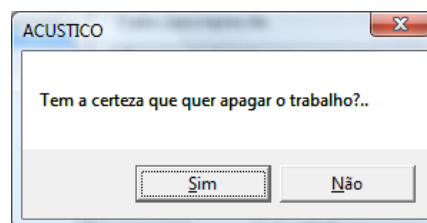
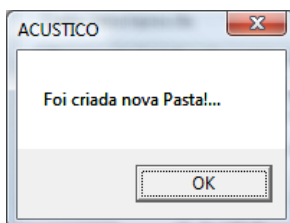
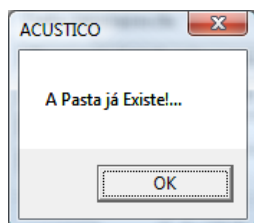
Também possui a possibilidade de escolher entre

- ❖ Imprimir e Gravar
- ❖ Só gravar

No primeiro caso imprime na impressora definida no Windows e grava no ficheiro que estiver a utilizar, e na segunda opção só grava em ficheiro, permitindo também a posterior manipulação dos dados na memória descritiva do Word. Salieta-se o facto de, se optar pela escolha "Imprimir e Gravar", o comando dos diversos módulos passa a indicar "Imprimir", caso contrário passará a indicar "Gravar".

Depois faça "**Aceitar Valores**" para Sair. Se a directoria do trabalho já existir aparece a mensagem da figura à esquerda e pode continuar a trabalhar. Caso a mesma directoria não exista aparece então a mensagem da figura ao centro.

Também pode apagar um trabalho, escolhendo-o e em seguida carregar no comando "**Apagar Trabalho**" e confirma a opção na figura da direita.





## IV . CÁLCULO DA ÁREA DE OCUPAÇÃO SONORA EQUIVALENTE

Dados do compartimento  
Referência: SALA COMUM    Área: 50,00 m2    Pé-direito: 2,60 m    Volume: 130,00 m3

Cálculo da área de ocupação sonora equivalente

REVESTIMENTOS	Área	FREQUÊNCIAS EM Hz											
		125 Hz		250 Hz		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz	
	a1	A (m2)	a1	A (m2)	a1	A (m2)	a1	A (m2)	a1	A (m2)	a1	A (m2)	
Pavimento de soalho de madeira	0,00												
Revestimento de tijoleira cerâmica	0,00												
Estuque liso (paredes)	0,00												
Estuque liso (tectos)	0,00												
Portas de madeira	0,00												
Envidraçado corrente	0,00												
Alvenaria de tijolo em tosco	0,00												
Betão à vista	0,00												

OCUPAÇÃO	Nº	FREQUÊNCIAS EM Hz											
		125 Hz		250 Hz		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz	
	Ai	A (m2)	Ai	A (m2)	Ai	A (m2)	Ai	A (m2)	Ai	A (m2)	Ai	A (m2)	
	0												
	0												
	0												

SOMA DAS ÁREAS (de ocupação sonora equivalentes)    m2  
MÉDIA DAS ÁREAS (das bandas regulamentares)    m2

Sair

Neste módulo, comece por introduzir o nome do aposento que está a estudar, a sua área e o pé-direito. O programa calcula o volume. De seguida terá de descrever os materiais visíveis, escolhendo nas listas pendentes debaixo do título REVESTIMENTOS. Faça a escolha para cada material diferente. O computador assume o valor de alfa1. Terá de indicar cada uma das áreas desse revestimento, como se ilustra na figura seguinte.

REVESTIMENTOS	Área	a1
Pavimento de soalho de madeira	50,00	0,10
Estuque liso (tectos)	50,00	0,02
Estuque liso (paredes)	150,00	0,02
Envidraçado corrente	5,00	0,03
Portas de madeira	1,60	0,10
	0,00	

Pode de seguida colocar elementos de ocupação. Tenha atenção pois no cálculo de habitações não entram estas ocupações.

OCUPAÇÃO
Pessoa de pé
Pessoa sentada
Criança de pé
Músico de orquestra (incluindo o instrumento)
Cadeira de madeira vazia ou pequena mesa
Cadeira de madeira ocupada
Banco de igreja com almofada vazia
Banco de igreja com almofada ocupada

Pode escolher o cálculo do tempo de reverberação. Nas habitações não existem limites máximos para o tempo de reverberação.

Calcular tempo de reverberação

Os métodos que o programa verifica são

- Fórmula de Sabine
- Fórmula de Eyring
- Fórmula de Millington & Sette

Para cada método é verificado se o método é válido ou não e indicado à frente de cada um. Cada um destes métodos tem condições de aplicação. No caso de existir um dos métodos válidos aparecerá a verificação regulamentar abaixo. Tem também um

botão de opção que pode escolher entre “Habitação” e “Escritório”, para fazer a verificação nesses casos. Como na habitação não existe limite regulamentar aparece no local do valor N/A , não aplicável.

Tempo de reverberação (para as bandas de oitava regulamentares)

	FREQÜÊNCIAS EM Hz				MÉDIA	VERIFICAÇÕES
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz			
Fórmula de SABINE	1,88 s	1,88 s	1,88 s	1,88 s	1,88 s	MÉTODO VÁLIDO
Fórmula de EYRING	1,43 s	1,43 s	1,43 s	1,43 s	1,43 s	MÉTODO NÃO VÁLIDO
Fórmula de MILLINGTON e SETTE	1,82 s	1,82 s	1,82 s	1,82 s	1,82 s	MÉTODO VÁLIDO
Limite Regulamentar					0,76 s	NÃO VERIFICA

Calcular tempo de reverberação

Ejectar Gravar Sair

Aspecto final da “form” de cálculo da área de ocupação sonora equivalente.

Cálculo de área de ocupação sonora equivalente

Dados do compartimento  
 Referência: SALA COMUM    Área: 50,00 m<sup>2</sup>    Pé-direito: 2,60 m    Volume: 130,00 m<sup>3</sup>

Cálculo da área de ocupação sonora equivalente

REVESTIMENTOS	Área	FREQÜÊNCIAS EM Hz											
		125 Hz		250 Hz		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz	
		a1	A (m2)	a1	A (m2)	a1	A (m2)	a1	A (m2)	a1	A (m2)	a1	A (m2)
Pavimento de soalho de madeira	50,00	0,10	5,00	0,10	5,00	0,10	5,00	0,10	5,00	0,10	5,00	0,10	5,00
Estuque liso (tectos)	50,00	0,02	1,00	0,02	1,00	0,03	1,50	0,03	1,50	0,03	1,50	0,03	1,50
Estuque liso (paredes)	150,00	0,02	3,00	0,02	3,00	0,03	4,50	0,03	4,50	0,03	4,50	0,03	4,50
Envidraçado corrente	5,00	0,03	0,15	0,03	0,15	0,02	0,10	0,02	0,10	0,02	0,10	0,02	0,10
Portas de madeira	1,60	0,10	0,16	0,10	0,16	0,10	0,16	0,10	0,16	0,10	0,16	0,10	0,16
	0,00												
	0,00												
	0,00												
	0,00												
OCUPAÇÃO	Nº	Ai	A (m2)	Ai	A (m2)	Ai	A (m2)	Ai	A (m2)	Ai	A (m2)	Ai	A (m2)
	0												
	0												
	0												
SOMA DAS ÁREAS (de ocupação sonora equivalentes)						11,26		11,26		11,26			
MÉDIA DAS ÁREAS (das bandas regulamentares)								11,26 m <sup>2</sup>					

Tempo de reverberação (para as bandas de oitava regulamentares)

	FREQÜÊNCIAS EM Hz				MÉDIA	VERIFICAÇÕES
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz			
Fórmula de SABINE	1,88 s	1,88 s	1,88 s	1,88 s	1,88 s	MÉTODO VÁLIDO
Fórmula de EYRING	1,43 s	1,43 s	1,43 s	1,43 s	1,43 s	MÉTODO NÃO VÁLIDO
Fórmula de MILLINGTON e SETTE	1,82 s	1,82 s	1,82 s	1,82 s	1,82 s	MÉTODO VÁLIDO
Limite Regulamentar					0,76 s	NÃO VERIFICA

Calcular tempo de reverberação

Ejectar Gravar Sair

No final do cálculo pode Gravar ou Imprimir, conforme opção escolhida no início do trabalho (Menu de Escolha do Trabalho). Ou Sair. Os ficheiros, com os dados de área de absorção dos revestimentos e da ocupação podem ser editados e adaptados com novos valores que o utilizador pretenda.





## V. CÁLCULO DE ISOLAMENTO AO SOM AÉREO (ELEMENTOS COMPOSTOS)

Este módulo destina-se a verificar os requisitos regulamentares aos sons aéreos em elementos compostos por exemplo: parede com janela. Neste caso, tem de ser calculada a média ponderada entre o elemento opaco – parede e o envidraçado.

Cálculo de Elemento Misto

Situação em estudo (Isolamento entre Elemento receptor e ...)

Exterior  Habitação  Circulação comum (geral)  Circulação comum (escadas e elevadores)  Circulação comum (garagens)  Comércios, Indústrias e Serviços

Referência do elemento construtivo a estudar

Neste módulo, começa-se por escolher a situação em estudo. As opções são

- Entre caso elemento receptor (caso em estudo) e Exterior
- Entre caso elemento receptor (caso em estudo) e outra habitação
- Entre caso elemento receptor (caso em estudo) e circulação comum – geral
- Entre caso elemento receptor (caso em estudo) e Comunicação comum – escadas e elevadores
- Entre caso elemento receptor (caso em estudo) e Circulação comum - garagens
- Entre caso elemento receptor (caso em estudo) e Comércios, Indústrias e Serviços

Também deverá escrever a referência do elemento em estudo, no campo próprio, por exemplo: PAREDE EXTERIOR, PAVIMENTO SOBRE ESPAÇO EXTERIOR, etc.

Carregando em ENTER, o curso passa para a opção “Usar uma solução testada”.

Com a opção desligada, terá de escolher a composição do elemento desde os revestimentos, à sua composição estrutural, para poder determinar a massa do elemento. Depois da massa do elemento determinada, carregue no ábaco das Massas para determinar o L2-L1 e introduza-o na caixa de entrada respectiva.

Usar uma solução testada

Composição do Elemento

ELEMENTO OPACO

Constituição do elemento a estudar

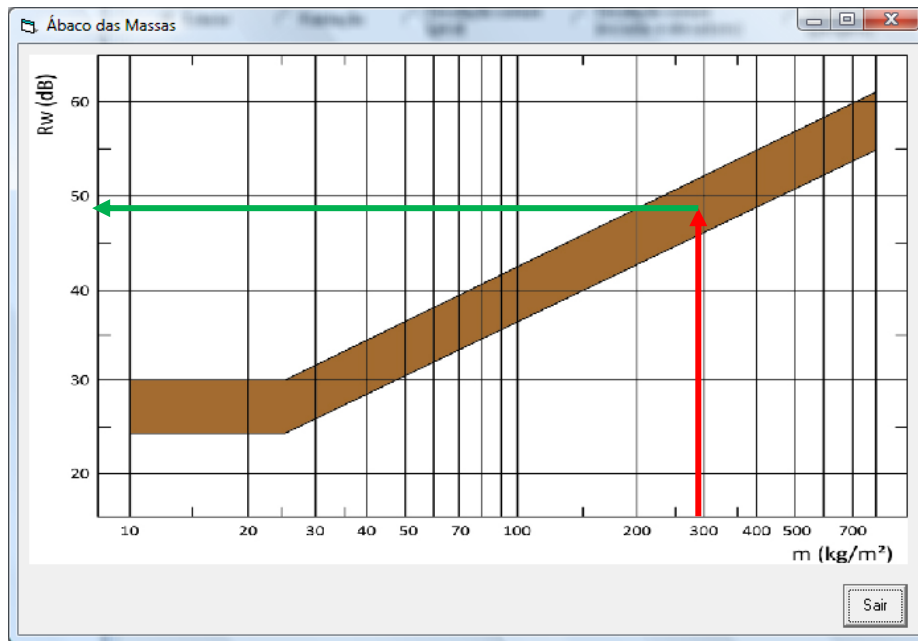
	Esp./cm	Peso/m <sup>3</sup>	Peso elemento
Alvenaria de tijolo cerâmico vasado leve	15	1200,00	180,00 Kg
	0		Kg
	0		Kg
	0		Kg
	0		Kg

180,00 Kg L2-L1 = 0,00 dB

Ábaco das Massas

ELEMENTO ENVIDRAÇADO

R'w = dB



Exemplo para uma massa de 300 kg temos um  $L_2-L_1 = 49$  dB.

Se a opção estiver ligada, basta escolher uma das soluções listadas na lista pendente e o valor de  $R'w$  vai directamente para a respectiva célula. As soluções testadas foram retiradas de bibliografia da especialidade. Pode aumentar o número de soluções através da edição do ficheiro respectivo.

Usar uma solução testada

Composição do Elemento

ELEMENTO OPACO

Usar uma solução testada

Parede de alvenaria simples de tijolo de 11 cm  
 Parede de alvenaria simples de tijolo de 15 cm  
 Parede de alvenaria simples de tijolo de 22 cm  
**Parede de alvenaria dupla de tijolo 11+11 cm com caixa de ar e isolamento**  
 Parede de alvenaria dupla de tijolo 15+11 cm com caixa de ar e isolamento  
 Parede de alvenaria dupla de tijolo 15+15 cm com caixa de ar e isolamento  
 Parede de alvenaria dupla de tijolo 15+15 cm com membrana acustica entre elas

R'w =  dB

ELEMENTO ENVIDRAÇADO

R'w =  dB

A lista de opções de envidraçados aparece na lista pendente e podem também ser acrescentadas ou eliminadas algumas das soluções.

ELEMENTO ENVIDRAÇADO

R'w =  dB

Vidro monolítico 6 mm  
 Vidro monolítico 8 mm  
 Vidro monolítico 10 mm  
 Vidro duplo 4 (12) 4 mm  
**Vidro duplo 4 (16) 4 mm**  
 Vidro duplo 8 (16) 8 mm  
 Vidro duplo acústico 4 (12) 6 mm  
 Vidro duplo acústico 4 (16) 6 mm

0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00

De seguida terá de preencher os quadros dos requisitos de comportamento acústico, onde colocará o nome do caso em estudo, por exemplo SALA, Área de parede, área de envidraçado, e o computador faz a verificação regulamentar.

Verificação dos requisitos de comportamento acústicos entre as zonas escolhidas

		SALA				
Área de parede	m2	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Área de envidraçado	m2	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00
R 'w ou L2-L1 (paredes)	dB	50,00				
R 'w (envidraçados)	dB	30,00				
D2m,nT,w	dB	35,33				
Verificação dos requisitos entre zonas escolhidas		Verifica				

Pode repetir para outros elementos em estudo.

No final pode gravar ou imprimir, conforme opção inicial.

**Cálculo de Elemento Misto**

Situação em estudo (Isolamento entre Elemento receptor e ...)

Exterior  
 Habitação  
 Circulação comum (geral)  
 Circulação comum (escadas e elevadores)  
 Circulação comum (garagens)  
 Comércio, Indústrias e Serviços

Referência do elemento construtivo a estudar: PAREDE EXTERIOR

Composição do Elemento

ELEMENTO OPACO

Parede de alvenaria dupla de tijolo 15+11 cm com caixa de ar e isolamento

Usar uma solução testada

As soluções testadas foram retiradas do livro Manual de Alvenaria de Tijolo (APICER 2000)

R'w = 50,00 dB

ELEMENTO ENVIDRAÇADO

Vidro duplo 4 (16) 4 mm

R'w = 30,00 dB

Verificação dos requisitos de comportamento acústicos entre as zonas escolhidas

		SALA				
Área de parede	m2	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Área de envidraçado	m2	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00
R 'w ou L2-L1 (paredes)	dB	50,00				
R 'w (envidraçados)	dB	30,00				
D2m,nT,w	dB	35,33				
Verificação dos requisitos entre zonas escolhidas		Verifica				

Ejectar   Gravar   Sair



## VI . CÁLCULO DE ISOLAMENTO AO SOM AÉREO (ELEMENTOS SIMPLES)

Este módulo destina-se a verificar os requisitos regulamentares aos sons aéreos em elementos simples, como por exemplo: parede, pavimento, etc.

Cálculo de Elemento Misto

Situação em estudo (isolamento entre Elemento receptor e ...)

Exterior  Habitação  Circulação comum (geral)  Circulação comum (escadas e elevadores)  Circulação comum (garagens)  Comércios, Indústrias e Serviços

Referência do elemento construtivo a estudar

Neste módulo, começa-se por escolher a situação em estudo. As opções são

- Entre caso elemento receptor (caso em estudo) e Exterior
- Entre caso elemento receptor (caso em estudo) e outra habitação
- Entre caso elemento receptor (caso em estudo) e circulação comum – geral
- Entre caso elemento receptor (caso em estudo) e Comunicação comum – escadas e elevadores
- Entre caso elemento receptor (caso em estudo) e Circulação comum - garagens
- Entre caso elemento receptor (caso em estudo) e Comércios, Indústrias e Serviços

Também deverá escrever a referência do elemento em estudo, no campo próprio, por exemplo: PAREDE EXTERIOR, PAVIMENTO SOBRE ESPAÇO EXTERIOR, etc.

Carregando em ENTER, o curso passa para a opção “Usar uma solução testada”.

Com a opção desligada, terá de escolher a composição do elemento desde os revestimentos, à sua composição estrutural, para poder determinar a massa do elemento. Depois da massa do elemento determinada, carregue no ábaco das Massas para determinar o L2-L1 e introduza-o na caixa de entrada respectiva.

Usar uma solução testada

Composição do Elemento

ELEMENTO OPACO

Constituição do elemento a estudar	Esp./cm	Peso/m3	Peso elemento
	0		Kg
	0		Kg
	0		Kg
	0		Kg
	0		Kg

Alvenaria de tijolo maciço pesado

Alvenaria de tijolo maciço leve

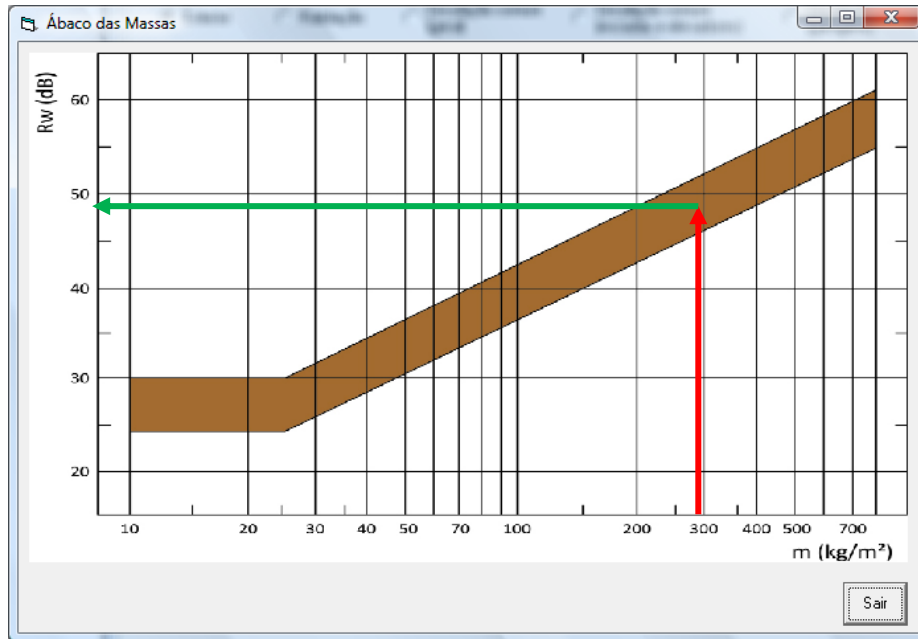
Alvenaria de tijolo silicocalcáreo maciço

Alvenaria de blocos furados de betão - leves

Usar uma solução testada

Ábaco das Massas

L2-L1 = 0 dB



Exemplo para uma massa de 300 kg temos um  $L_2-L_1 = 49$  dB.

Se a opção estiver ligada, basta escolher uma das soluções listadas na lista pendente e o valor de  $R_w$  vai directamente para a respectiva célula. As soluções testadas foram retiradas de bibliografia da especialidade. Pode aumentar o número de soluções através da edição do ficheiro respectivo.

Usar uma solução testada

Composição do Elemento

ELEMENTO OPACO

Usar uma solução testada

Parede de alvenaria dupla de tijolo 15+11 cm com caixa de ar e isolamento

As soluções testadas foram retiradas do livro Manual de Alvenaria de Tijolo (APICER 2000)

$R_w =$  50,00 dB

De seguida terá de preencher os quadros dos requisitos de comportamento acústico, onde colocará o nome do caso em estudo, por exemplo SALA, Área de parede, área de envidraçado, e o computador faz a verificação regulamentar.

Exemplo de solução testada:

Verificação dos requisitos de comportamento acústicos entre as zonas escolhidas		SALA				
Área de absorção	m <sup>2</sup>	4,56	0,00	0,00	0,00	0,00
Massa do elemento	kg					
L2-L1 ou $R_w$	dB	50,00				
D2m,nT,W	dB					
Verificação dos requisitos entre zonas escolhidas		Verifica				

Exemplo de solução não testada:

Verificação dos requisitos de comportamento acústicos entre as zonas escolhidas

		QUARTO				
Área de absorção	m <sup>2</sup>	5,60	0,00	0,00	0,00	0,00
Massa do elemento	kg	430,00				
L2-L1 ow R'w	dB	52,00				
D2m,nT,w	dB	54,52				
Verificação dos requisitos entre zonas escolhidas		Verifica				

Pode repetir para outros elementos em estudo.

No final pode gravar ou imprimir, conforme opção inicial.

**Cálculo de Elemento Simples**

Situação em estudo (Isolamento entre Elemento receptor e ...)

Exterior
  Habitação
  Circulação comum (geral)
  Circulação comum (escadas e elevadores)
  Circulação comum (garagens)
  Comércio, Indústrias e Serviços

Referência do elemento construtivo a estudar: SALA

Composição do Elemento: ELEMENTO OPACO

Constituição do elemento a estudar	Esp./cm	Peso/m <sup>3</sup>	Peso elemento	
Argamassa de cimento	2	2100,00	42,00	Kg
Alvenaria de tijolo cerâmico vasado vulgar	15	1400,00	210,00	Kg
Alvenaria de tijolo cerâmico vasado vulgar	11	1400,00	154,00	Kg
Argamassa de estuque	2	1200,00	24,00	Kg
	0			Kg
			430,00	Kg

Usar uma solução testada

Ábaco das Massas

L2-L1 = 52 dB

Verificação dos requisitos de comportamento acústicos entre as zonas escolhidas

		QUARTO				
Área de absorção	m <sup>2</sup>	5,60	0,00	0,00	0,00	0,00
Massa do elemento	kg	430,00				
L2-L1 ow R'w	dB	52,00				
D2m,nT,w	dB	54,52				
Verificação dos requisitos entre zonas escolhidas		Verifica				

Ejectar Gravar Sair



## VII . CÁLCULO DE ISOLAMENTO A SONS DE PERCUSSÃO

Situação em estudo (Isolamento entre Elemento receptor e ...)

Exterior  
  Habitação  
  Circulação comum (geral)  
  Circulação comum (escadas e elevadores)  
  Circulação comum (garagens)  
  Comércio, Indústrias e Serviços

Referência do elemento construtivo a estudar: SALA

Neste módulo, começa-se por escolher a situação em estudo. As opções são

- Entre caso elemento receptor (caso em estudo) e Exterior
- Entre caso elemento receptor (caso em estudo) e outra habitação
- Entre caso elemento receptor (caso em estudo) e circulação comum – geral
- Entre caso elemento receptor (caso em estudo) e Comunicação comum – escadas e elevadores
- Entre caso elemento receptor (caso em estudo) e Circulação comum - garagens
- Entre caso elemento receptor (caso em estudo) e Comércio, Indústrias e Serviços

Também deverá escrever a referência do elemento em estudo, no campo próprio, por exemplo: PAREDE EXTERIOR, PAVIMENTO SOBRE ESPAÇO EXTERIOR, etc.

Escolha o tipo de pavimento e insira o L2-L1 da laje

Tipo de pavimento

Pavimento de vigotas pré-esforçadas

L2-L1 = 0 dB

Transmissões Marginais

Considerar Transmissões Marginais

Laje de betão armado

Laje de betão revestida c/ tacos de madeira

Laje de betão com lajea flutuante

Pode optar por considerar as transmissões marginais, que serão calculadas em função da massa do pavimento e das paredes.

Transmissões Marginais

Considerar Transmissões Marginais

Massa superficial do pavimento

Massa superficial dos elementos marginais

Correcção atribuída à transmissão marginal

0,00 dB

Transmissões Marginais

Considerar Transmissões Marginais

Massa superficial do pavimento

350 kg/m<sup>2</sup>

Massa superficial dos elementos marginais

150 kg/m<sup>2</sup>

Correcção atribuída à transmissão marginal

2,00 dB

Verificação dos requisitos aos sons de percussão entre as zonas escolhidas (cálculo inicial)

Área de absorção	m <sup>2</sup>					
(L1-L2) + Li	dB 1/3oit		0,00			
(L1-L2)	dB				0,00	0,00

Escreva o nome do compartimento em estudo, bem como da área de absorção dessa divisão (calculada anteriormente)

Verificação dos requisitos aos sons de percussão entre as zonas escolhidas (cálculo inicial)

		SALA				
Área de absorção	m2	4,60	0,00	0,00	0,00	0,00
(L1-L2) + Li	dB 1/3oit	125,00				
(L1-L2)	dB	55,00				
Nível sonoro médio Li	dB	70,00				
Nível sonoro de percussão normalizado L'n	dB	68,63				
Verificação da percussão (sem correcção)		Não Verifica				

Valor com correcção

Verificação dos requisitos aos sons de percussão entre as zonas escolhidas (cálculo final)

Índice de redução sonora DeltaLw	dB	0,00				
Nível sonoro de percussão normalizado L'n	dB	68,63				
Verificação da percussão (após correcção)		Não Verifica				

No presente caso a solução não verifica os requisitos regulamentares, pelo que se vai escolher uma correcção da lista pendente.

Valor com correcção

Verificação dos requisitos aos sons de percussão entre as zonas escolhidas (cálculo inicial)

		SALA				
Área de absorção	m2	4,60	0,00	0,00	0,00	0,00
(L1-L2) + Li	dB 1/3oit	125,00				
(L1-L2)	dB	55,00				
Nível sonoro médio Li	dB	70,00				
Nível sonoro de percussão normalizado L'n	dB	68,63				
Verificação da percussão (sem correcção)		Não Verifica				

Valor com correcção

Lajeta flutuante de 40 mm sobre aglomerado negro de cortiça de 95 kg/m3 c/ 10 cm de espessura  
Lajeta flutuante de 40 mm sobre aglomerado negro de cortiça de 100 kg/m3 c/ 20 cm de espessura  
**Lajeta flutuante de 40 mm sobre aglomerado negro de cortiça de 100 kg/m3 c/ 10 cm de espessura**  
Lajeta flutuante de 40 mm sobre aglomerado negro de cortiça de 102 kg/m3 c/ 6 cm de espessura  
Lajeta flutuante de 40 mm sobre aglomerado negro de cortiça de 112 kg/m3 c/ 20 cm de espessura  
Lajeta flutuante de 40 mm sobre aglomerado negro de cortiça de 120 kg/m3 c/ 40 cm de espessura  
Lajeta flutuante de 40 mm sobre aglomerado negro de cortiça de 140 kg/m3 c/ 12 cm de espessura  
Lajeta flutuante de 40 mm sobre aglomerado negro de cortiça de 194 kg/m3 c/ 5 cm de espessura

Verificação dos requisitos aos sons de percussão entre as zonas escolhidas (cálculo inicial)

		SALA				
Área de absorção	m2	4,60	0,00	0,00	0,00	0,00
(L1-L2) + Li	dB 1/3oit	125,00				
(L1-L2)	dB	55,00				
Nível sonoro médio Li	dB	70,00				
Nível sonoro de percussão normalizado L'n	dB	68,63				
Verificação da percussão (sem correcção)		Não Verifica				

Valor com correcção

Lajeta flutuante de 40 mm sobre aglomerado negro de cortiça de 100 kg/m3 c/ 10 cm de espessura

Verificação dos requisitos aos sons de percussão entre as zonas escolhidas (cálculo final)

Índice de redução sonora DeltaLw	dB	18,00				
Nível sonoro de percussão normalizado L'n	dB	50,63				
Verificação da percussão (após correcção)		Verifica				

A solução adoptada agora verifica, mas a solução inicial com a condição de não verificação mantém-se escrita. Não se trata de erro, é mesmo assim.

De seguida pode Imprimir ou Gravar, de acordo com a opção inicial.



**Cálculo de elementos de construção aos sons de percussão**

Situação em estudo (Isolamento entre Elemento receptor e ...)

Exterior  
  Habitação  
  Circulação comum (geral)  
  Circulação comum (escadas e elevadores)  
  Circulação comum (garagens)  
  Comércio, Indústrias e Serviços

Referência do elemento construtivo a estudar: SALA

Tipo de pavimento: Pavimento de vigotas pré-esforçadas      L2-L1 = 55 dB

Transmissões Marginais

Considerar Transmissões Marginais     
 Massa superficial do pavimento: 350 kg/m<sup>2</sup>     
 Massa superficial dos elementos marginais: 150 kg/m<sup>2</sup>     
 Correção atribuída à transmissão marginal: 2,00 dB

Verificação dos requisitos aos sons de percussão entre as zonas escolhidas (cálculo inicial)

			SALA				
Área de absorção	m <sup>2</sup>		4,60		0,00		0,00
(L1-L2) + Li	dB 1/3oit		125,00				0,00
(L1-L2)	dB		55,00				
Nível sonoro médio Li	dB		70,00				
Nível sonoro de percussão normalizado L'n	dB		68,63				
Verificação da percussão (sem correcção)			Não Verifica				

Valor com correcção: Lajeta flutuante de 40 mm sobre aglomerado negro de cortiça de 100 kg/m<sup>3</sup> c/ 10 cm de espessura

Verificação dos requisitos aos sons de percussão entre as zonas escolhidas (cálculo final)

Índice de redução sonora DeltaLw	dB		18,00				
Nível sonoro de percussão normalizado L'n	dB		50,63				
Verificação da percussão (após correcção)			Verifica				

Ejectar   Gravar   Sair



## VIII. EDITOR DE FICHEIROS

O editor de ficheiros, que é o **Editor do Windows**, permite em qualquer momento, aceder ao ficheiro de resultados. Para o fazer clique sobre o Ícone. Para correcta visualização pode ter necessidade de aumentar a largura da janela e de mudar o tamanho de letra para 8. A partir deste ficheiro, pode exportar para Word, fazendo a manipulação dos dados, inserindo-os na memória descritiva, ou gravando o ficheiro na directoria de trabalho do projecto, por exemplo.

The screenshot shows the ACUSTICALC software interface. The main window is titled "CÁLCULO DE REQUISITOS ACÚSTICOS EM EDIFÍCIOS". A text editor window titled "TESTE4\_ACU.TXT - Bloco de notas" is open, displaying the following content:

Ficheiro Editar Formatar Ver Ajuda

JOSÉ LUIS MARQUES  
RUA DA GANDRA 291 - 4445-122 ALFENA  
VALONGO

CÁLCULO DA ÁREA DE ABSORÇÃO

Referência: SALA  
Área = 50,00 m<sup>2</sup> Pé direito = 2,60 m Volume = 130,00 m<sup>3</sup>

REVESTIMENTOS	ÁREA	--- FREQUÊNCIAS DE BANDA DE OITAVA ---					
		500 Hz	1000 Hz	2000 Hz			
		a1	A1	a1	A1		
Pavimento de soalho de madeira	50,00	0,10	5,00	0,10	5,00	0,10	5,00
Estuque liso (tectos)	50,00	0,03	1,50	0,03	1,50	0,03	1,50
Estuque liso (paredes)	150,00	0,03	4,50	0,03	4,50	0,03	4,50
Portas de madeira	2,00	0,10	0,20	0,10	0,20	0,10	0,20
Emvidraçado corrente	6,00	0,02	0,12	0,02	0,12	0,02	0,12
Área de ocupação sonora equivalente			11,32		11,32		11,32
Média das áreas (das bandas regulamentares)					11,32		11,32 m <sup>2</sup>

ISOLAMENTO A SONS AÉREOS

PAREDE EXTERIOR

ELEMENTO CONSTRUTIVO UTILIZADO

Parede de alvenaria dupla de tijolo 15+11 cm com caixa de ar e isolamento R'<sub>w</sub>=50,0 dB

Nível sonoro de percussão normalizado L<sub>T</sub>1 = 00 30,65

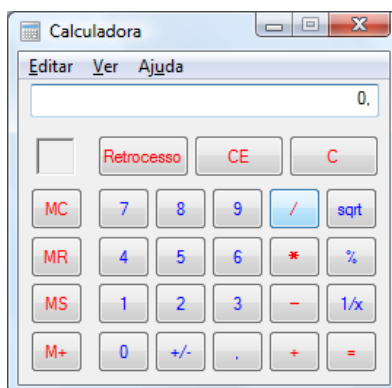
Verificação da percussão (após correcção)

Ejectar Gravar Sair



## IX. CALCULADORA

Também pode utilizar a calculadora do sistema do Windows, para efectuar qualquer cálculo extra programa.



## X. EJECTAR FOLHA DE IMPRESSÃO

Ao imprimir os dados, a impressora assume os valores e só no fim do cálculo é que “despeja” os valores – isto é característica do Windows e do método utilizado pelas impressoras.

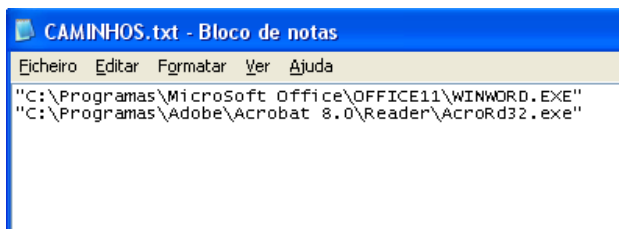
O método que se pretende implementar é o seguinte:

- Faça dois cálculos e em seguida carregue no ícone, para Ejectar a folha, Mais dois cálculos e novamente no Ejectar. É uma questão de hábito. Pode sempre verificar os dados no ficheiro como foi dito no capítulo VIII.
- Caso não faça o ejectar quando terminar a utilização do programa os cálculos completos saem seguidos, mas com a desvantagem das quebras de página.



## XI. MEMÓRIA DESCRITIVA

Juntamos ao programa uma Memória descritiva em formato WORD para utilizar nos seus trabalhos. Acerte a mesma actualizando-a ou eliminando o que não se ajustar ao seu projecto. Também pelo programa pode aceder á mesma (caso os atalhos estejam correctos).



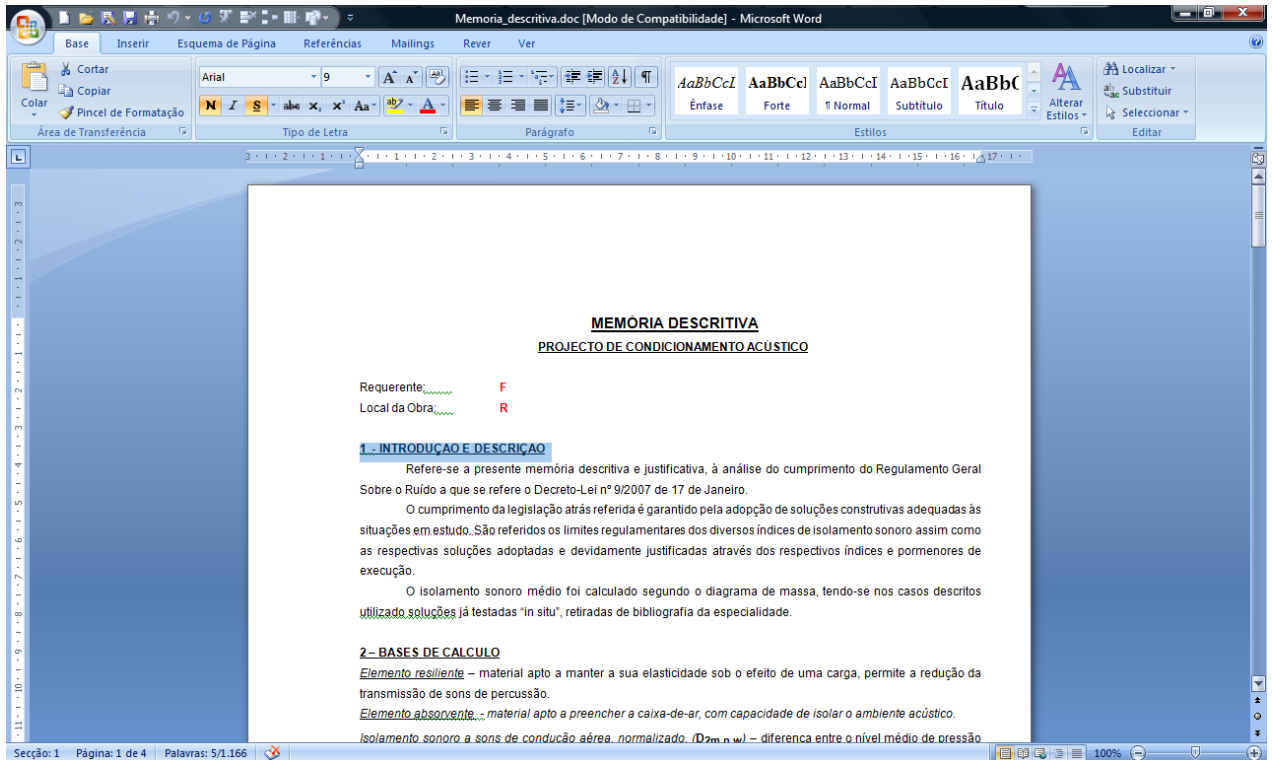
Caminho assumido para leitura do Microsoft Word

```
"C:\Programas\Microsoft Office\OFFICE11\WINWORD.EXE"
```

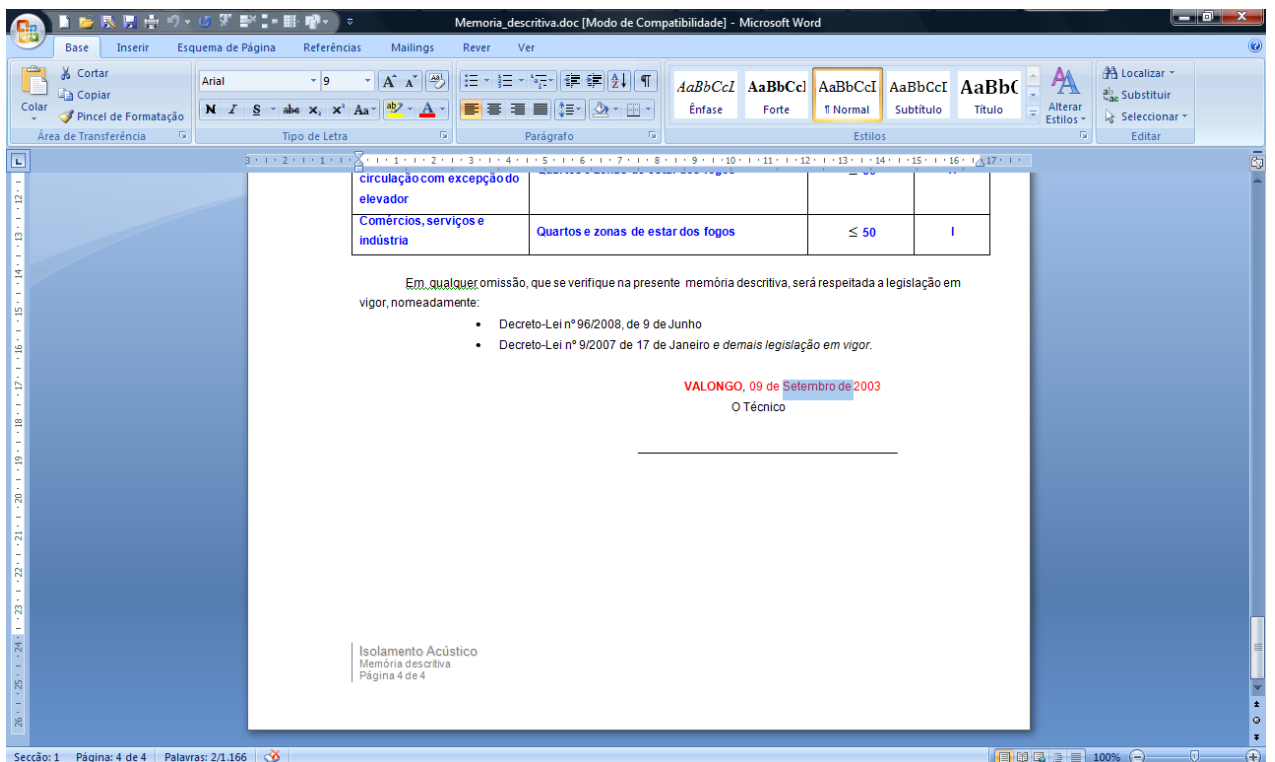
Este caminho pode ser alterado, mas atenção às aspas e ao nome correcto do caminho, caso contrário o programa poderá não abrir o Word. Também pode aceder à memória descritiva, caso clique sobre ela (dentro da directoria) e possua o Word instalado.

Forma de introduzir o ficheiro de texto na Memória descritiva

- 1 - Abra a memória descritiva, através do programa ou através do Word.



2 – Altere o que pretender e posicione-se no final da mesma



3 – Vá a Inserir → Ficheiro

4 – Escolher Tipo de ficheiros para **Todos os ficheiros (\*.\*)**

5 – Escolher a Directoria \Trabalhos no disco onde tem o programa instalado

6 – Escolher a Directoria com nome do trabalho

7 – Clicar sobre Ficheiro com NOME\_DO\_TRABALHO.TXT e em Seguida Inserir no comando em baixo à direita

8 – Seleccione todo o texto – parte de resultados

9 - Escolha letra **Courier New** e tamanho 8. Coloque Margem direita nos 17 e está pronto a imprimir.



## XII . MANUAL TÉCNICO

Juntamos ao programa um Manual Técnico, com os ficheiros em PDF para sua consulta. Nela está descrito o método de cálculo efectuado. Este manual também está acessível através do menu do programa (necessita do Adobe Reader instalado) e se estiver instalado com os caminhos correctos. Caso não possua o Adobe Reader pode obtê-lo gratuitamente na Internet no site da Adobe: [www.adobe.com](http://www.adobe.com)

```
CAMINHOS.txt - Bloco de notas
Ficheiro Editar Formatar Ver Ajuda
"C:\Programas\Microsoft Office\OFFICE11\WINWORD.EXE"
"C:\Programas\Adobe\Acrobat 8.0\Reader\AcroRd32.exe"
```

Caminho assumido para leitura do Acrobat Reader

```
"C:\Programas\Adobe\Acrobat 8.0\Reader\AcroRd32.exe"
```

Este caminho pode ser alterado, mas atenção às aspas e ao nome correcto do caminho, caso contrário o programa poderá não abrir o Acrobat Reader. Também pode aceder ao Manual, caso clique sobre ele (dentro da directoria) e possua o Acrobat Reader instalado. Aqui as alterações geralmente são o número da versão. .... Adobe\Acrobat 8.0\Reader...., .... Adobe\Acrobat 7.0\Reader...., etc.



## XII . BIBLIOGRAFIA

A bibliografia utilizada foi a seguinte:

- Manual de Alvenaria de Tijolo – APICER 2000
- Acústica nos Edifícios – Jorge Patrício
- TABELAS TÉCNICAS – de Brasão Farinha
- Apontamentos do Curso
- Manual Técnico da DANOSA
- Programa desenvolvido em Visual Basic 6.00 da Microsoft
- Na elaboração do programa utilizei a "Input32X Edit Control" versão 1.6.38 de [www.eoliv.com](http://www.eoliv.com)



### XIII . EXEMPLO DE CÁLCULO DE UMA MORADIA

#### 1 - Cálculo do coeficiente de absorção

Começamos por medir em cada divisão as áreas dos elementos visíveis. Neste exemplo vou calcular a Sala Comum, Suite, e dois Quartos. Este é o trabalho mais complexo, mas que não pode ser evitado. Assim em cada divisão calculo a área e o pé-direito. Calculo, também, a área visível de cada superfície, nomeadamente área de pavimento, de tecto, de paredes, de madeira das portas e dos vidros das janelas.

#### MEDIÇÕES:

##### Cálculo da área de ocupação sonora equivalente

	<i>SALA COMUM</i>	<i>SUITE</i>	<i>QUARTO 1</i>	<i>QUARTO 2</i>
Área (m2)=	<b>35,80</b>	<b>19,30</b>	<b>14,20</b>	<b>21,90</b>
Pé-direito	<b>2,60</b>	<b>2,60</b>	<b>2,60</b>	<b>2,60</b>

	Área de material	Área de material	Área de material	Área de material
REVESTIMENTOS	Ai (m2)	Ai (m2)	Ai (m2)	Ai (m2)
Pavimento	35,80	19,30	14,20	21,90
Tectos em estuque	35,80	19,30	14,20	21,90
Paredes em estuque	37,90	32,00	25,70	39,10
Portas (madeira)		11,00	6,28	6,80
Vidro (janelas)	25,00	2,75	5,40	2,75
OCUPAÇÃO				

Para cada compartimento que vou estudar necessito de saber a área de parede exterior e do respectivo envidraçado, para introduzir no programa e este determinar a média ponderada.

		<i>SALA</i>	<i>SUITE</i>	<i>QUARTO 1</i>	<i>QUARTO 2</i>
Área de parede	m2	<b>11,66</b>	<b>9,47</b>	<b>2,79</b>	<b>7,65</b>
Área de envidraçado	m2	<b>5,50</b>	<b>2,75</b>	<b>5,40</b>	<b>2,75</b>

Para a sala, introduzo a área, o pé-direito, e vou escolhendo os diversos revestimentos visíveis e introduzo as respectivas áreas visíveis. O programa apresenta os alfas para as diferentes frequências e calcula as áreas de absorção sonora equivalente. Apenas entram nos cálculos as frequências de 500 Hz, 1000 Hz e 2000 Hz.

No caso de habitação não entro com nenhum elemento de ocupação. Posso ligar a check "Calcular tempo de reverberação" e aparecem os valores dos cálculos para as mesmas. O programa verifica pelos três métodos já indicados no presente manual. O presente caso tem os três métodos válidos e como o limite máximo é N/A (Não aplicável), logo VERIFICA a reverberação.

**Cálculo de área de ocupação sonora equivalente**

Dados do compartimento  
Referência: SALA      Área: 35,80 m<sup>2</sup>      Pé-direito: 2,60 m      Volume: 93,08 m<sup>3</sup>

Cálculo da área de ocupação sonora equivalente

REVESTIMENTOS	Área	FREQÜÊNCIAS EM Hz												
		125 Hz		250 Hz		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz		
		a1	A (m <sup>2</sup> )	a1	A (m <sup>2</sup> )	a1	A (m <sup>2</sup> )	a1	A (m <sup>2</sup> )	a1	A (m <sup>2</sup> )	a1	A (m <sup>2</sup> )	
Revestimento de tijoleira cerâmica	35,80	0,01	0,36	0,01	0,36	0,02	0,72	0,02	0,72	0,03	1,07	0,03	1,07	
Estuque liso (tectos)	35,80	0,02	0,72	0,02	0,72	0,03	1,07	0,03	1,07	0,03	1,07	0,03	1,07	
Estuque liso (paredes)	37,90	0,02	0,76	0,02	0,76	0,03	1,14	0,03	1,14	0,03	1,14	0,03	1,14	
Envidraçado corrente	25,00	0,03	0,75	0,03	0,75	0,02	0,50	0,02	0,50	0,02	0,50	0,02	0,50	
	0,00													
	0,00													
	0,00													
	0,00													
	0,00													
	0,00													
	0,00													
OCUPAÇÃO		Nº	Ai	A (m <sup>2</sup> )	Ai	A (m <sup>2</sup> )	Ai	A (m <sup>2</sup> )	Ai	A (m <sup>2</sup> )	Ai	A (m <sup>2</sup> )	Ai	A (m <sup>2</sup> )
		0												
		0												
		0												
SOMA DAS ÁREAS (de ocupação sonora equivalentes)							3,43		3,43		3,79			
MÉDIA DAS ÁREAS (das bandas regulamentares)											3,55 m <sup>2</sup>			
	FREQÜÊNCIAS EM Hz				MÉDIA	VERIFICAÇÕES								
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz											
Fórmula de SABINE	4,43 s	4,43 s	4,01 s	4,29 s	MÉTODO VÁLIDO									
Fórmula de EYRING	4,46 s	4,46 s	4,05 s	4,32 s	MÉTODO VÁLIDO									
Fórmula de MILLINGTON e SETTE	4,37 s	4,37 s	3,95 s	4,23 s	MÉTODO VÁLIDO									

Após escolher Imprimir ou Gravar vai para o ficheiro de resultados a seguinte informação:

### CÁLCULO DA ÁREA DE ABSORÇÃO

Referência: SALA  
Área = 35,80 m<sup>2</sup>

Pé direito = 2,60 m

Volume = 93,08 m<sup>3</sup>

REVESTIMENTOS	ÁREA	--- FREQÜÊNCIAS DE BANDA DE OITAVA ---					
		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz	
		a1	Ai	a1	Ai	a1	Ai
Revestimento de tijoleira cerâmica	35,80	0,02	0,72	0,02	0,72	0,03	1,07
Estuque liso (tectos)	35,80	0,03	1,07	0,03	1,07	0,03	1,07
Estuque liso (paredes)	37,90	0,03	1,14	0,03	1,14	0,03	1,14
Envidraçado corrente	25,00	0,02	0,50	0,02	0,50	0,02	0,50
Área de ocupação sonora equivalente		3,43		3,43		3,79	
Média das áreas (das bandas regulamentares)						3,55 m <sup>2</sup>	

### CÁLCULO DO TEMPO DE REVERBERAÇÃO

Método utilizado	FREQÜÊNCIAS DE BANDA DE OITAVA				MÉDIA	
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz			
SABINE	4,43	4,43	4,01	4,29	Método válido	
EYRING	4,46	4,46	4,05	4,32	Método válido	
MILLINGTON & SETTE	4,37	4,37	3,95	4,23	Método válido	
Limite regulamentar	N/A		VERIFICADA A REVERBERAÇÃO			

Para os outros três casos em estudo, faça da mesma forma.

**Cálculo de área de ocupação sonora equivalente**

Dados do compartimento  
Referência:  Área:  m<sup>2</sup> Pé-direito:  m Volume:  m<sup>3</sup>

Cálculo da área de ocupação sonora equivalente

REVESTIMENTOS	Área	FREQUÊNCIAS EM Hz												
		125 Hz		250 Hz		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz		
		a1	A (m <sup>2</sup> )	a1	A (m <sup>2</sup> )	a1	A (m <sup>2</sup> )	a1	A (m <sup>2</sup> )	a1	A (m <sup>2</sup> )	a1	A (m <sup>2</sup> )	
Pavimento de soalho de madeira	19,30	0,10	1,93	0,10	1,93	0,10	1,93	0,10	1,93	0,10	1,93	0,10	1,93	
Estuque liso (tectos)	19,30	0,02	0,39	0,02	0,39	0,03	0,58	0,03	0,58	0,03	0,58	0,03	0,58	
Estuque liso (paredes)	32,00	0,02	0,64	0,02	0,64	0,03	0,96	0,03	0,96	0,03	0,96	0,03	0,96	
Portas de madeira	11,00	0,10	1,10	0,10	1,10	0,10	1,10	0,10	1,10	0,10	1,10	0,10	1,10	
Envidraçado corrente	2,75	0,03	0,08	0,03	0,08	0,02	0,06	0,02	0,06	0,02	0,06	0,02	0,06	
	0,00													
	0,00													
	0,00													
	0,00													
	0,00													
	0,00													
OCUPAÇÃO		Nº	Ai	A (m <sup>2</sup> )	Ai	A (m <sup>2</sup> )	Ai	A (m <sup>2</sup> )	Ai	A (m <sup>2</sup> )	Ai	A (m <sup>2</sup> )	Ai	A (m <sup>2</sup> )
		0												
		0												
		0												
SOMA DAS ÁREAS (de ocupação sonora equivalentes)										4,62				
MÉDIA DAS ÁREAS (das bandas regulamentares)											4,62			m <sup>2</sup>

Tempo de reverberação (para as bandas de oitava regulamentares)

Fórmula de	FREQUÊNCIAS EM Hz				MÉDIA	VERIFICAÇÕES
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	MÉDIA		
Fórmula de SABINE	1,77 s	1,77 s	1,77 s	1,77 s	MÉTODO VÁLIDO	
Fórmula de EYRING	1,68 s	1,68 s	1,68 s	1,68 s	MÉTODO NÃO VÁLIDO	
Fórmula de MILLINGTON e SETTE	1,70 s	1,70 s	1,70 s	1,70 s	MÉTODO VÁLIDO	

Calcular tempo de reverberação

Habitação  Escritório

Limite Regulamentar:  s

VERIFICAÇÃO: **VERIFICA**

Ejectar Imprimir Sair

### CÁLCULO DA ÁREA DE ABSORÇÃO

Referência: QUARTO  
Área = 19,30 m<sup>2</sup>

Pé direito = 2,60 m

Volume = 50,18 m<sup>3</sup>

REVESTIMENTOS	ÁREA	--- FREQUÊNCIAS DE BANDA DE OITAVA ---							
		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz			
		a1	Ai	a1	Ai	a1	Ai	a1	Ai
Pavimento de soalho de madeira	19,30	0,10	1,93	0,10	1,93	0,10	1,93	0,10	1,93
Estuque liso (tectos)	19,30	0,03	0,58	0,03	0,58	0,03	0,58	0,03	0,58
Estuque liso (paredes)	32,00	0,03	0,96	0,03	0,96	0,03	0,96	0,03	0,96
Portas de madeira	11,00	0,10	1,10	0,10	1,10	0,10	1,10	0,10	1,10
Envidraçado corrente	2,75	0,02	0,06	0,02	0,06	0,02	0,06	0,02	0,06
Área de ocupação sonora equivalente		4,62		4,62		4,62			
Média das áreas (das bandas regulamentares)				4,62 m <sup>2</sup>					

### CÁLCULO DO TEMPO DE REVERBERAÇÃO

Método utilizado	FREQUÊNCIAS DE BANDA DE OITAVA				MÉDIA	
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	MÉDIA		
SABINE	1,77	1,77	1,77	1,77	Método válido	
EYRING	1,68	1,68	1,68	1,68	Método não válido	
MILLINGTON & SETTE	1,70	1,70	1,70	1,70	Método válido	
Limite regulamentar	N/A				VERIFICADA A REVERBERAÇÃO	



**Cálculo de área de ocupação sonora equivalente**

Dados do compartimento  
Referência:  Área:  m<sup>2</sup> Pé-direito:  m Volume:  m<sup>3</sup>

Cálculo da área de ocupação sonora equivalente

REVESTIMENTOS	Área	FREQUÊNCIAS EM Hz												
		125 Hz		250 Hz		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz		
		a1	A (m <sup>2</sup> )	a1	A (m <sup>2</sup> )	a1	A (m <sup>2</sup> )	a1	A (m <sup>2</sup> )	a1	A (m <sup>2</sup> )	a1	A (m <sup>2</sup> )	
Pavimento de soalho de madeira	14,20	0,10	1,42	0,10	1,42	0,10	1,42	0,10	1,42	0,10	1,42	0,10	1,42	
Estuque liso (tectos)	14,10	0,02	0,28	0,02	0,28	0,03	0,42	0,03	0,42	0,03	0,42	0,03	0,42	
Estuque liso (paredes)	25,70	0,02	0,51	0,02	0,51	0,03	0,77	0,03	0,77	0,03	0,77	0,03	0,77	
Portas de madeira	6,28	0,10	0,63	0,10	0,63	0,10	0,63	0,10	0,63	0,10	0,63	0,10	0,63	
Envidraçado corrente	5,40	0,03	0,16	0,03	0,16	0,02	0,11	0,02	0,11	0,02	0,11	0,02	0,11	
	0,00													
	0,00													
	0,00													
	0,00													
	0,00													
OCUPAÇÃO		Nº	Ai	A (m <sup>2</sup> )	Ai	A (m <sup>2</sup> )	Ai	A (m <sup>2</sup> )	Ai	A (m <sup>2</sup> )	Ai	A (m <sup>2</sup> )	Ai	A (m <sup>2</sup> )
		0												
		0												
		0												
SOMA DAS ÁREAS (de ocupação sonora equivalentes)							3,35		3,35		3,35			
MÉDIA DAS ÁREAS (das bandas regulamentares)									3,35		m <sup>2</sup>			
Fórmula	FREQUÊNCIAS EM Hz				MÉDIA	VERIFICAÇÕES								
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz											
Fórmula de SABINE	1,80 s	1,80 s	1,80 s	1,80 s	MÉTODO VÁLIDO									
Fórmula de EYRING	1,59 s	1,59 s	1,59 s	1,59 s	MÉTODO NÃO VÁLIDO									
Fórmula de MILLINGTON e SETTE	1,73 s	1,73 s	1,73 s	1,73 s	MÉTODO VÁLIDO									

### CÁLCULO DA ÁREA DE ABSORÇÃO

Referência: QUARTO 1  
Área = 14,20 m<sup>2</sup>

Pé direito = 2,60 m

Volume = 36,92 m<sup>3</sup>

REVESTIMENTOS	ÁREA	--- FREQUÊNCIAS DE BANDA DE OITAVA ---							
		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz			
		a1	Ai	a1	Ai	a1	Ai	a1	Ai
Pavimento de soalho de madeira	14,20	0,10	1,42	0,10	1,42	0,10	1,42	0,10	1,42
Estuque liso (tectos)	14,10	0,03	0,42	0,03	0,42	0,03	0,42	0,03	0,42
Estuque liso (paredes)	25,70	0,03	0,77	0,03	0,77	0,03	0,77	0,03	0,77
Portas de madeira	6,28	0,10	0,63	0,10	0,63	0,10	0,63	0,10	0,63
Envidraçado corrente	5,40	0,02	0,11	0,02	0,11	0,02	0,11	0,02	0,11
Área de ocupação sonora equivalente		3,35		3,35		3,35			
Média das áreas (das bandas regulamentares)				3,35 m <sup>2</sup>					

### CÁLCULO DO TEMPO DE REVERBERAÇÃO

Método utilizado	FREQUÊNCIAS DE BANDA DE OITAVA				MÉDIA	
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz			
SABINE	1,80	1,80	1,80	1,80	Método válido	
EYRING	1,59	1,59	1,59	1,59	Método não válido	
MILLINGTON & SETTE	1,73	1,73	1,73	1,73	Método válido	
Limite regulamentar	N/A				VERIFICADA A REVERBERAÇÃO	

**Cálculo de área de ocupação sonora equivalente**

Dados do compartimento  
 Referência:  Área:  m<sup>2</sup> Pé-direito:  m Volume:  m<sup>3</sup>

Cálculo da área de ocupação sonora equivalente

REVESTIMENTOS	Área	FREQÜÊNCIAS EM Hz												
		125 Hz		250 Hz		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz		
		a1	A (m <sup>2</sup> )	a1	A (m <sup>2</sup> )	a1	A (m <sup>2</sup> )	a1	A (m <sup>2</sup> )	a1	A (m <sup>2</sup> )	a1	A (m <sup>2</sup> )	
Pavimento de soalho de madeira	21,90	0,10	2,19	0,10	2,19	0,10	2,19	0,10	2,19	0,10	2,19	0,10	2,19	
Estuque liso (tectos)	21,90	0,02	0,44	0,02	0,44	0,03	0,66	0,03	0,66	0,03	0,66	0,03	0,66	
Estuque liso (paredes)	39,10	0,02	0,78	0,02	0,78	0,03	1,17	0,03	1,17	0,03	1,17	0,03	1,17	
Portas de madeira	6,80	0,10	0,68	0,10	0,68	0,10	0,68	0,10	0,68	0,10	0,68	0,10	0,68	
Envidraçado corrente	2,75	0,03	0,08	0,03	0,08	0,02	0,06	0,02	0,06	0,02	0,06	0,02	0,06	
	0,00													
	0,00													
	0,00													
	0,00													
	0,00													
	0,00													
	0,00													
	0,00													
OCUPAÇÃO		Nº	Ai	A (m <sup>2</sup> )	Ai	A (m <sup>2</sup> )	Ai	A (m <sup>2</sup> )	Ai	A (m <sup>2</sup> )	Ai	A (m <sup>2</sup> )	Ai	A (m <sup>2</sup> )
		0												
		0												
		0												
SOMA DAS ÁREAS (de ocupação sonora equivalentes)							4,76	4,76	4,76					
MÉDIA DAS ÁREAS (das bandas regulamentares)							4,76 m <sup>2</sup>							

Tempo de reverberação (para as bandas de oitava regulamentares)

Fórmula	FREQÜÊNCIAS EM Hz				MÉDIA	VERIFICAÇÕES
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz			
Fórmula de SABINE	1,95 s	1,95 s	1,95 s	1,95 s	MÉTODO VÁLIDO	
Fórmula de EYRING	1,74 s	1,74 s	1,74 s	1,74 s	MÉTODO NÃO VÁLIDO	
Fórmula de MILLINGTON e SETTE	1,88 s	1,88 s	1,88 s	1,88 s	MÉTODO VÁLIDO	

Calcular tempo de reverberação  
 Habitação  Escritório  
 Limite Regulamentar:  s  
 Botões: Ejectar, Imprimir, Sair

**CÁLCULO DA ÁREA DE ABSORÇÃO**

Referência: **QUARTO 2**  
 Área = 21,90 m<sup>2</sup>

Pé direito = 2,60 m

Volume = 56,94 m<sup>3</sup>

REVESTIMENTOS	ÁREA	--- FREQÜÊNCIAS DE BANDA DE OITAVA ---					
		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz	
		a1	Ai	a1	Ai	a1	Ai
Pavimento de soalho de madeira	21,90	0,10	2,19	0,10	2,19	0,10	2,19
Estuque liso (tectos)	21,90	0,03	0,66	0,03	0,66	0,03	0,66
Estuque liso (paredes)	39,10	0,03	1,17	0,03	1,17	0,03	1,17
Portas de madeira	6,80	0,10	0,68	0,10	0,68	0,10	0,68
Envidraçado corrente	2,75	0,02	0,06	0,02	0,06	0,02	0,06
<b>Área de ocupação sonora equivalente</b>		<b>4,76</b>		<b>4,76</b>		<b>4,76</b>	
<b>Média das áreas (das bandas regulamentares)</b>		<b>4,76 m<sup>2</sup></b>					

**CÁLCULO DO TEMPO DE REVERBERAÇÃO**

Método utilizado	FREQÜÊNCIAS DE BANDA DE OITAVA				MÉDIA	
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz			
SABINE	1,95	1,95	1,95	1,95	Método válido	
EYRING	1,74	1,74	1,74	1,74	Método não válido	
MILLINGTON & SETTE	1,88	1,88	1,88	1,88	Método válido	
<b>Limite regulamentar</b>	<b>N/A</b>				<b>VERIFICADA A REVERBERAÇÃO</b>	

Depois de calcular as áreas de absorção devo anotá-las para introduzir nos cálculos seguintes.

		SALA	SUITE	QUARTO 1	QUARTO 2
Área de absorção	m <sup>2</sup>	3,55	4,62	3,35	4,76

Depois de calcular as áreas de absorção devo anotá-las para introduzir nos cálculos seguintes.

Depois deste cálculo vou agora calcular a PAREDE EXTERIOR.

Neste exemplo, escolhi a situação em estudo como Isolamento entre Elemento receptor e Exterior e referenciei a parede como PAREDE EXTERIOR. De seguida escolhi uma parede predefinida e escolhi o envidraçado. Introduzi os compartimentos em estudo e forneci as áreas das paredes e dos envidraçados. O computador executa os cálculos e indica a verificação regulamentar em causa. Neste exemplo coloquei umas das áreas em situação de não Verifica apenas para exemplificar.

#### ELEMENTO CONSTRUTIVO UTILIZADO

Parede de alvenaria dupla de tijolo 15+11 cm com caixa de ar e isolamento R'w=50,0 dB

#### ENVIDRAÇADO UTILIZADO

Vidro duplo 4 (16) 4 mm R'w=30,0 dB

#### ELEMENTOS ESTUDADOS

Caso em estudo	SALA	SUITE	QUARTO 1	QUARTO 2
Área de parede (m2)	11,66	9,47	2,79	7,65
Área de envidraçado (m2)	5,50	2,75	5,40	2,75
R'w ou L2-L1 da parede (dB)	50,00	50,00	50,00	50,00
R'w do envidraçado (dB)	30,00	30,00	30,00	30,00
D2m,nT,W (dB)	34,85	36,33	31,79	35,66
Limite regulamentar (dB)	33,00	33,00	33,00	33,00
Verificação	Verifica	Verifica	N/Verifica	Verifica

Se não utilizasse uma parede predefinida então teria a seguinte situação:

Introduzia a composição da parede com as respectivas espessuras

**Cálculo de Elemento Misto**

Situação em estudo (isolamento entre Elemento receptor e ...)

Exterior  
  Habitação  
  Circulação comum (geral)  
  Circulação comum (escadas e elevadores)  
  Circulação comum (garagens)  
  Comércio, Indústrias e Serviços

Referência do elemento construtivo a estudar: PAREDE EXTERIOR 2

Composição do Elemento

ELEMENTO OPACO

Constituição do elemento a estudar	Esp./cm	Peso/m <sup>3</sup>	Peso elemento	
Argamassa de cimento	2	2100,00	42,00	Kg
Alvenaria de tijolo cerâmico vasado vulgar	15	1400,00	210,00	Kg
Alvenaria de tijolo cerâmico vasado vulgar	11	1400,00	154,00	Kg
Argamassa de estuque	2	1400,00	28,00	Kg
	0		0	Kg
			434,00	Kg

Usar uma solução testada

Ábaco das Massas

L2-L1 = 0,00 dB

ELEMENTO ENVIDRAÇADO

R'w = dB

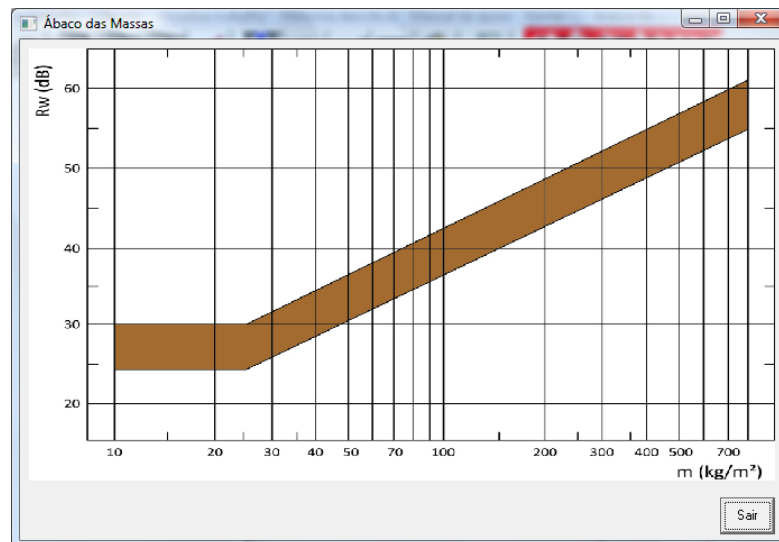
Verificação dos requisitos de comportamento acústicos entre as zonas escolhidas

Área de parede	m <sup>2</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Área de envidraçado	m <sup>2</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
R'w ou L2-L1 (paredes)	dB					
R'w (envidraçados)	dB					
D2m,nT,w	dB					

Verificação dos requisitos entre zonas escolhidas

Sair

Clicava no comando Ábaco de Massas e fazia a leitura do L2-L1, que no caso seria 52 dB.



Introduzia o valor na célula respectiva e seguia o cálculo com a introdução de nome do(s) compartimento(s) em estudo.

**Cálculo de Elemento Misto**

Situação em estudo (isolamento entre Elemento receptor e ...)

Exterior
  Habitação
  Circulação comum (geral)
  Circulação comum (escadas e elevadores)
  Circulação comum (garagens)
  Comércio, Indústrias e Serviços

Referência do elemento construtivo a estudar: PAREDE EXTERIOR 2

Composição do Elemento

ELEMENTO OPACO

Constituição do elemento a estudar	Esp./cm	Peso/m3	Peso elemento	
Argamassa de cimento	2	2100,00	42,00	Kg
Alvenaria de tijolo cerâmico vasado vulgar	15	1400,00	210,00	Kg
Alvenaria de tijolo cerâmico vasado vulgar	11	1400,00	154,00	Kg
Argamassa de estuque	2	1400,00	28,00	Kg
	0		0	Kg
			434,00	Kg

Usar uma solução testada

Ábaco das Massas

L2-L1 = 52,00 dB

ELEMENTO ENVIDRAÇADO

Vidro duplo 4 (16) 4 mm R'w = 30,00 dB

Verificação dos requisitos de comportamento acústicos entre as zonas escolhidas

		SALA				
Área de parede	m2	11,66	0,00	0,00	0,00	0,00
Área de envidraçado	m2	5,50	0,00	0,00	0,00	0,00
R'w ou L2-L1 (paredes)	dB	52,00				
R'w (envidraçados)	dB	30,00				
D2m,nT,W	dB	34,88				
Verificação dos requisitos entre zonas escolhidas		Verifica				

Ejectar    Imprimir    Sair

Os dados que passam para o ficheiro de resultados são os seguintes:

ISOLAMENTO A SONS AÉREOS

PAREDE EXTERIOR 2

ELEMENTO CONSTRUTIVO UTILIZADO

Descrição	Peso volúmico kg/m3	Espess. cm	Peso do elemento Kg
Argamassa de cimento	2100,00	2	42,00
Alvenaria de tijolo cerâmico vazado vulgar	1400,00	15	210,00
Alvenaria de tijolo cerâmico vazado vulgar	1400,00	11	154,00
Alvenaria de tijolo cerâmico vazado vulgar	1400,00	2	28,00
TOTAL			434,00 Kg
			L2-L1=52,0 dB

ENVIDRAÇADO UTILIZADO

Vidro duplo 4 (16) 4 mm R'w=30,0 dB

ELEMENTOS ESTUDADOS

Caso em estudo	SALA
Área de parede (m2)	11,66
Área de envidraçado (m2)	5,50
R'w ou L2-L1 da parede (dB)	52,00
R'w do envidraçado (dB)	30,00
D2m,nT,W (dB)	34,88
Limite regulamentar (dB)	33,00
Verificação	Verifica

Como a habitação que estudo possui geminação com outra moradia, vou estudar a parede entre os dois fogos. Apenas a sala, a suite e um dos quartos estão encostados ao prédio vizinho, pelo que apenas necessito de calcular esses aposentos.

## ISOLAMENTO A SONS AÉREOS

PAREDE ENTRE HABITAÇÕES

### ELEMENTO CONSTRUTIVO UTILIZADO

Parede de alvenaria dupla de tijolo 15+15 cm com caixa de ar e isolamento  $R'w=52,0$  dB

### ELEMENTOS ESTUDADOS

Caso em estudo	SALA	SUITE	QUARTO 2
Área de absorção (m <sup>2</sup> )	3,55	4,62	4,76
Massa do elemento (kg)	0,00	0,00	0,00
R'w ou L2-L1 da parede (dB)	52,00	52,00	52,00
D2m,nT,W (dB)	52,00	52,00	52,00
Limite regulamentar (dB)	50,00	50,00	50,00
Verificação	Verifica	Verifica	Verifica

Agora vou calcular uma laje sobre espaço exterior. Apenas a suite tem essa situação, pelo que calculo apenas esse compartimento.

Situação em estudo (Isolamento entre Elemento receptor e ...)

Exterior  Habitação  Circulação comum (geral)  Circulação comum (escadas e elevadores)  Circulação comum (garagens)  Comércio, Indústrias e Serviços

Referência do elemento construtivo a estudar: PAVIMENTO SOBRE ESPAÇO EXTERIOR

Composição do Elemento: ELEMENTO OPACO

Constituição do elemento a estudar	Esp./cm	Peso/m3	Peso elemento
Laje pré-esforçada de piso com 25 cm de espessura (m2)		380,00	230 Kg
Argamassa de cimento	2	380,00	7,60 Kg
Betão Argmassa de regularização (pavimento)	8	2100,00	168,00 Kg
	0		0 Kg
	0		0 Kg
			405,60 Kg

L2-L1 = 50 dB

Verificação dos requisitos de comportamento acústicos entre as zonas escolhidas

		SUITE				
Área de absorção	m2	4,62	0,00	0,00	0,00	0,00
Massa do elemento	kg	405,60				
L2-L1 ou R'w	dB	50,00				
D2m,nT,W	dB	53,35				
Verificação dos requisitos entre zonas escolhidas		Verifica				

Ejectar Imprimir Sair

PAVIMENTO SOBRE ESPAÇO EXTERIOR

ELEMENTO CONSTRUTIVO UTILIZADO

Descrição	Peso volúmico kg/m3	Espess. cm	Peso do elemento Kg
Laje pré-esforçada de piso com 25 cm de espessura (m2)	380,00	0	230,00
Laje pré-esforçada de piso com 25 cm de espessura (m2)	380,00	2	7,60
Betão ou Argmassa de regularização (pavimento)	2100,00	8	168,00
			TOTAL 405,60 Kg
			L2-L1=50,0 dB

ELEMENTOS ESTUDADOS

Caso em estudo	SUITE	SUITE	QUARTO 2
Área de absorção (m2)	4,62	4,62	4,76
Massa do elemento (kg)	405,60	405,60	405,60
R'w ou L2-L1 da parede (dB)	50,00	50,00	50,00
D2m,nT,W (dB)	53,35	52,00	52,00
Limite regulamentar (dB)	33,00	33,00	33,00
Verificação	Verifica	Verifica	Verifica

Imaginemos que a sala está sobre um espaço de garagem comum. Assim teríamos de calcular a laje de piso. Ou que queremos verificar a laje de tecto em relação ao exterior, ou ainda parede em relação à caixa de escada ou elevador. Usaríamos o módulo de elementos simples para efectuar todos estes cálculos.

Agora o que falta demonstrar é o cálculo da percussão. Temos uma laje que separa a habitação do andar da habitação do rés-do-chão. Escolhemos a situação de isolamento entre Elemento receptor e Habitação, dando nome de referência à laje em questão. De seguida escolhemos o tipo de estrutura e o respectivo L2-L1, já calculado nos exemplos anteriores. Podemos entrar em consideração com as transmissões marginais, indicando a massa superficial do pavimento e das paredes ou outros elementos marginais. Automaticamente é preenchida a célula com a indicação da correcção a efectuar, que no presente caso é zero. Depois de escrever o nome do aposento em estudo e colocar a área de absorção é feita a verificação. No presente caso Não Verifica. Assim temos de implementar meios para que a laje verifique. Na lista pendente de baixo escolhi "Lajeta flutuante" com um valor de DeltaLw que permite corrigir e assim Verificar as condições regulamentares.

**Cálculo de elementos de construção aos sons de percussão**

Situação em estudo (Isolamento entre Elemento receptor e ...)

Exterior  
 Habitação  
 Circulação comum (geral)  
 Circulação comum (escadas e elevadores)  
 Circulação comum (garagens)  
 Comércio, Indústrias e Serviços

Referência do elemento construtivo a estudar: LAJE DE SEPARAÇÃO DE HABITAÇÕES

Tipo de pavimento: Pavimento de vigotas pré-esforçadas      L2-L1 = 50 dB

Transmissões Marginais

Considerar Transmissões Marginais     
 Massa superficial do pavimento: 350 kg/m<sup>2</sup>     
 Massa superficial dos elementos marginais: 200 Kg/m<sup>2</sup>     
 Correção atribuída à transmissão marginal: 0,00 dB

Verificação dos requisitos aos sons de percussão entre as zonas escolhidas (cálculo inicial)

		SALA				
Área de absorção	m <sup>2</sup>	3,55	0,00	0,00	0,00	0,00
(L1-L2) + Li	dB 1/3oit	125,00				
(L1-L2)	dB	50,00				
Nível sonoro médio Li	dB	75,00				
Nível sonoro de percussão normalizado L'n	dB	70,50				
Verificação da percussão (sem correcção)		Não Verifica				

Valor com correcção: Lajeta flutuante de 40 mm sobre aglomerado negro de cortiça de 100 kg/m<sup>3</sup> c/ 20 cm de espessura

Verificação dos requisitos aos sons de percussão entre as zonas escolhidas (cálculo final)

Índice de redução sonora DeltaLw	dB	20,00				
Nível sonoro de percussão normalizado L'n	dB	50,50				
Verificação da percussão (após correcção)		Verifica				

Ejectar    Imprimir    Sair

CALCULO DA PERCUSSÃO

LAJE DE SEPARAÇÃO DE HABITAÇÕES

Tipo de pavimento : Pavimento de vigotas pré-esforçadas  
 Massa superficial do pavimento : M1 = 350,00 kg/m<sup>2</sup>  
 Massa superf. do elem. marginal : M2 = 200,00 kg/m<sup>2</sup>  
 Correção devido Transm. marg. : TM = 0,00 dB



## ELEMENTOS ESTUDADOS

Caso em estudo	SALA
Área de absorção (m2)	3,55
(L1-L2)+Li (dB 1/3oit.)	125,00
L2-L1 (dB)	50,00
Nível sonoro médio Li (dB)	75,00
L'n sem correcção (dB)	70,50
Verificação sem correcção	N/Verifica
Índ. redução sonora DLw(dB)	20,00
L'n após correcção(dB)	50,50
Verificação após correcção	Verifica

---

Bom Trabalho, e como a versão é nova, embora tenha sido testado, existem sempre a possibilidade de encontrar algum "bug", pelo que pedimos o favor de nos informar, pois tentaremos a sua correcção o mais breve possível.



**José Luís da Silva Marques**

**Rua da Gandra 291**

**4445-122 ALFENA**

**Telefone e Fax 22 967 2207**

**E-mail: [jl.lda@gmail.com](mailto:jl.lda@gmail.com)**

**[jolu.silmar@gmail.com](mailto:jolu.silmar@gmail.com)**

**Web: [www.ljlprojectos.com](http://www.ljlprojectos.com)**