

# PROJETO DE ACÚSTICA PARA EMPREENDIMENTOS RESIDENCIAIS

Eng. Davi Akkerman

Harmonia Acústica

Akkerman, Holtz



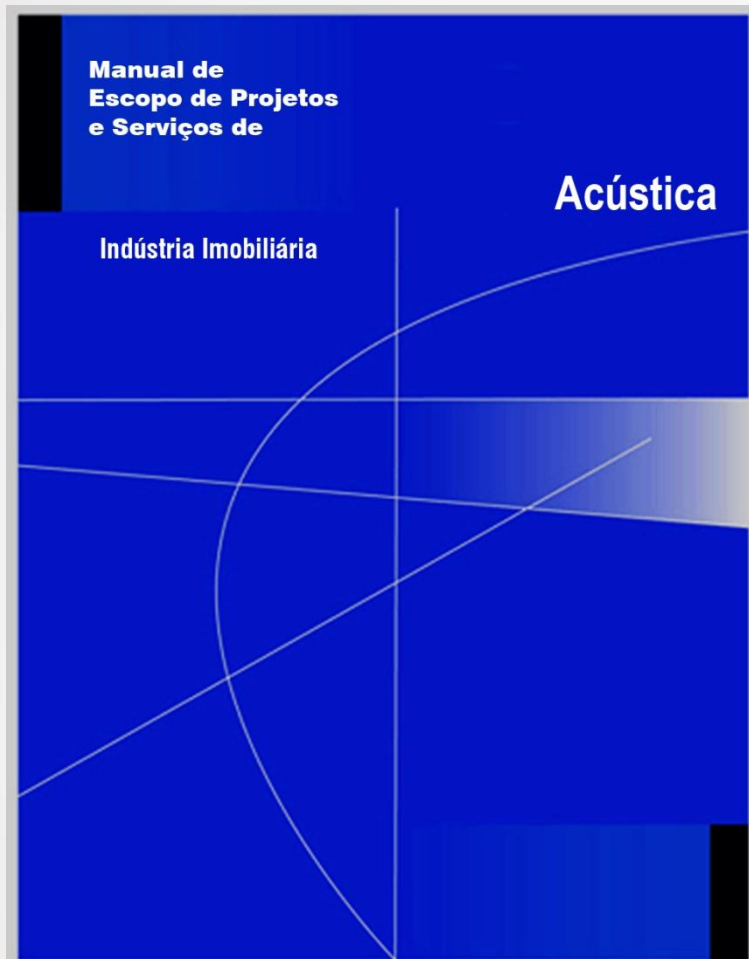
## Normas Técnicas Referenciais:

- **ABNT - NBR10151 - 2000**  
Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento  
(2011: INICIO DO PROCESSO DE REVISÃO ATÉ ?)
- **ABNT - NBR10152 - 1987**  
Níveis de ruído para conforto acústico  
(REVISADA E VALERÁ A PARTIR DE MARÇO/2012: Acústica - Medição e Avaliação de ruído em ambientes internos)
- **ABNT - NBR 15575 - 2008**  
Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho  
(2011: PROCESSO DE REVISÃO; VALERÁ A PARTIR DE MARÇO/2012)

# Terminologia

- **$R_w$**  Índice de redução sonora ponderado (dB)  
*Obtido em **Laboratório**. É utilizado para quantificar, de maneira padronizada, em um índice único, o isolamento acústico ponderado de determinado elemento construtivo, como paredes, lajes, portas, janelas...*
- **$D_{nT,w}$**  Diferença padronizada de nível ponderada (dB)  
*Obtido no **Campo (edifício)**. É utilizado para quantificar, de maneira padronizada, em um índice único, o isolamento acústico ponderado de determinado sistema construtivo, como paredes internas, pisos...*
- **$D_{2m,nT,w}$**  Diferença padronizada de nível ponderada a 2 m (dB)  
*Obtido no **Campo (edifício)**. É utilizado para quantificar, de maneira padronizada, em um índice único, o isolamento acústico de sistemas de fachadas.*
- **$L'_{nTw}$**  Nível de pressão sonora de impacto padronizado ponderado (dB)  
*Obtido no **Campo (edifício)**. É utilizado para quantificar, de maneira padronizada, o isolamento acústico a **ruído de impacto** de determinados pisos em geral.*

# Manual de Escopo de Projetos e Serviços de Acústica



- **Fase A – Concepção do Produto**
- Fase B – Definição do Produto
- Fase C – Identificação e Solução de Interfaces
- Fase D – Projeto de Detalhamento
- Fase E – Pós Entrega do Projeto
- Fase F – Pós Entrega da Obra

[www.secovi.com.br](http://www.secovi.com.br)

# Fase A - Concepção do Produto – Estudo Preliminar

- **Estudo da implantação do empreendimento**
  - Conjunto de informações jurídicas/ legais/ normas
  - Medições sonoras no campo (diurno/ noturno)
  - Condicionantes relacionados à topografia do terreno, edificações vizinhas, meio externo ( “paisagem sonora” urbana pré existente)

# Fase A - Concepção do Produto – Estudo Preliminar

- Estudo da implantação do empreendimento

## ABNT NBR 10151 e Lei 13.885/2004



## ABNT - NBR10152

Níveis de ruído para conforto acústico

a partir de 2012:

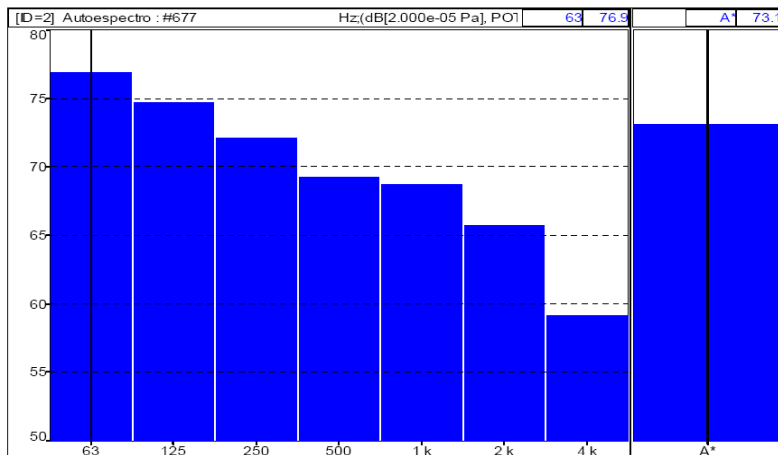
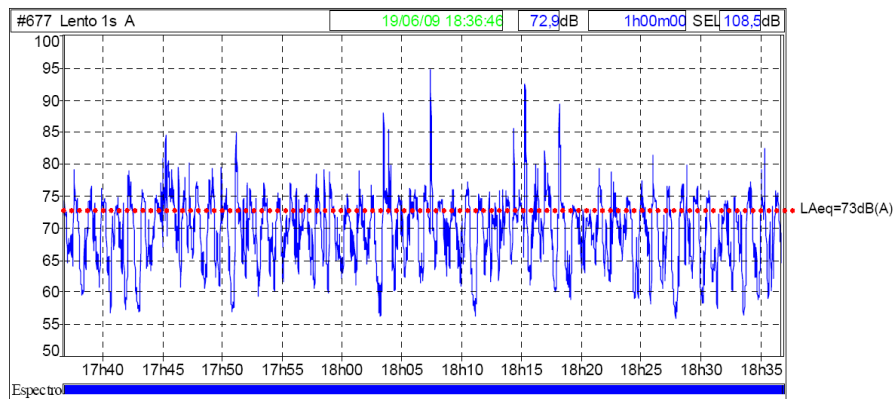
Acústica - Medição e Avaliação de ruído em ambientes internos

		7 as 22h	22 as 7h
<b>ZEIS</b>	Zona Especial de Interesse social	65	45
<b>ZM3</b>	Zona Mista de alta densidade	65	45
<b>ZCP</b>	Zona de Centralidade Polar	65	55

Valores limites extraídos do Art.177 Par.IX §8 da parte 3 da Lei municipal 13.885/2004 e dos quadros 02c e 02d anexos à lei.  
Fonte: Site da Prefeitura de São Paulo – Junho/2009

# Fase A - Concepção do Produto – Estudo Preliminar

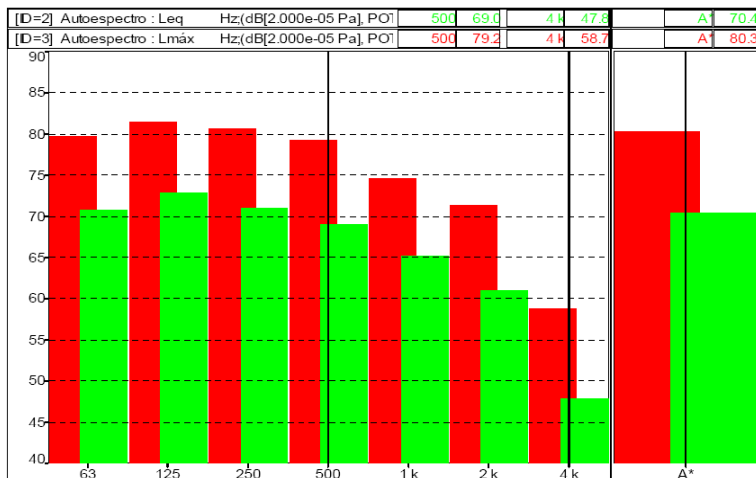
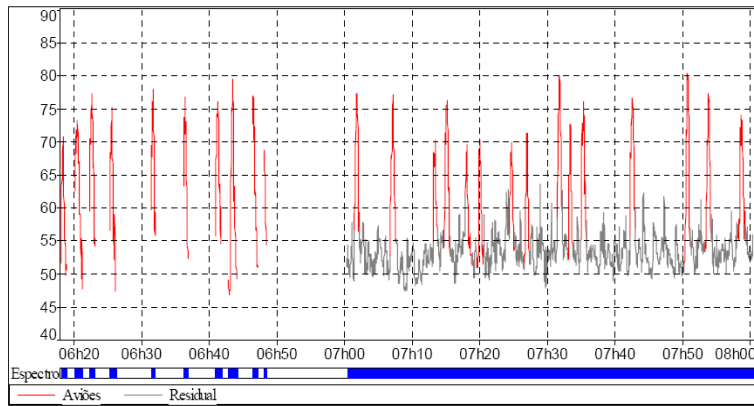
- Estudo da implantação do empreendimento





# Fase A - Concepção do Produto – Estudo Preliminar

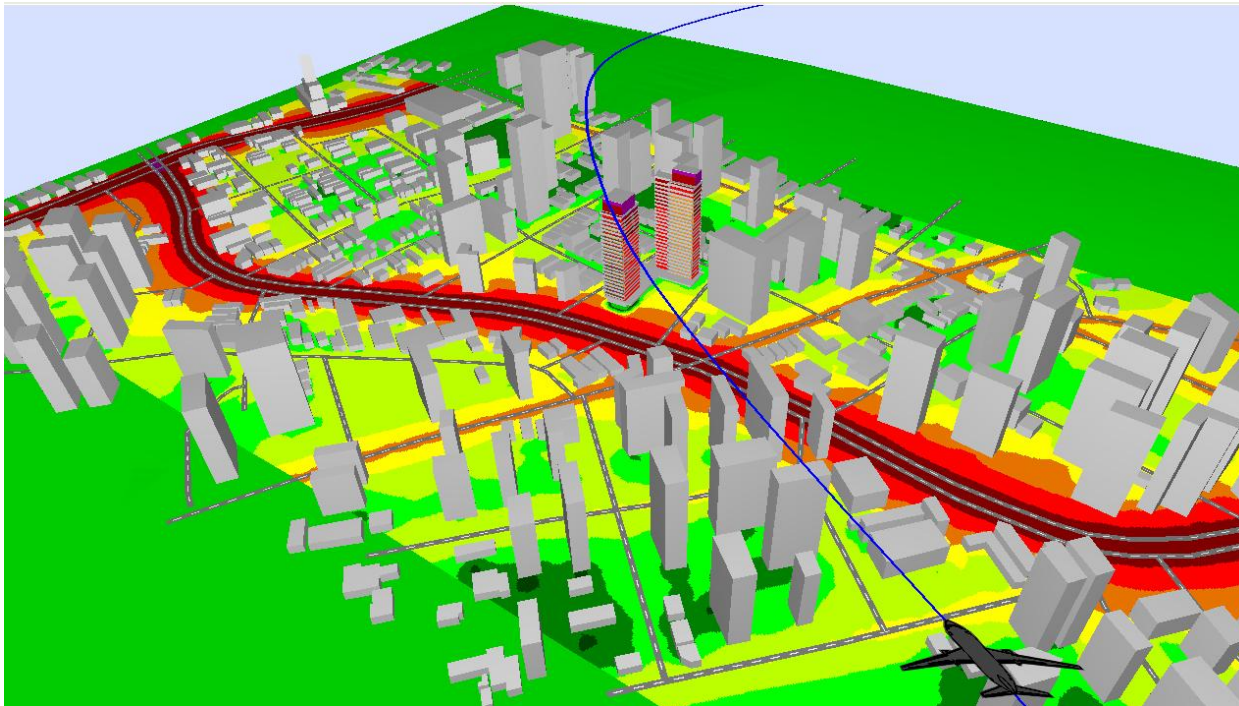
- Estudo da implantação do empreendimento





# Fase A - Concepção do Produto – Estudo Preliminar

- Estudo da implantação do empreendimento

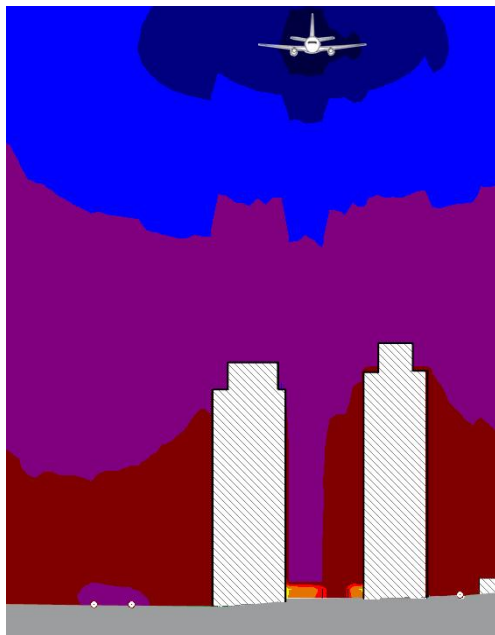


40 dB(A) ≤	█	< 45 dB(A)
45 dB(A) ≤	█	< 50 dB(A)
50 dB(A) ≤	█	< 55 dB(A)
55 dB(A) ≤	█	< 60 dB(A)
60 dB(A) ≤	█	< 65 dB(A)
65 dB(A) ≤	█	< 70 dB(A)
70 dB(A) ≤	█	< 75 dB(A)
75 dB(A) ≤	█	< 80 dB(A)
80 dB(A) ≤	█	< 85 dB(A)
85 dB(A) ≤	█	< 90 dB(A)
90 dB(A) ≤	█	< 95 dB(A)
95 dB(A) ≤	█	

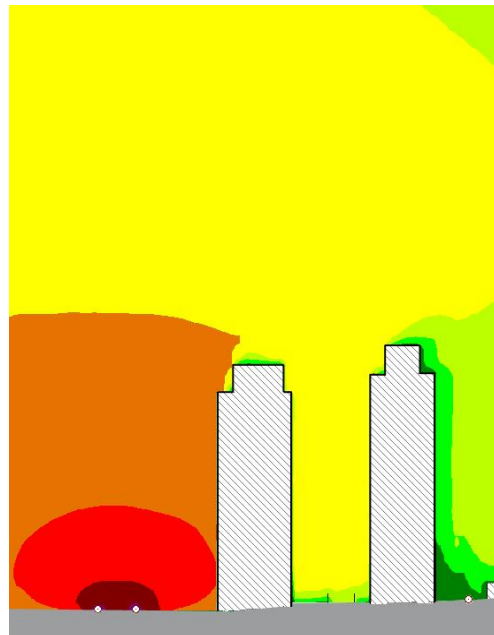
# Fase A - Concepção do Produto – Estudo Preliminar

- Avaliação preliminar dos tipos de solução acústica a serem adotados

- Geometria
- Uso
- Desempenho  
Norma de desempenho  
ABNT NBR 15575



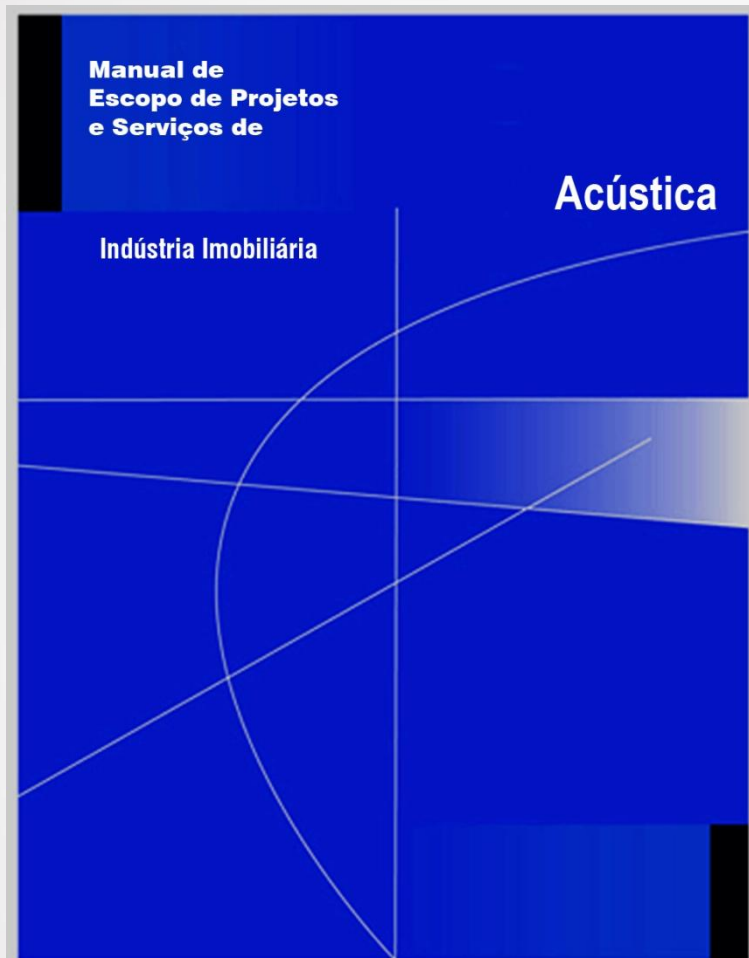
Ruído aeronáutico



Ruído viário

40 dB(A) ≤	■	< 45 dB(A)
45 dB(A) ≤	■	< 50 dB(A)
50 dB(A) ≤	■	< 55 dB(A)
55 dB(A) ≤	■	< 60 dB(A)
60 dB(A) ≤	■	< 65 dB(A)
65 dB(A) ≤	■	< 70 dB(A)
70 dB(A) ≤	■	< 75 dB(A)
75 dB(A) ≤	■	< 80 dB(A)
80 dB(A) ≤	■	< 85 dB(A)
85 dB(A) ≤	■	< 90 dB(A)
90 dB(A) ≤	■	< 95 dB(A)
95 dB(A) ≤	■	

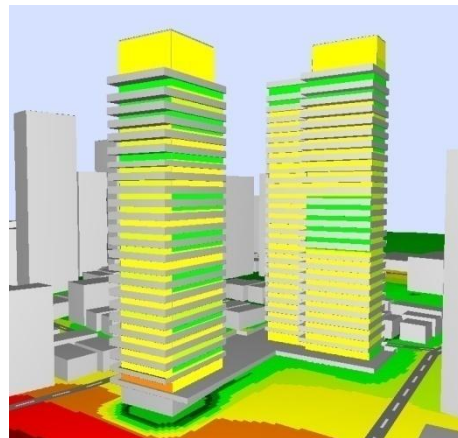
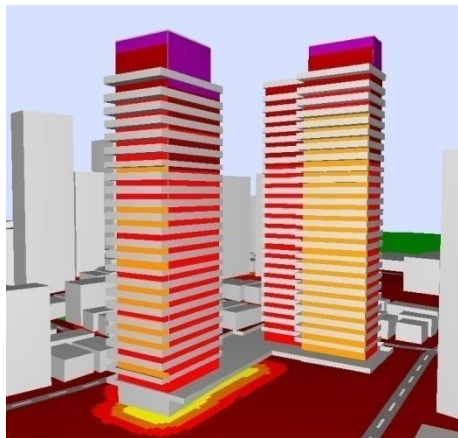
# Manual de Escopo de Projetos e Serviços de Acústica



- Fase A – Concepção do Produto
- **Fase B – Definição do Produto**
- Fase C – Identificação e Solução de Interfaces
- Fase D – Projeto de Detalhamento
- Fase E – Pós Entrega do Projeto
- Fase F – Pós Entrega da Obra

[www.secovi.com.br](http://www.secovi.com.br)

# Fase B - Definição do Produto – Anteprojeto

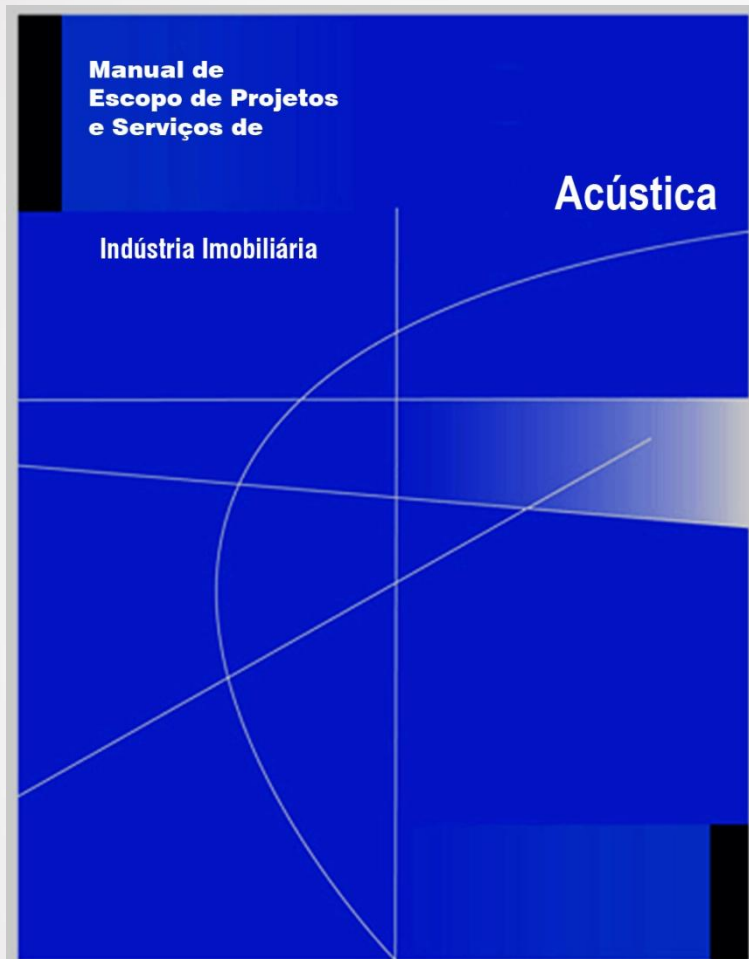


Ruído aeronáutico

Ruído viário

- Definir fachadas e ambientes com tratamento acústico com as respectivas performances
- Estudo econômico e técnico decorrentes do tratamento acústico
- Novas tecnologias de esquadrias, vidros, pisos e vedações.

# Manual de Escopo de Projetos e Serviços de Acústica



- Fase A – Concepção do Produto
- Fase B – Definição do Produto
- **Fase C – Identificação e Solução de Interfaces**
- Fase D – Projeto de Detalhamento
- Fase E – Pós Entrega do Projeto
- Fase F – Pós Entrega da Obra

## Fase C - Definição do Produto – Pré Executivo/Básico

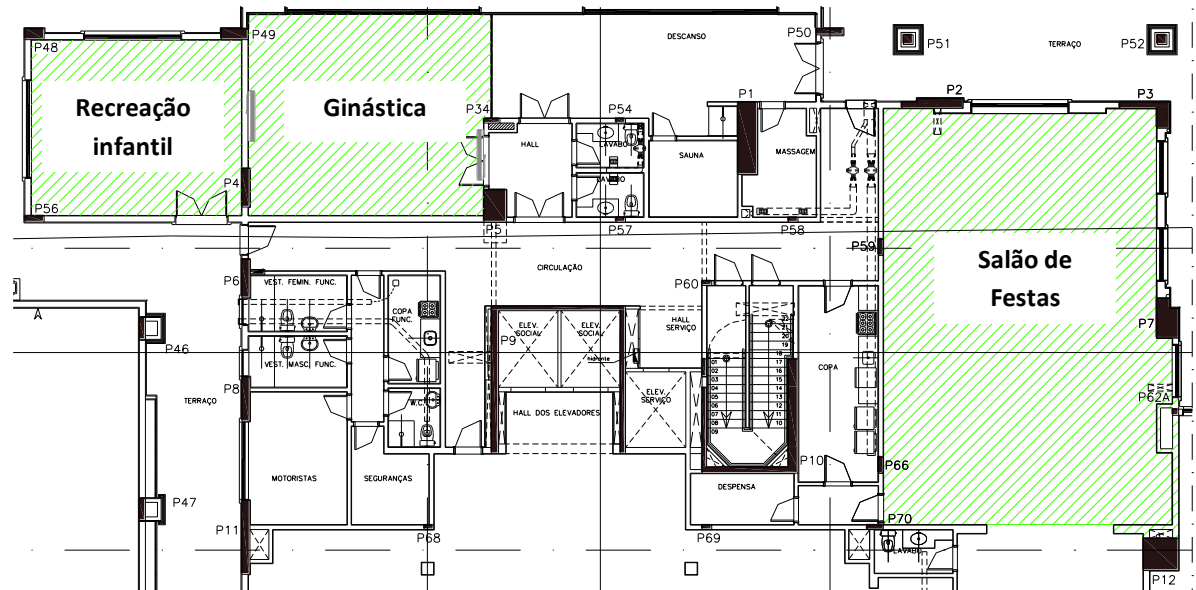
- **Análise de todas as interfaces**
- **Interfaces acústicas com:**
  - Arquitetura,
  - Estrutura,
  - Instalações Hidráulicas,
  - Instalações Elétricas,
  - Ventilação,
  - Ar Condicionado,
  - Impermeabilização,
  - Outras.



# Fase C - Definição do Produto – Pré Executivo/Básico

- **Áreas Comuns**

- Arquitetura
- Estrutura
- Paisagismo
- Impermeabilização



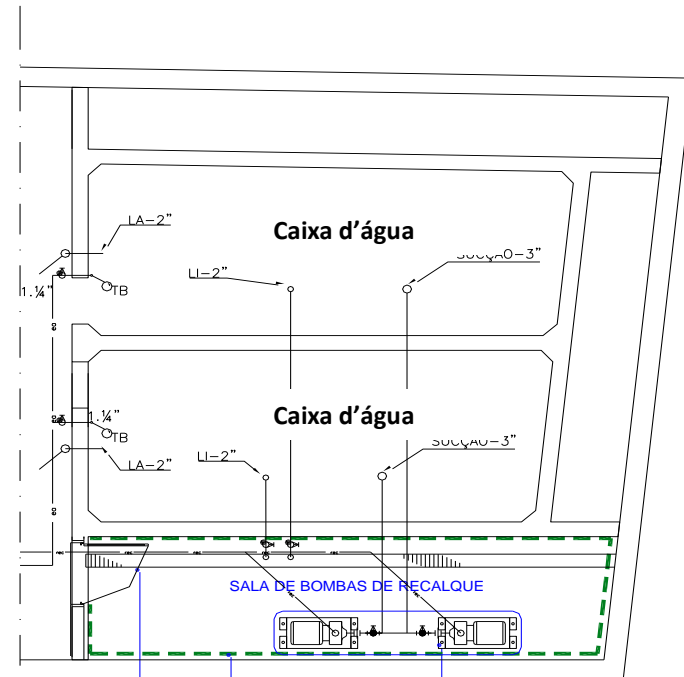
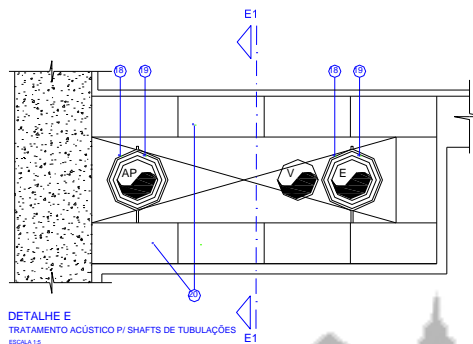
PLANTA PARCIAL DO TÉRREO  
TRATAMENTO ACÚSTICO DE FORRO E DE PISO  
ESCALA 1:75



# Fase C - Definição do Produto – Pré Executivo/Básico

- Sala de Motobombas e Shafts

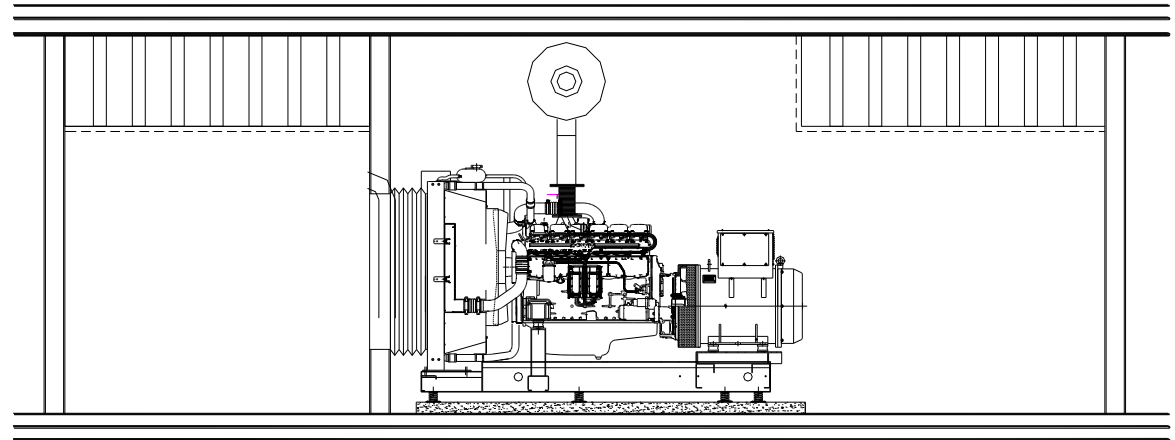
- Instalações hidráulicas



# Fase C - Definição do Produto – Pré Executivo/Básico

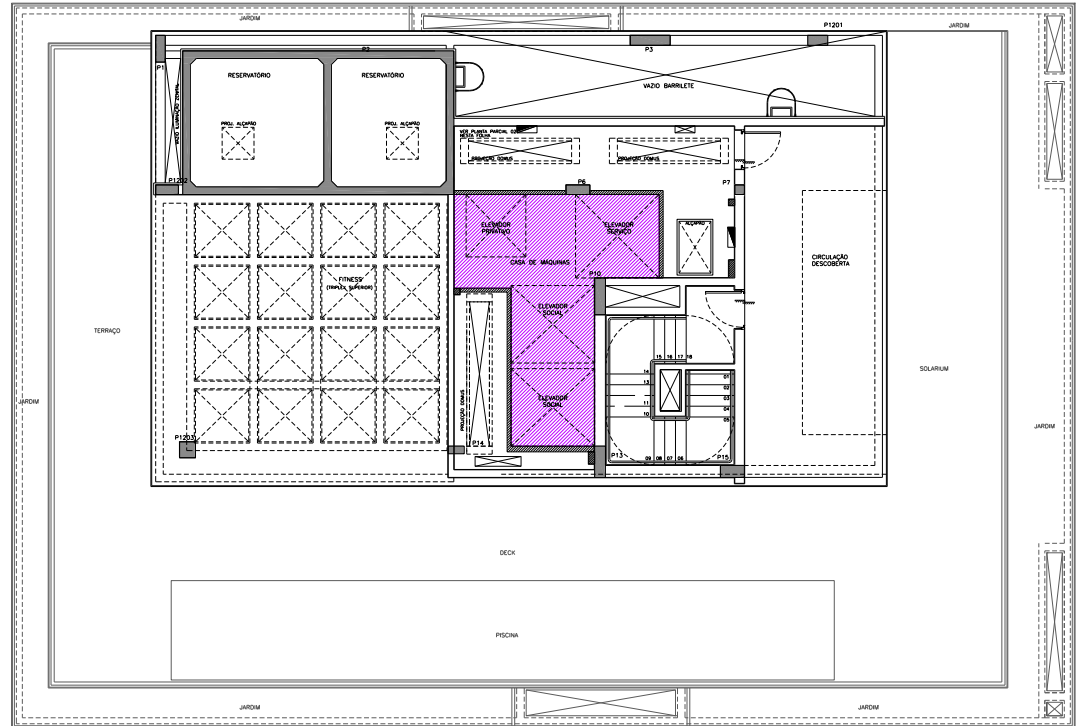
- **Sala de Gerador**

- Arquitetura,
- Estrutura,
- Instalações Elétricas,
- Ventilação,
- Impermeabilização.



# Fase C - Definição do Produto – Pré Executivo/Básico

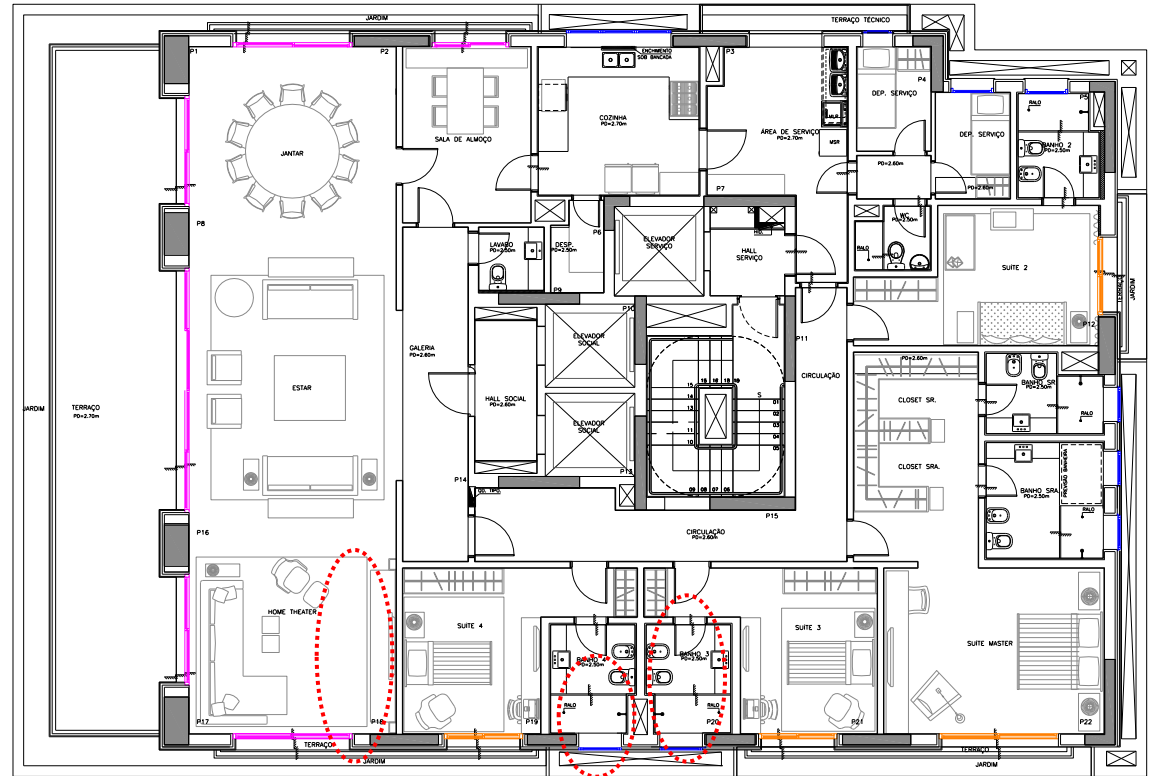
- Casa de máquinas de elevador
  - Arquitetura,
  - Estrutura.



# Fase C - Definição do Produto – Pré Executivo/Básico

## • Unidade Habitacional

- Arquitetura,
- Estrutura,
- Instalações hidráulicas
- Fachada
- Ventilação
- Ar condicionado



# Manual de Escopo de Projetos e Serviços de Acústica

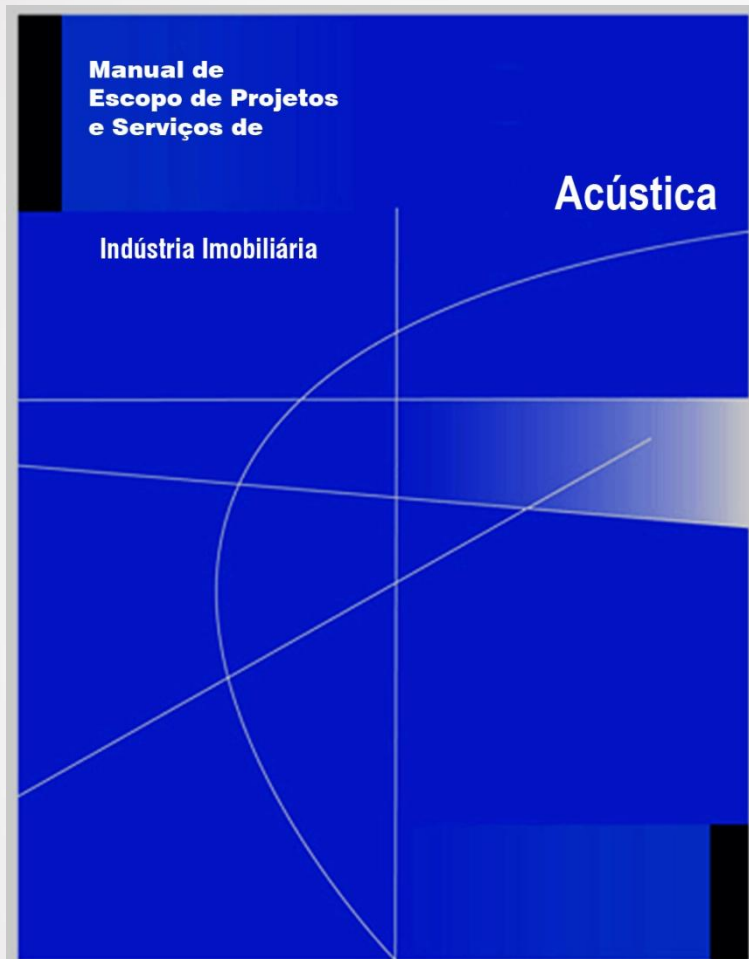


- Fase A – Concepção do Produto
- Fase B – Definição do Produto
- Fase C – Identificação e Solução de Interfaces
- **Fase D – Projeto de Detalhamento**
- Fase E – Pós Entrega do Projeto
- Fase F – Pós Entrega da Obra

[www.secovi.com.br](http://www.secovi.com.br)



# Manual de Escopo de Projetos e Serviços de Acústica



- Fase A – Concepção do Produto
- Fase B – Definição do Produto
- Fase C – Identificação e Solução de Interfaces
- Fase D – Projeto de Detalhamento
- **Fase E – Pós Entrega do Projeto**
- Fase F – Pós Entrega da Obra

[www.secovi.com.br](http://www.secovi.com.br)



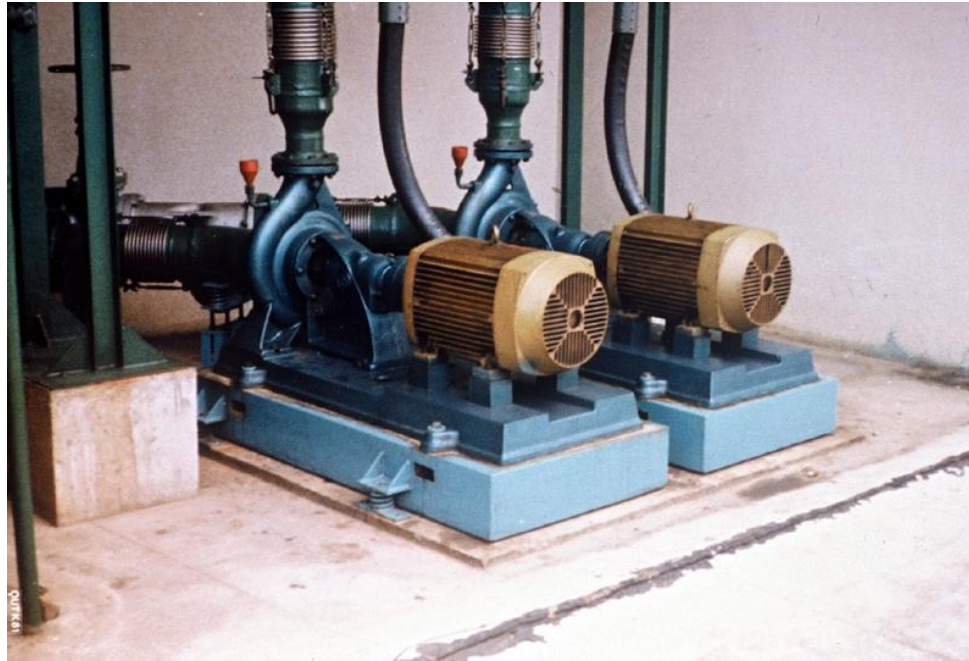
## Fase E - Pós Entrega do Projeto

- Acompanhamento técnico da obra



## Fase E - Pós Entrega do Projeto

- Acompanhamento técnico da obra



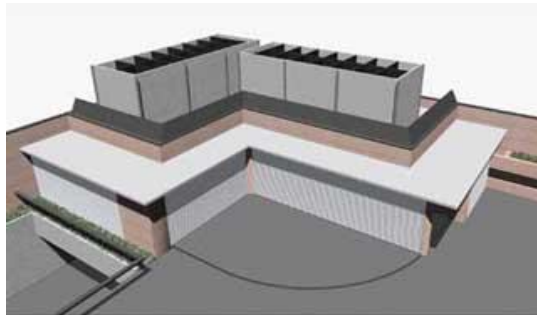
## Fase E - Pós Entrega do Projeto

- Acompanhamento técnico da obra



# Fase E - Pós Entrega do Projeto

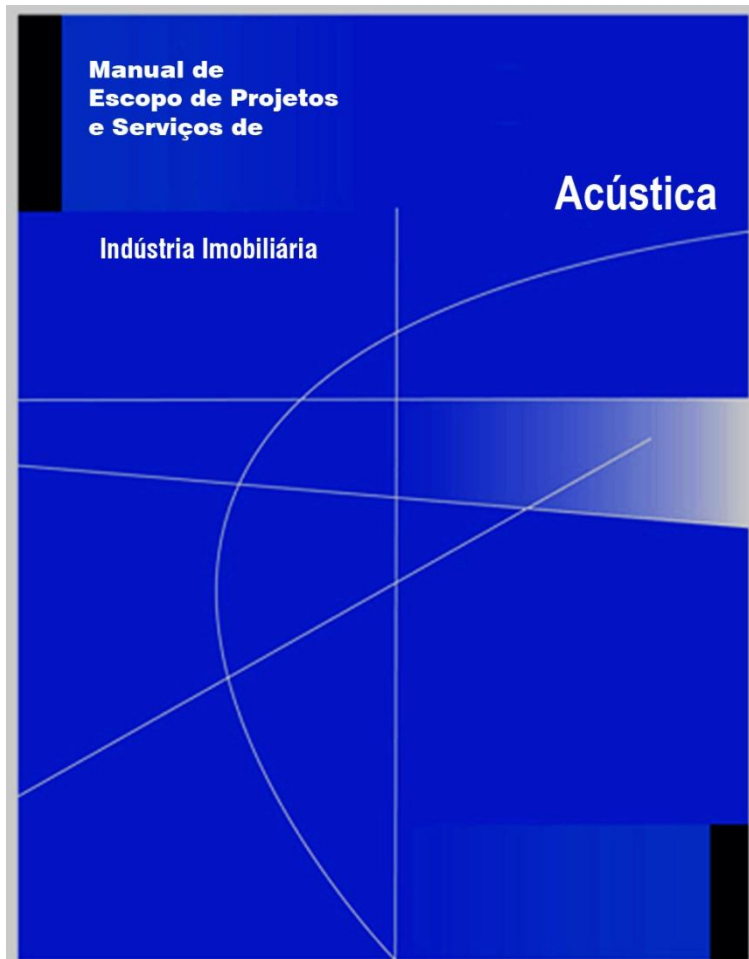
- Acompanhamento técnico da obra



Simulação do tratamento Acústico / Área de Chillers - Condomínio Atrium V



# Manual de Escopo de Projetos e Serviços de Acústica

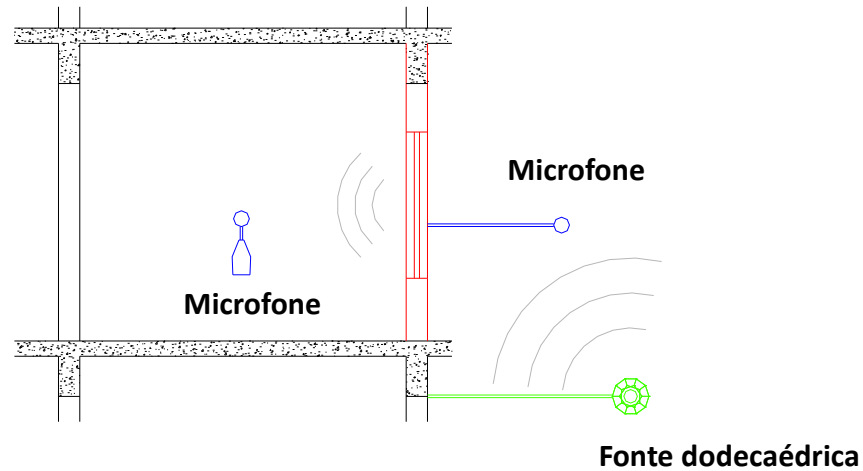


- Fase A – Concepção do Produto
- Fase B – Definição do Produto
- Fase C – Identificação e Solução de Interfaces
- Fase D – Projeto de Detalhamento
- Fase E – Pós Entrega do Projeto
- **Fase F – Pós Entrega da Obra**

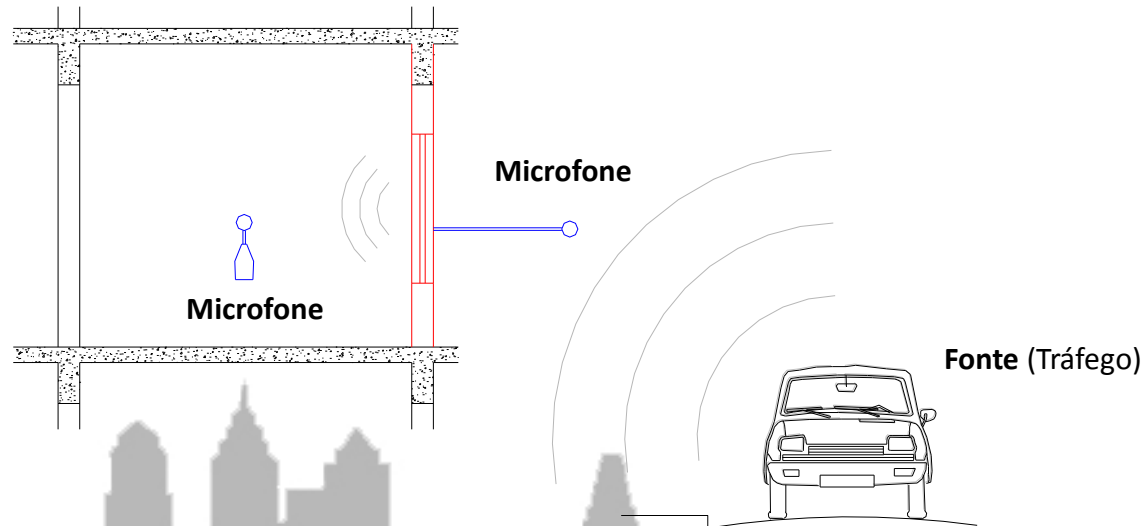
# ISO 140-5 – Isolamento ruído de vedações externas

## Esquema do Ensaio

COM ALTOFALANTES



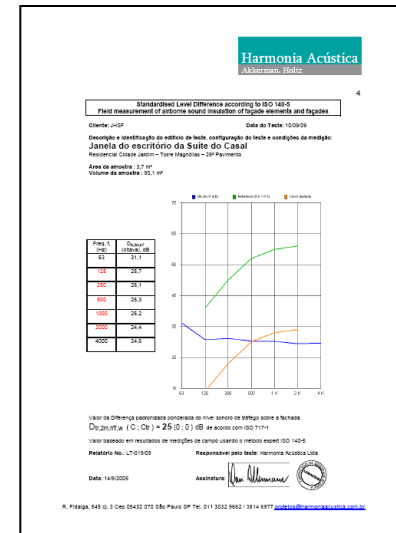
COM RUÍDO DE TRÁFEGO





# Fase F - Pós Entrega da Obra

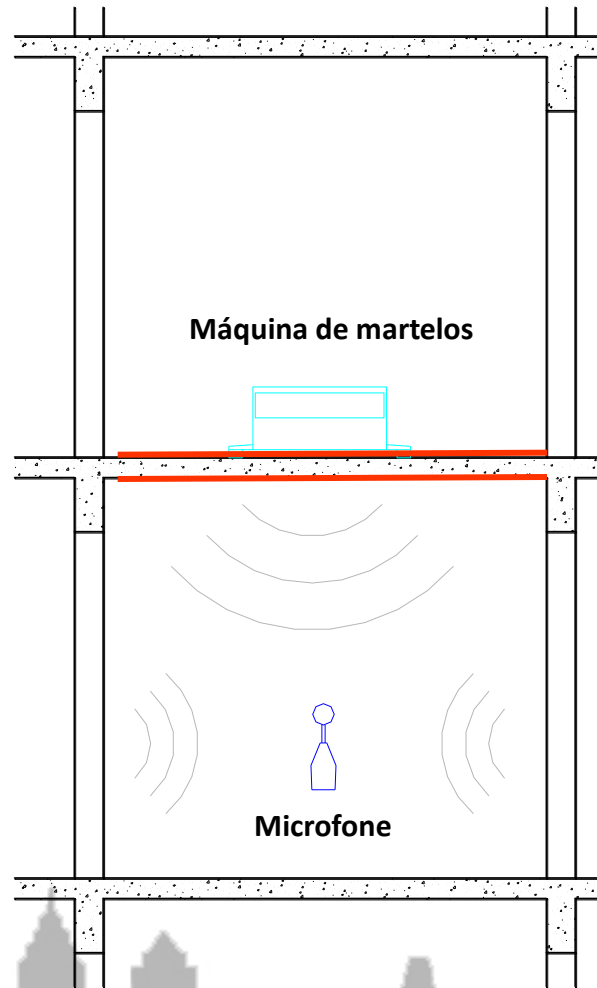
- Ensaios para avaliação objetiva do tratamento acústico





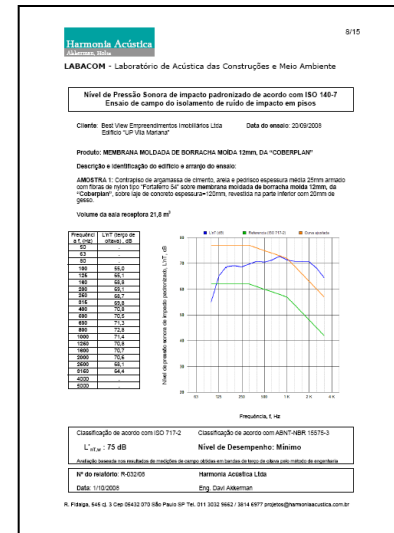
# ISO 140-7 – Isolamento ruído de impacto

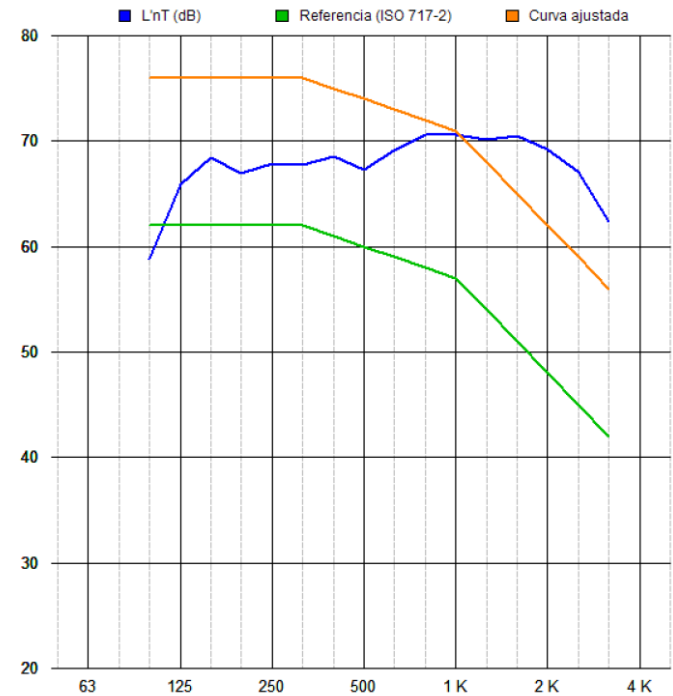
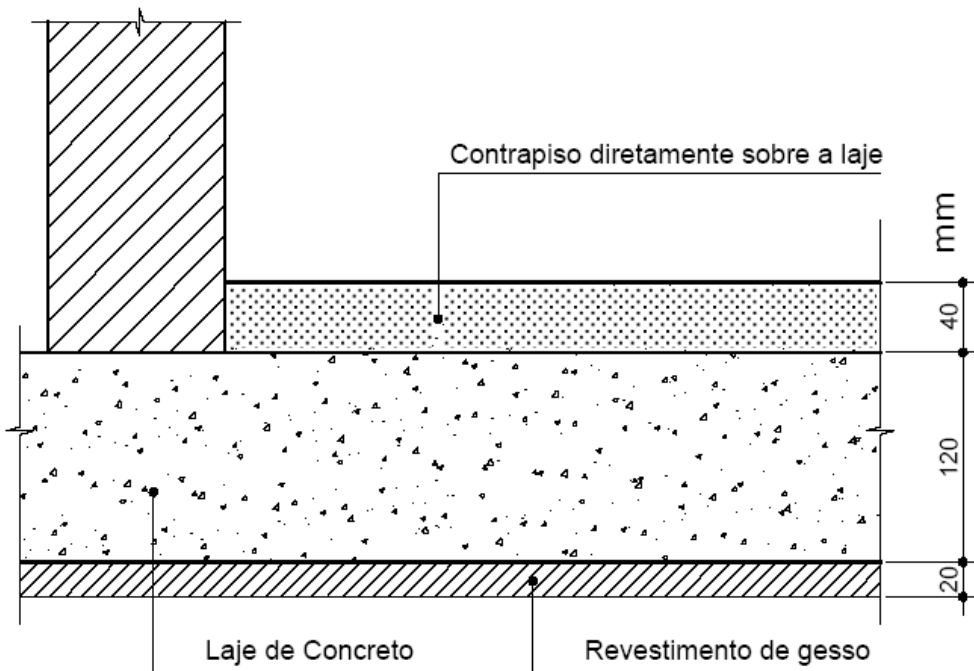
## Esquema do Ensaio



# Fase F - Pós Entrega da Obra

- Ensaios para avaliação objetiva do tratamento acústico





Classificação de acordo com ISO 717-2

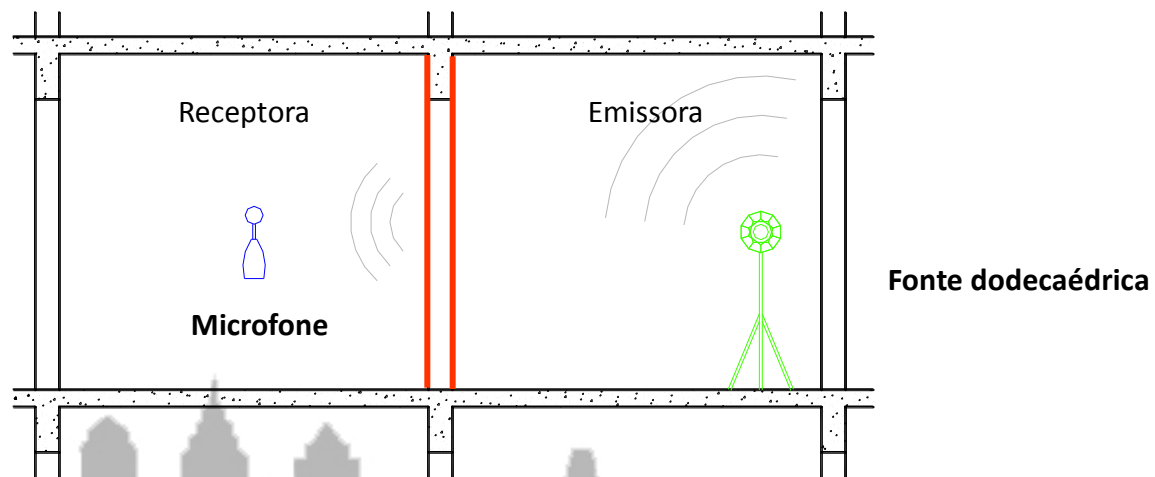
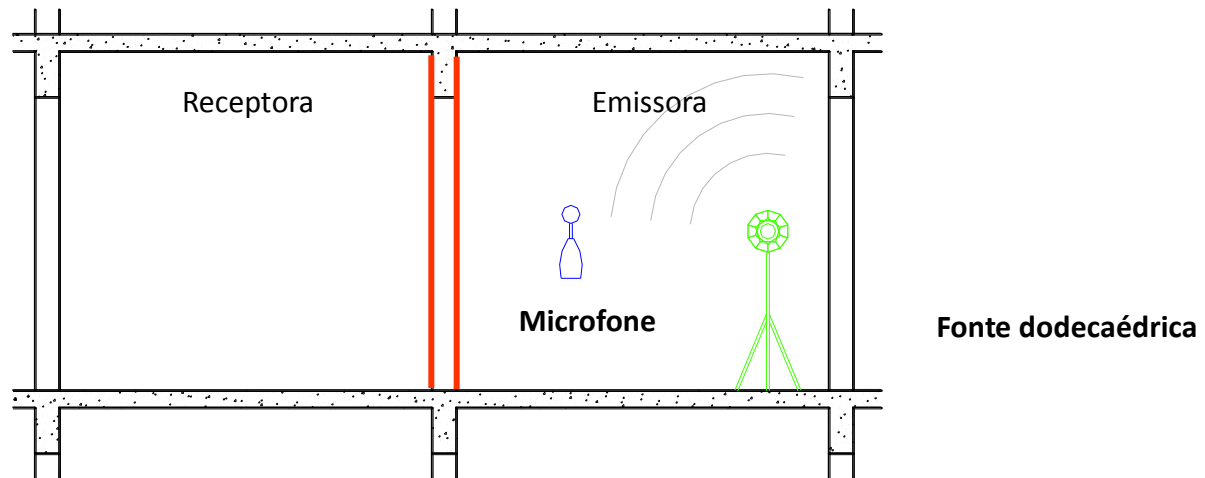
**$L'_{nT,w} : 74 \text{ dB}$**

Classificação de acordo com ABNT-NBR 15575-3

**Nível de Desempenho: Mínimo**

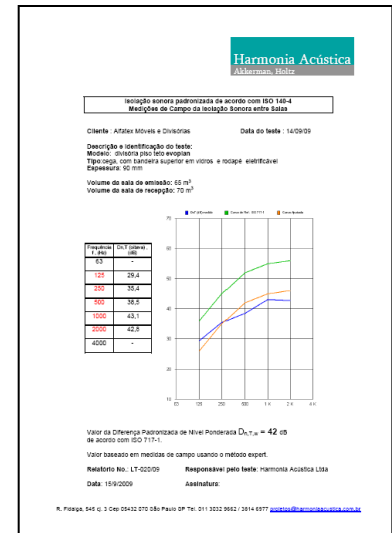
# ISO 140-4 – Isolamento de vedações internas

## Esquema do Ensaio



# Fase F - Pós Entrega da Obra

- Ensaio para avaliação objetiva do tratamento acústico





**Processo AQUA**  
CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

# Fase F - Pós Entrega da Obra

**REFERENCIAL TÉCNICO  
DE CERTIFICAÇÃO**

Adaptado da  
Certificação “HQE”  
França.

**EDIFÍCIOS HABITACIONAIS**  
Fevereiro de 2010 - versão 1

CONFORTO	8	CONFORTO HIGROTÉRMICO
	<b>9</b>	<b>CONFORTO ACÚSTICO</b>
	10	CONFORTO VISUAL
	11	CONFORTO OLFATIVO
SAÚDE	12	QUALIDADE SANITÁRIA DOS AMBIENTES
	13	QUALIDADE SANITÁRIA DO AR
	14	QUALIDADE SANITÁRIA DA ÁGUA



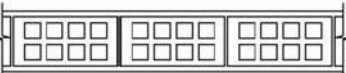
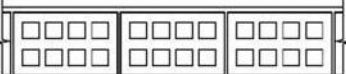


Fundação Vanzolini

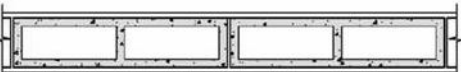
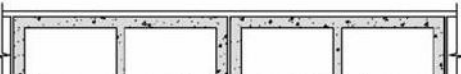
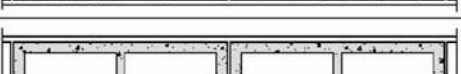
Rua Camburiú, 255  
Tel.: + 55 11 3836-6566  
Alto da Lapa - SP/Brasil

Em cooperação com:



# Isolamento acústico Tipo para Paredes de Alvenaria

BLOCO CERÂMICO REVESTIDO		ISOLAÇÃO SONORA (Rw) - LABORATÓRIO
9		38 dB
11,5		39 dB
14		40 dB
19		43 dB

BLOCO DE CONCRETO REVESTIDO		
9		40 dB
14		43 dB
19		45 dB

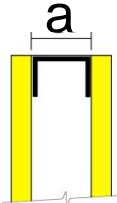
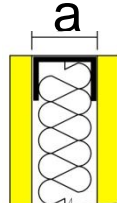
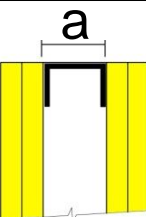
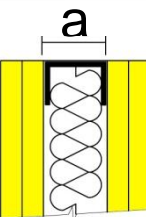
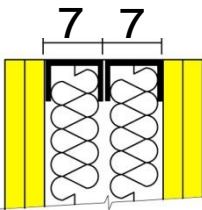
## NOTAS

1- ESTIMATIVA DE  $R_w = +5$  dB PARA PREENCHIMENTO DOS VAZIOS INTERNOS COM GRUOT OU AREIA.

2- ALVENARIAS REVESTIDA COM 1cm DE GESSO DE CADA LADO.



Isolamento acústico  
Tipo para Paredes de  
Drywall

		Rw (dB)
	a = 5 cm	= 33
	a = 7 cm	= 39
	a = 9 cm	= 40
	a = 5 cm	= 41
	a = 7 cm	= 45
	a = 9 cm	= 49
	a = 5 cm	= 43
	a = 7 cm	= 48
	a = 9 cm	= 50
	a = 5 cm	= 49
	a = 7 cm	= 55
	a = 9 cm	= 56
		60

EUROPEAN STANDARD  
NORME EUROPÉENNE  
EUROPÄISCHE NORM

**EN 12354-2**

March 2000

---

ICS 91.120.20

English version

**Building acoustics - Estimation of acoustic performance of  
buildings from the performance of elements - Part 2: Impact  
sound insulation between rooms**

Acoustique du bâtiment - Calcul de la performance  
acoustique des bâtiments à partir de la performance des  
éléments - Partie 2: Isolement acoustique au bruit de choc  
entre des locaux

Bauakustik - Berechnung der akustischen Eigenschaften  
von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften - Teil 2:  
Trittschalldämmung zwischen Räumen

EUROPEAN STANDARD

**EN 12354-3**

NORME EUROPÉENNE

EUROPÄISCHE NORM

March 2000

---

ICS 91.120.20

English version

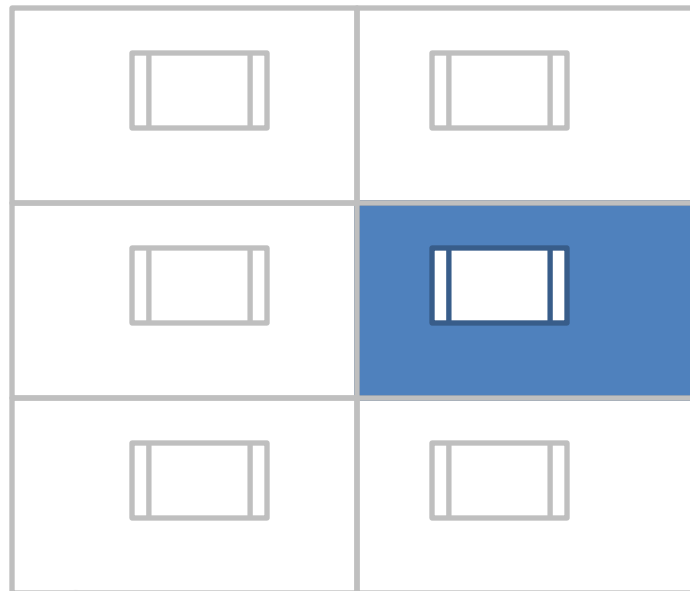
**Building acoustics - Estimation of acoustic performance of  
buildings from the performance of elements - Part 3: Airborne  
sound insulation against outdoor sound**

Acoustique du bâtiment - Calcul de la performance  
acoustique des bâtiments à partir de la performance des  
éléments - Partie 3: Isolement aux bruits aériens venus de  
l'extérieur

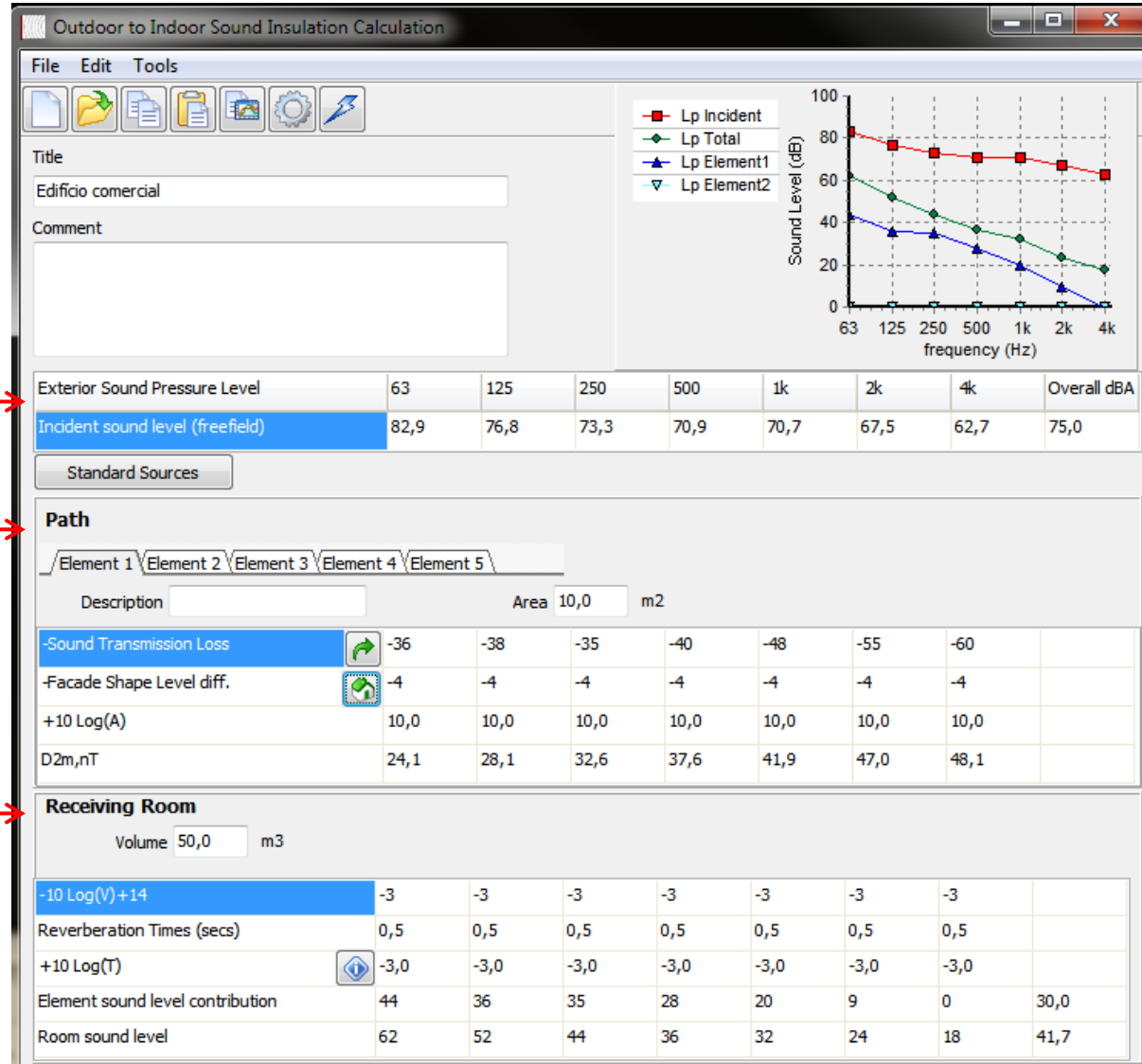
Bauakustik - Berechnung der akustischen Eigenschaften  
von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften - Teil 3:  
Luftschalldämmung von Außenbauteilen gegen Außenlärm

# Exemplo de cálculo

- Fachada simples de um edifício, com uma parede de blocos de concreto de 14cm e uma janela



# Dados de entrada



Ruído Externo

Propagação

Sala receptora

# Ruído externo

- Pode se medir diretamente o espectro e inserir no cálculo
- Caso somente houver medida em dB(A), o software cria um espectro médio indicando-se a característica da fonte

Source Spectrum Calculator

Spectrum Calculator

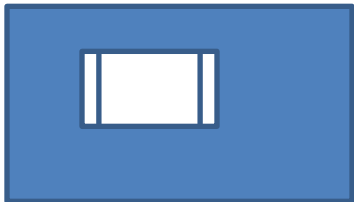
Traffic (ISO 717) 75 A Weighted Level Calc

	63	125	250	500	1k	2k	4k	Overall
Traffic (ISO 717)	82,9	76,8	73,3	70,9	70,7	67,5	62,7	75,0

Close Help Cancel

# Propagação

- Insere-se o isolamento dos elementos da fachada com as respectivas áreas

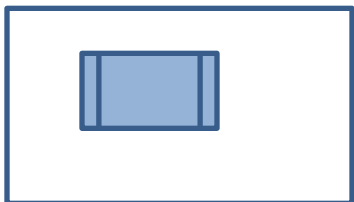


**Path**

Element 1 | Element 2 | Element 3 | Element 4 | Element 5

Description: Alv. Blocos concreto 14      Area 12,0 m2

-Sound Transmission Loss	↻	-36	-38	-35	-40	-48	-55	-60
-Facade Shape Level diff.	↻	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4
+10 Log(A)		10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
D2m,nT		24,1	28,1	32,6	37,6	41,9	47,0	48,1



**Path**

Element 1 | Element 2 | Element 3 | Element 4 | Element 5

Description: Janela      Area 3,0 m2

-Sound Transmission Loss	↻	-15	-19	-24	-29	-33	-38	-39
-Facade Shape Level diff.	↻	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4
+10 Log(A)		4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
D2m,nT		26,3	30,2	34,2	39,2	43,9	49,1	50,3



- É possível inserir o isolamento diretamente da biblioteca do software

Panel 1 | Panel 2 | Wall | Ceiling | Floor | Double/Triple Glazing | Roof | Porous Material

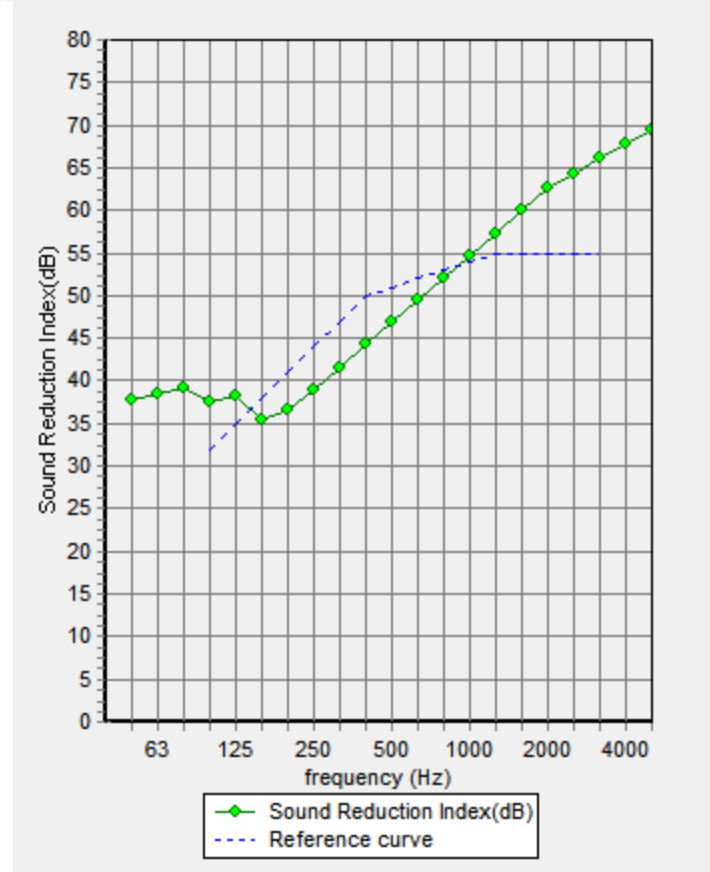
Outer layer | Inner layer

**Material** Hollow Conc Blocks (110 lb/ft3)

**Thickness** 140,0 (mm) **Number of Linings** 1

Surface Mass 252,0 kg/m2      Critical Freq 175 Hz

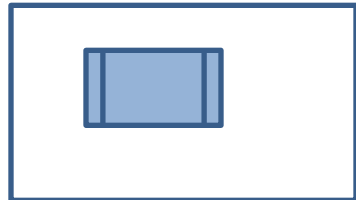
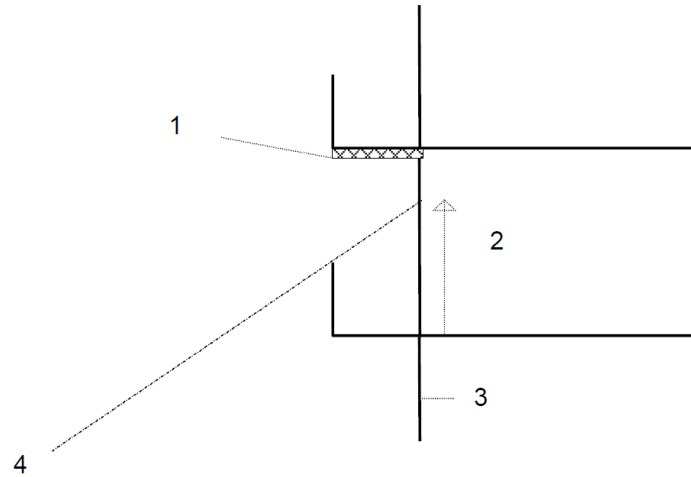
<b>Rw 51</b>	<small>100-3150</small> <b>C -1</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1k</b>	<b>2k</b>	<b>4k</b>
<small>DnTw 53</small>	<b>Ctr -5</b>	<b>38</b>	<b>37</b>	<b>39</b>	<b>46</b>	<b>54</b>	<b>62</b>	<b>68</b>



# Propagação

- Correção – tipologia da fachada

- Absorption
- Height of line of sight
- Façade plane
- Sound source



Path								
	Element 1	Element 2	Element 3	Element 4	Element 5			
Description	Janela				Area	3,0	m2	
-Sound Transmission Loss	-15	-19	-24	-29	-33	-38	-39	
-Facade Shape Level diff.	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	
+10 Log(A)	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	
D2m,nT	26,3	30,2	34,2	39,2	43,9	49,1	50,3	

$\Delta L_{fa}$	1 plane façade	2 gallery	3 gallery	4 gallery	5 gallery
dB					
absorption roof ( $\alpha_a$ ) $\Rightarrow$	does not apply	$\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$	$\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$	$\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$	$\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$
line-of-sight					
on façade :	0	-1 -1 0	-1 -1 0	0 0 1	does not apply
<1,5 m					
(1,5-2,5) m	0	does not apply	-1 0 2	0 1 3	
>2,5m	0		1 1 2	2 2 3	3 4 6
	6 balcony	7 balcony	8 balcony	9 terrace	
absorption roof ( $\alpha_a$ ) $\Rightarrow$	$\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$	$\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$	$\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$	open fence	closed fence
line-of-sight					
on façade :	-1 -1 0 0 0 1	1 1 1 2	1 1 1 3 3 3		
<1,5 m					
(1,5-2,5) m	-1 1 3 0 2 4	1 1 2 3 4 5 5 6 7			
>2,5m	1 2 3 2 3 4	1 1 2 4 4 5 6 6 7			

# Sala Receptora

RT típico

Room Type	T (s)
Living room	0.5
Bedroom	0.3
Hotel Guestroom	0.4
Office (acoustic tiles)	0.4
Office (hard ceiling)	0.7
Lecture Theatre	1.0
Convention Hall	1.5

Volume

Receiving Room

Volume  m<sup>3</sup>

-10 Log(V)+14	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	
Reverberation Times (secs)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
+10 Log(T)	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	
Element sound level contribution	60	50	41	34	29	21	15	39,2
Room sound level	60	50	42	35	30	22	16	39,8

Contribuição do elemento

Nível sonoro resultante



**Obrigado!**

Eng. Davi Akkerman

