

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – UFPB

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL – PPGECCAM

DISCIPLINA: ESTATÍSTICA E PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS



# Avaliação dos Níveis de Desempenho Acústico da NBR 15575 (2013) baseados na percepção dos usuários: Um estudo de caso na Amazônia Brasileira

Professor: Luiz Bueno da Silva

Discente: Josyverton Gomes Ferreira

Outubro de 2019

# Introdução

## NBR 15575

- Surge como ferramenta para avaliar o desempenho acústico das edificações
- Trazendo parâmetros descritivos
- Tornar os requisitos da norma compatíveis com as necessidades dos usuários

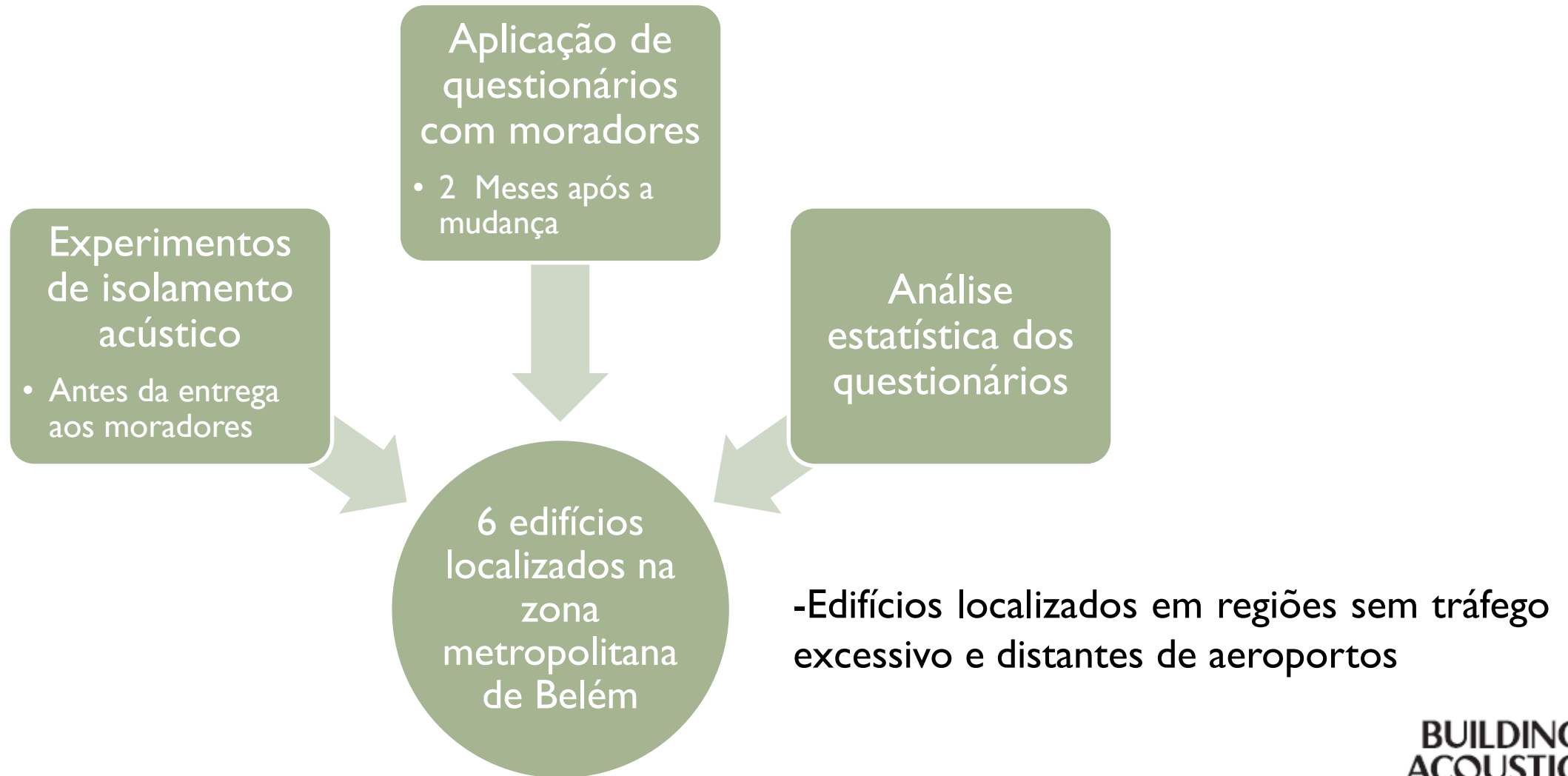
## Normas Europeias

## Normas de países com clima semelhante

## Objetivo

- **avaliar os requisitos da performance acústica para edificações regulados pela NBR 15575, baseados na percepção de conforto dos usuários**

# Métodos

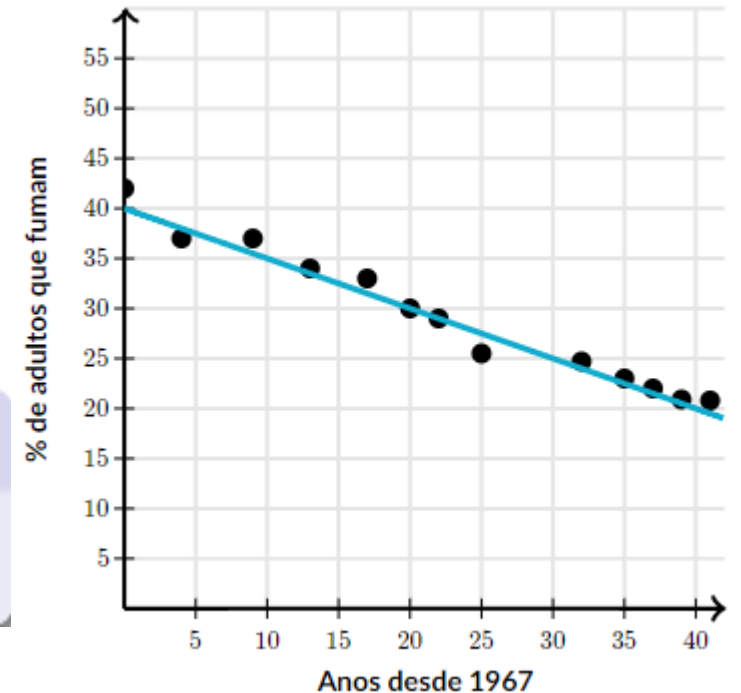


# Estudo estatístico

- Regressão linear simples
  - $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ ;
  - Cálculo do coeficiente de correlação;

Reta de regressão estimada

$$\hat{y} = \hat{\alpha} + \hat{\beta}x$$



# Descrição da partição

Chart I. Partition constructive typologies analyzed, grouped by building.

Building	Walls
	Internal
1	—
2	VVI 1
3	VVI 1 and VVI 5
4	VVI 2
5	VVI 3
6	VVI 4

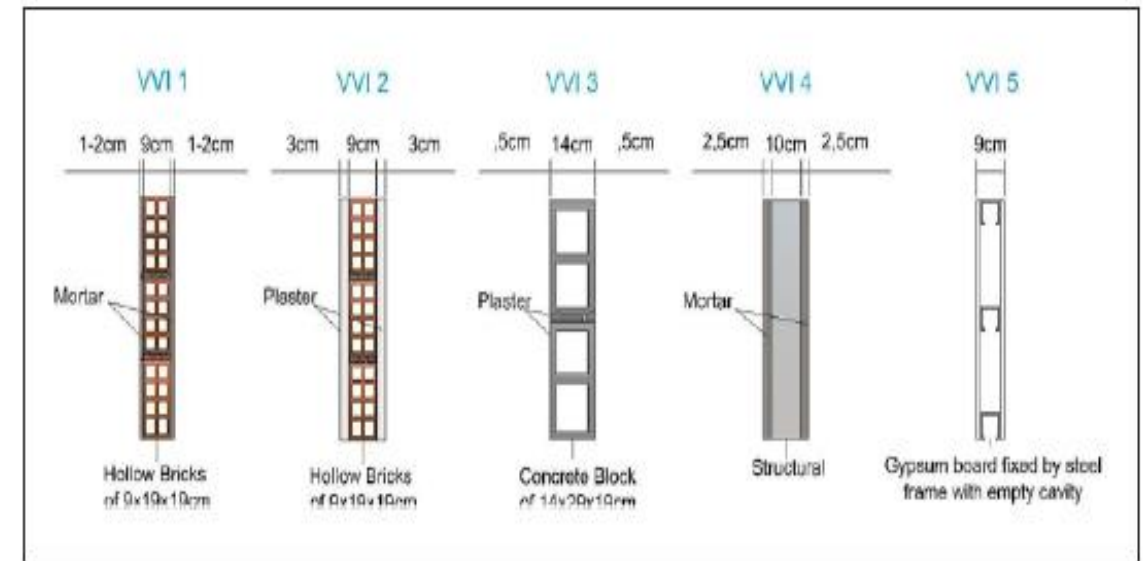


Figure 1. Constructive internal walls typologies analyzed (VVI).



**Chart I.** Partition constructive typologies analyzed, grouped by building.

Building	Constructive Typologies (VVE)				External	Slabs
	VVE 1	VVE 2	VVE 3	VVE 4		
1		–	VH 4			
2		VVE 1	VH 1			
3		VVE 1	VH 3			
4		VVE 2	VH 5			
5		VVE 3	VH 2			
6		VVE 4	–			

Figure 2. Constructive façade typologies analyzed (VVE).

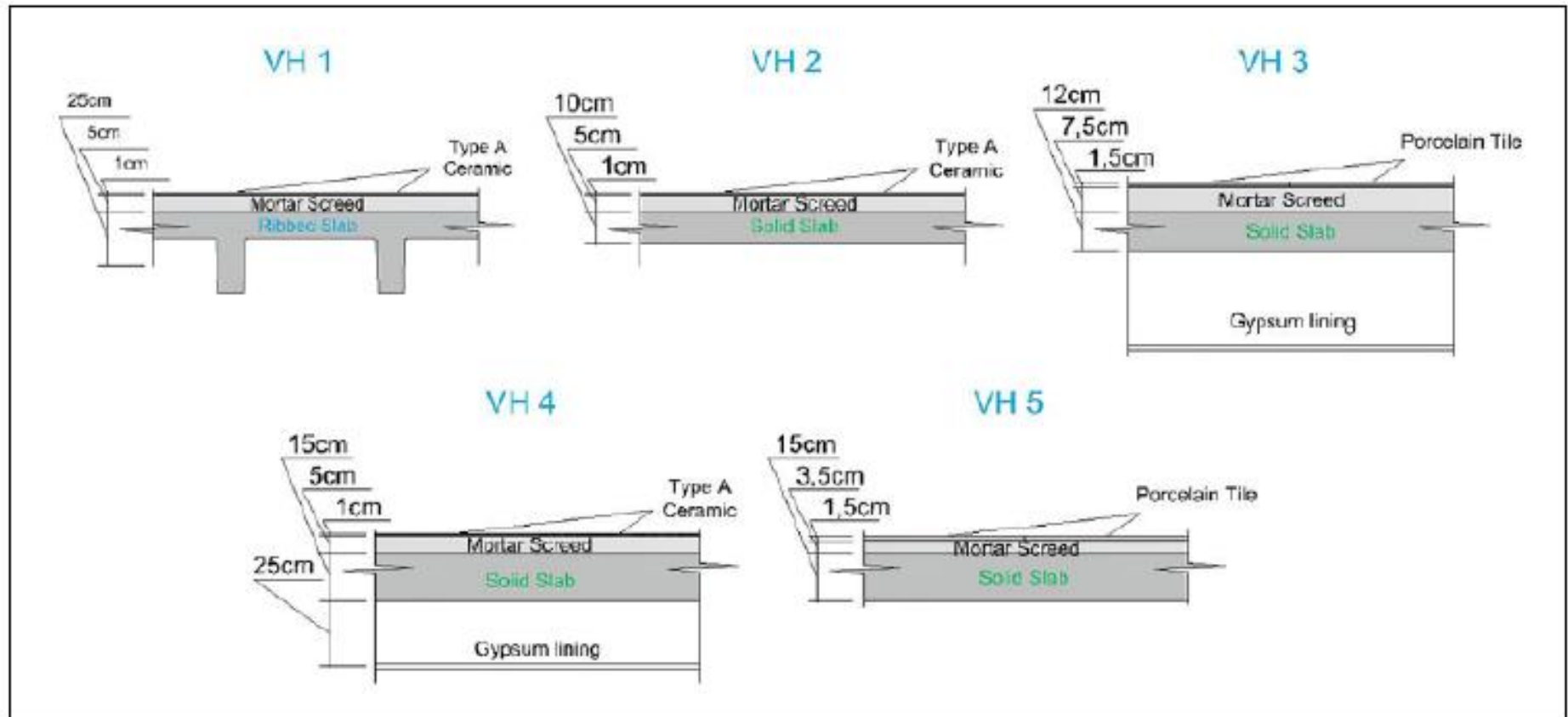


Figure 3. Constructive slab typologies analyzed (VH).

# Critérios de Avaliação

Desempenho acústico de um piso quanto ao ruído de impacto

Desempenho acústico de um piso quanto ao som aéreo

Desempenho acústico de uma parede quanto ao som aéreo

Desempenho acústico de uma parede externa ao som aéreo

Least stringent situations <sup>a</sup> (dB)			Most stringent situations <sup>b</sup> (dB)	European <sup>c</sup> (dB)
M	I	S	M	M
80-66	65-56	<55	80-66	<50
40-44	45-49	≥50	45-49	≥55
40-44	45-49	≥50	45-49	≥55
≥25	≥30	≥35	≥25	





# Experimentos de Campo

- Procedimento de Medição
  - Analisados todos os parâmetros;
  - Análise de pisos e paredes internas e externas;
  - Ruído aéreo e ruído de impacto;
    - Tempo de reverberação – ISO 3382-2;
    - Ruído de fundo – ISO 16283;

# Resultados de experimento de Campo

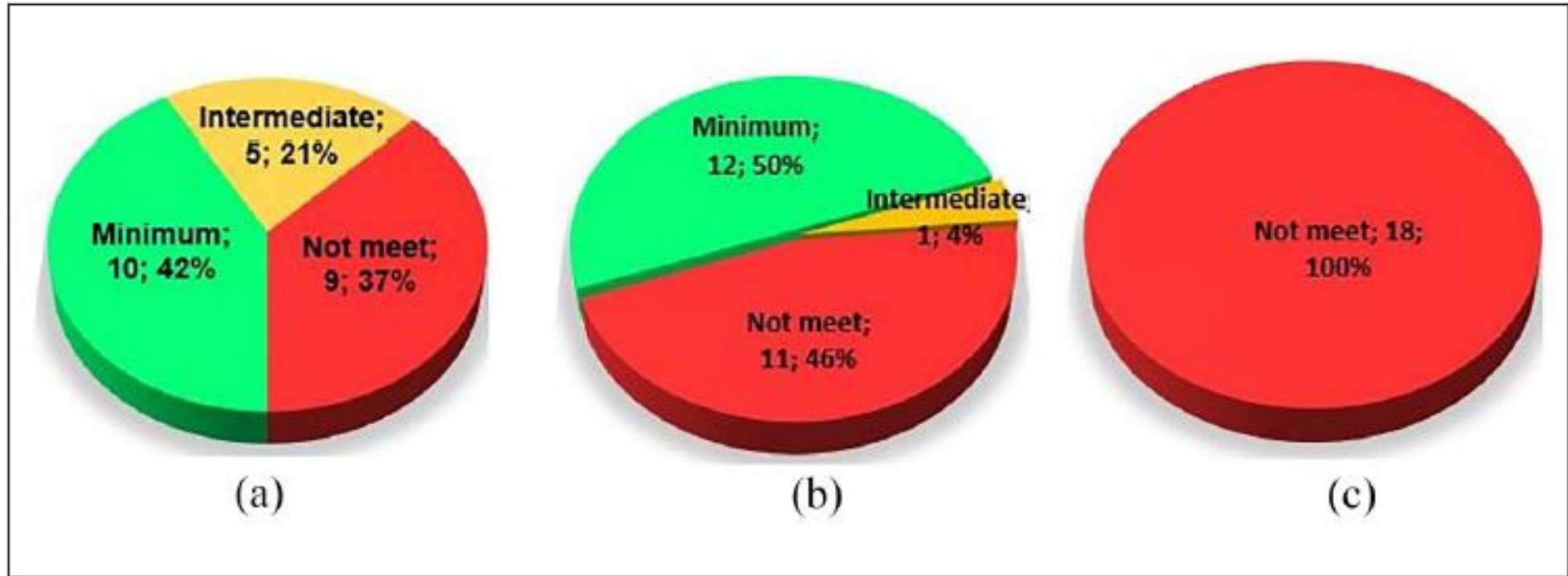
**Table 2.** Acoustic performance of the partitions according to the least stringent standard requirements.

Edificação	Vertical partition (Wall)		Horizontal partition (Slab)	
	Internal	External	Impact noise	Airborne sound
	$D_{nT,w}$ (dB)	$D_{ls,2m,nT,w}$ (dB)	$L'_{nT,w}$ (dB)	$D_{nT,w}$ (dB)
1			64 <sup>a</sup>	
2	27 <sup>b</sup> 28 <sup>b</sup>	24 <sup>b</sup>	70 <sup>c</sup>	40 <sup>c</sup>
3	42 <sup>c</sup> 26 <sup>b</sup> (VVI 5)	25 <sup>c</sup>	66 <sup>c</sup>	46 <sup>a</sup>
4	38 <sup>b</sup> 33 <sup>b</sup>	24 <sup>b</sup>	66 <sup>c</sup>	48 <sup>a</sup>
5	45 <sup>a</sup>	26 <sup>c</sup> 25 <sup>c</sup>	69 <sup>c</sup>	48 <sup>a</sup>
6	21 <sup>b</sup> 27 <sup>b</sup>	26 <sup>c</sup>		

<sup>a</sup>Meets the intermediate requirements in the NBR 15575<sup>18,19</sup> standard.

<sup>b</sup>Do not meet the NBR 15575<sup>18,19</sup> standard.

<sup>c</sup>Meets the minimum requirements in the NBR 15575<sup>18,19</sup> standard.

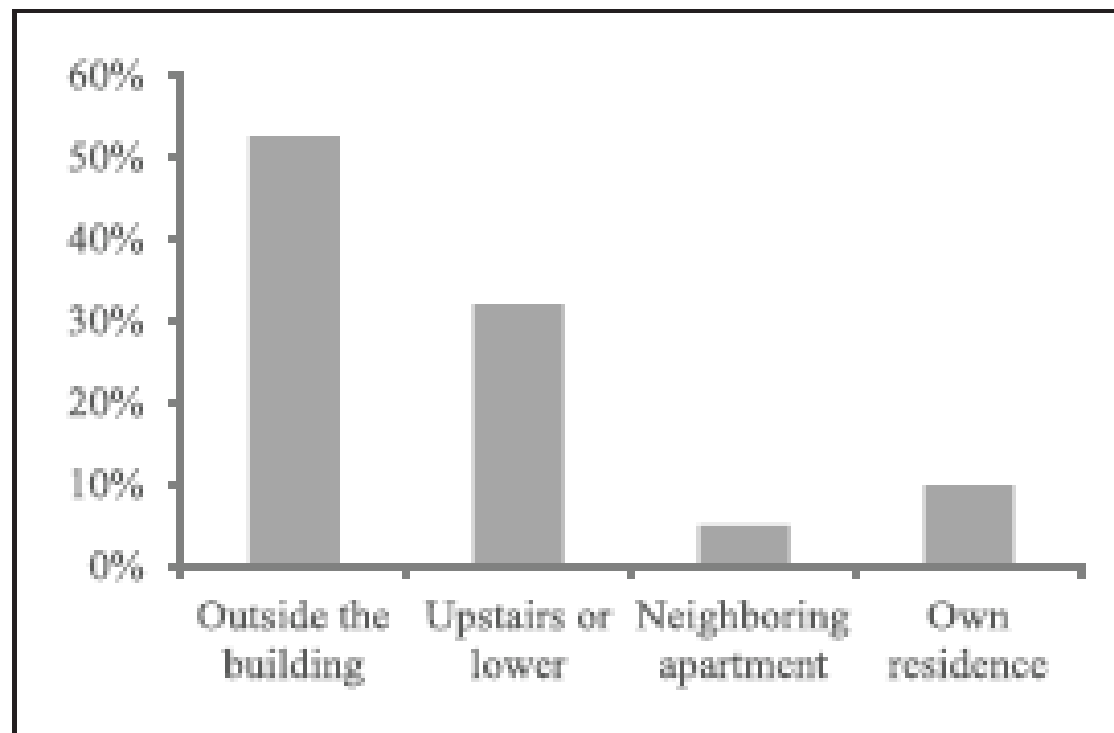


**Figure 6.** General field measurement results: (a) adopting less stringent requirements of NBR 15575,<sup>1</sup> (b) for situations in which at least one of the rooms is a dormitory or area of collective use, according to NBR 15575,<sup>1</sup> and (c) adopting international requirements of Rasmussen.<sup>11</sup>

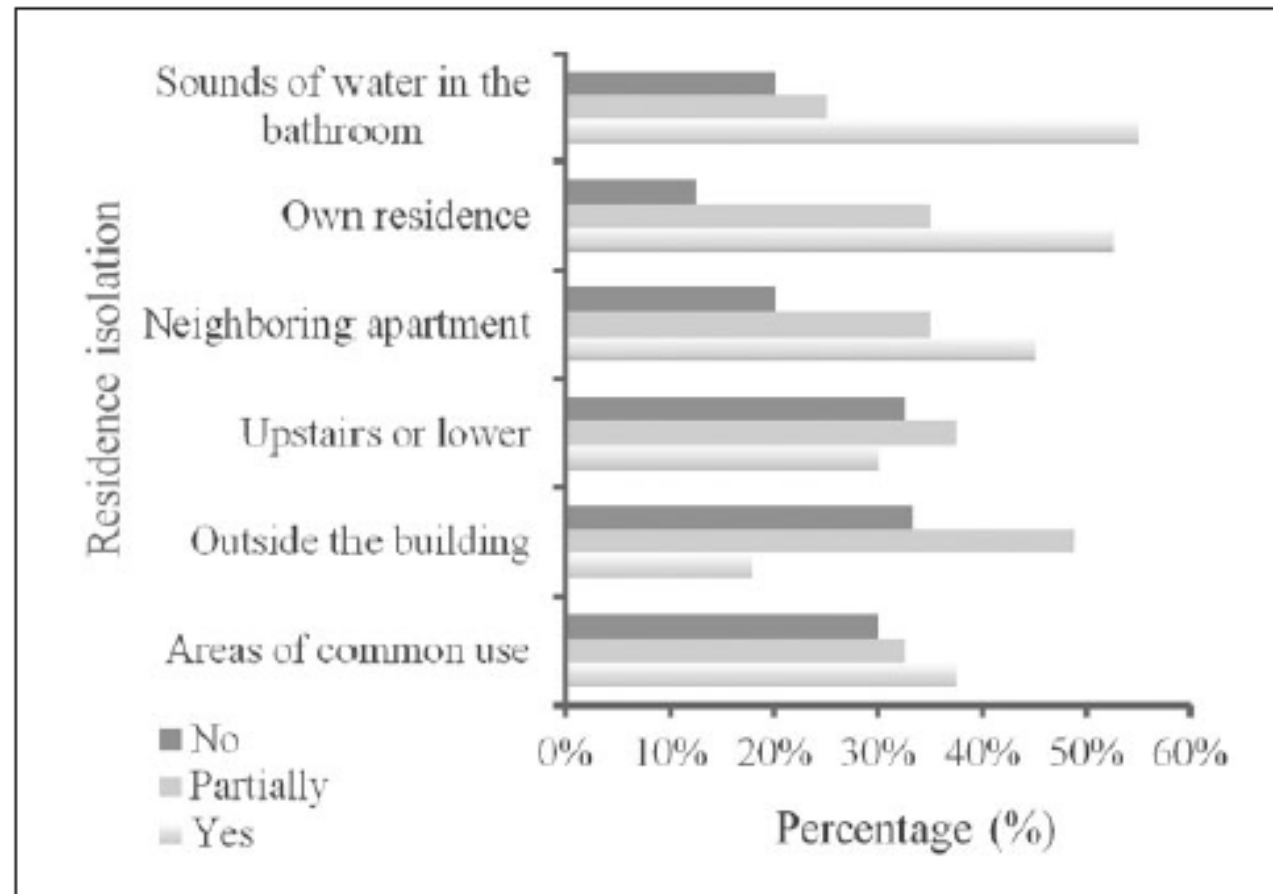


# Percepção dos Usuários

- 3 grupos de questões
  - Satisfação quanto a localização;
  - Identificação de quais fontes de são mais incômodas e qual o comportamento a respeito;
  - Definição do nível de conforto acústico provido pelo sistema construtivo.



**Figure 8.** Main noise source directions according to users.



**Figure 7.** Residence insulation from noises generated in diverse places according to the users' opinions.



# Comparação entre resultados

- As paredes foram as mais deficientes, especialmente as internas, apresentaram desempenho abaixo do mínimo da norma, o que foi percebido pelos usuários;
- As paredes externas obtiveram desempenho mínimo, porém a grande maioria dos entrevistados declararam perceber um baixo isolamento;
- Para as lajes fica claro que os requisitos são insuficientes. Apesar de apresentarem desempenho satisfatório, a maioria dos usuários declarou não perceber isolamento, sendo que grande parte é incomodada pelo barulho proveniente destas lajes.

# Estudo de correlação

- Relacionou-se os dados medidos com a satisfação dos usuários;
- Regressão Linear/ Coeficiente de correlação/ Coeficiente de Determinação ( $R^2$ ) e p-valor;
- $y$  = Aborrecimento ao desconforto acústico;
- $x$  = Parâmetros medidos;

**Table 3.** Linear regression  $y = a + bx$ , where  $y$  is the annoyance and  $x$  are the measured parameters.

Parameters	$ny^a$	$nx^b$	$r$	$R^2$	p-values	a	b	95% Confidence interval (b)
$D_{nT,w}$ (walls)	26	3	0.582	0.339	0.002	3.048	-0.035	[-0.055, -0.014]
$D_{2m,nT,w}$	44	3	0.551	0.304	0.000	-25.121	1.091	[0.577, 1.605]
$D_{nT,w}$ (slabs)	32	2	0.763	0.582	0.000	-8.649	0.248	[0.170, 0.327]
$L'_{nT,w}$	32	2	0.763	0.582	0.000	140.377	-1.987	[-2.615, -1.359]

<sup>a</sup>Number of samples from the valid surveys.

<sup>b</sup>Number of samples from the measurements.



# Conclusão

- NBR 15575 é um marco no sentido de prover melhorias na qualidade das habitações, mas 4 anos depois ainda nota-se que muito ainda precisa ser feito para atingir-se todos os requisitos;
- A norma brasileira estabelece níveis de desempenho inferiores às normas estrangeiras. Porém a análise das edificações não atendeu aos critérios nacionais, então não tem sentido a análise considerando os critérios de normas estrangeiras, pois são mais restritivas;
- Apesar das baixas correlações obtidas para as paredes internas e externas (0.582 e 0.551) os usuários sentiram desconforto devido ao ruído transmitido por estes;
- Maiores correlações para lajes (0.763) mostram a clara percepção dos habitantes em relação ao ruído transmitido;
- Este estudo indica a necessidade de adaptação da norma para atender as necessidades dos usuários;



# Referências

- **Santana, W. B.; Maués, L. M. F. Rating of acoustic performance levels of NBR 15575 (2013) based on user perception: A case study in the Brazilian Amazon. 2017.**