

AVALIAÇÃO ACÚSTICA DE UM DORMITÓRIO NACIDADE DE JOÃO PESSOA - PB

ALMEIDA, Débora de Oliveira (1); IRINEU, Ruanna Alves (2); CARVALHO, Homero (3)

(1) CEFET-PB, e-mail: debora_oa@hotmail.com

(2) CEFET-PB, e-mail: ruanna_designer@gmail.com

(3) CEFET-PB, e-mail: homerojmc@uol.com.br

RESUMO

Este artigo teve como finalidade avaliar o isolamento acústico, o tempo de reverberação e a absorção dos materiais que compõe um dormitório em um edifício habitacional multifamiliar situado na cidade de João Pessoa - PB, visando à elaboração de projeto de intervenção corretiva que proporcione o conforto acústico de seus usuários. Para isso, foram realizadas medições simultâneas, interna e externamente, do nível de ruído sonoro, cálculos matemáticos (método de Sabine) de isolamento e tempo de reverberação, para as frequências 125Hz, 500Hz e 2000Hz, considerando as características do espaço e dos materiais na situação atual e para as características especificadas em um projeto corretivo. Nas medições realizadas no dormitório, foram verificados níveis de ruídos de até 66dB(A), quando o exigido na NBR 10152/1987 é 45dB(A). A maior parte do ruído medido tem origem em fontes externas, principalmente o fluxo de veículos.

Palavras-chave: isolamento acústico, tempo de reverberação, absorção dos materiais.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Almeida, Bragança & Souza (2006), a acústica é um elemento de grande importância na utilização dos espaços e deve ser entendida como parte integrante do projeto arquitetônico, seja ele para a construção ou reforma de um local. O comportamento acústico do ambiente influencia diretamente na sua eficiência enquanto espaço arquitetônico, pois age sobre um dos mais sensíveis do homem: o ouvido. E considerar esse componente do ambiente é, acima de tudo, desenvolver uma sensibilidade ao som, é perceber que, como fenômeno físico, sendo um dos elementos qualificadores do espaço. Níveis de ruído acima do recomendado podendo causar desconforto, cansaço e irritabilidade nos usuários do espaço causando distúrbios digestivos e até surdez. Porém estes efeitos não são de caráter imediato e sim cumulativo.

Em um dormitório o isolamento acústico é fundamental, devendo bloquear os ruídos externos a patamares compatíveis com a atividade a ser desenvolvida no seu interior, que é de o descanso e em muitos casos, o estudo. De acordo com a NBR-95 e a NBR-10152/1987, o nível máximo de ruído aceitável em um dormitório de uma residência deverá ser de 35dB(A) a 45dB(A), sendo o nível mais baixo ideal para o conforto.

Outro aspecto importante a ser considerado em uma avaliação acústica de um dormitório é a absorção dos ruídos internos. No entanto, não se verificou na literatura qualquer orientação para a avaliação desse aspecto, especialmente quanto ao tempo de reverberação, que é o intervalo de tempo necessário para que o nível de intensidade de um determinado som decresça 60dB(A) após o término da emissão de sua fonte. Por entender que num dormitório não há a necessidade de comunicação verbal, como ocorreria em uma sala de aula, por exemplo, considerar-se-á neste trabalho que o dormitório deva ser composto por materiais que absorvam ao máximo possível os ruídos produzidos internamente e os que, porventura, venham do exterior. Sendo assim, considerou-se neste trabalho o tempo ótimo de reverberação (tor) igual ou menor a 0,2s para a frequência de 500Hz como referência. No cálculo do tempo de reverberação, deve-se considerar uma diferença percentual satisfatória de -10% a 10% entre o tempo ótimo de reverberação e o tempo de reverberação calculado para o ambiente (tr/tor).

O objetivo deste estudo é, portanto, avaliar as condições de conforto acústico em um dormitório, investigando os motivos relacionados ao isolamento acústico que possam estar contribuindo para elevados níveis de ruído que estão trazendo transtorno aos usuários do ambiente.

2. DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

O ambiente estudado é um quarto residencial (dormitório), medindo 2,79m de largura por 4,79m de comprimento e 2,55m de pé-direito de 2,55m, resultando um volume de 34,07m³ (Figura 1). O dormitório estudado pertence a um apartamento situado no terceiro andar de um edifício localizado em uma avenida de tráfego intenso, para a qual está voltada a janela do dormitório. O dormitório é ocupado por duas pessoas, que o utilizam para o descanso, a leitura, o lazer, a troca de roupa e o estudo.

As paredes que separam o ambiente do exterior do edifício são em alvenaria, revestida com argamassa na face interior e argamassa mais cerâmica no exterior. As paredes que o separam dos demais ambientes do apartamento têm características semelhantes, excetuando-se o revestimento cerâmico. O revestimento do piso é cerâmico assentado sobre laje de concreto armado revestida nas duas faces (inferior e superior) com argamassa. O dormitório ainda possui uma janela em alumínio e vidro e porta em madeira oca.

O mobiliário é formado por um guarda-roupa, por duas camas de solteiro em madeira e com colchão de espuma e por um móvel-sapateiro e madeira.

3. METODOLOGIA

O estudo partiu de um levantamento físico em campo, com o objetivo de identificar a localização e o tipo das fontes sonoras, tomar as dimensões do ambiente e as especificações dos materiais, mobiliário e equipamentos e, por fim, identificar as características de sua utilização (atividades, número de pessoas etc.).

Tomando como referência a localização das fontes sonoras, foram definidos os pontos onde se fizeram as medições dos níveis de ruído sonoro, na fonte e nos ambientes de interesse no interior da biblioteca. Para isso foram utilizados dois decibelímetros da marca Instrutherm, operando no circuito de compensação "A" e circuito de resposta lenta (SLOW).

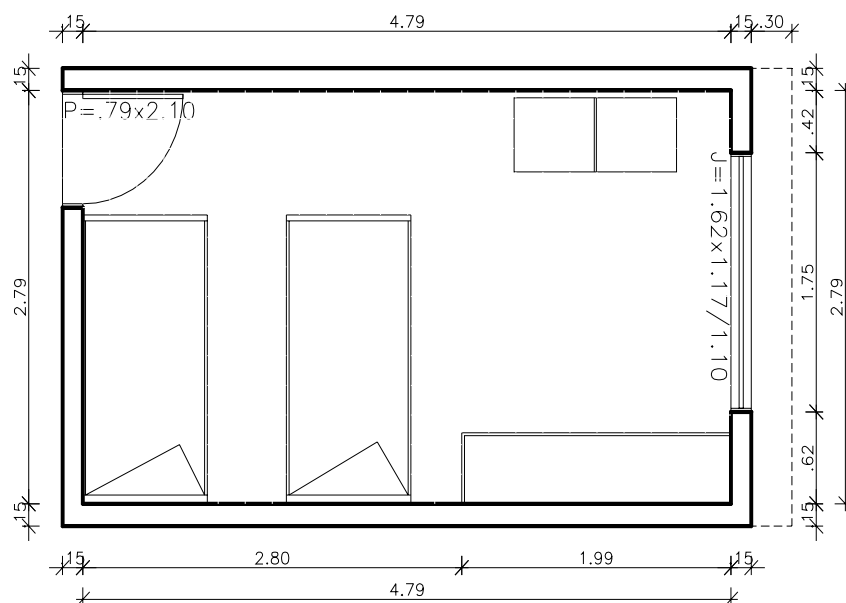


Figura 1 – Layout do Dormitório

As medições foram realizadas às 13h e 18h, horários em que ocorre a permanência dos usuários no dormitório e de maior intensidade de ruído externo. Os decibelímetros foram posicionados a 1m de distância da fonte de ruído e a 1,20m de altura, simultaneamente, um na fonte de ruído e outro no ponto de interesse com porta e janelas fechadas e com o dia nublado e sem a incidência de chuvas. O tempo de medição foi de um minuto, registrando-se o maior valor acusado pelo aparelho. Foram determinadas oito situações para a verificação dos índices de ruídos e assim avaliar o conforto acústico da biblioteca:

- 1) com a janela aberta;
- 2) com a janela aberta e ventilador ligado;
- 3) com a janela aberta e televisão ligada;
- 4) com a janela aberta, ventilador e televisão ligados;
- 5) com a janela fechada;
- 6) com a janela fechada e ventilador ligado;
- 7) com a janela fechada e televisão ligada;
- 8) com a janela fechada, ventilador e televisão ligados.

Em todas as situações havia ruído externo, proveniente do fluxo de veículos na avenida à frente do edifício.

Os níveis de ruído medidos em campo foram sistematizados e comparados aos níveis estabelecidos na NBR 10152/1987, verificando-se, assim, as condições de conforto existentes.

Em seguida, realizou-se uma simulação de desempenho acústico do ambiente estudado através do cálculo de isolamento acústico e do tempo de reverberação (método de Sabine), considerando as características dos materiais existentes e as frequências 125Hz, 500Hz e 2000Hz. Para esse cálculo foram utilizadas planilhas elaboradas no *software* Excel. As mesmas simulações foram repetidas para o projeto de correção do ambiente quando se verificou alguma deficiência de isolamento e/ou de reverberação na frequências consideradas.

4. RESULTADOS

Os resultados serão apresentados em três partes. A primeira abordará os resultados da comparação entre os níveis de ruído medidos em campo e os limites recomendados pela norma. A segunda tratará o resultado dos cálculos de isolamento acústico da situação existente e de uma sugestão de intervenção corretiva. A última parte apresenta o resultado dos cálculos do tempo de reverberação, como avaliação do ambiente existente e da proposta corretiva.

4.1 Níveis de ruídos medidos em campo

O dormitório possui apenas uma fonte de ruído externa (tráfego de veículos), a parede através da qual o ruído penetra no ambiente é a que possui uma janela (Figura 1), sendo esta o alvo principal para o estudo de isolamento acústico no espaço.

Os dados medidos em campo mostraram que o ruído externo é mais intenso às 13h, chegando a 84dB, aproximadamente, mantendo um nível médio de ruído igual a 75,7dB, enquanto que à noite a média foi de 70,9dB. Nessas condições, o nível de ruído no interior do ambiente manteve-se superior ao recomendado pela norma (45dB) em todas as situações consideradas, sendo pior às 13h, nas situações em que o ventilador e a TV estiveram ligadas, fosse com a janela aberta ou fechada, 65,9dB(A) e 62,4dB(A) respectivamente (Tabela 1). Esse desempenho também se repetiu às 18h, com cerca de 1dB a menos. Assim, percebe-se que ao fechar a janela de alumínio e vidro, reduziu-se o ruído externo em apenas 3,5dB às 13h e 2,3dB às 18h.

Mesmo com a janela fechada e com os equipamentos desligados o ambiente permaneceu com baixo desempenho acústico, com quase 5dB(A) acima do máximo admissível.

Tabela 1 – Medições *in loco*

Situação	Dormitório 13h	Avenida 13h	Dormitório 18h	Avenida 18h
Janela Aberta	54,9dB	74,2dB	54,3dB	70,0dB
Janela Aberta + Ventilador	55,5dB	71,3dB	55,0dB	68,7dB
Janela Aberta + Televisão	63,4dB	80,1dB	63,5dB	70,1dB
Janela Aberta + Ventilador + Televisão	65,9dB	74,6dB	65,0dB	71,2dB
Janela Fechada	49,9dB	78,6dB	48,5dB	75,9dB
Janela Fechada + Ventilador	53,7dB	72,5dB	53,4dB	72,5dB
Janela Fechada + Televisão	61,3dB	70,2dB	61,3dB	69,8dB
Janela Fechada + Ventilador + Televisão	62,4dB	84,0dB	63,7dB	68,9dB
Média	58,4dB	75,7dB	58,1dB	70,9dB

4.2 Cálculo, análise e correção do isolamento acústico

O cálculo de isolamento acústico foi realizado considerando os coeficientes de transmissão dos componentes da envoltória da biblioteca (Eq. 01), em particular da porta e da parede que a limita em relação ao corredor onde se encontra a fonte sonora externa, que afeta negativamente a qualidade acústica do ambiente.

$$\tau = \sum (S_i \times t_i) / \sum S_i \quad [\text{Eq.01}]$$

Onde:

S_i é a área de utilização do material i .

t_i é a transmissividade do material i .

Sabendo-se que o maior valor de ruído externo medido foi de 84dB, através dos cálculos de isolamento observou-se que a envoltória da dormitório o reduz em apenas 13,69dB para 125Hz, 25,67dB para 500Hz e 31,11dB para 2000Hz (Tabela 2). Esses resultados - guardando aí os limites de uma simulação matemática - confirmam a deficiência de isolamento verificada nas medições, principalmente para sons de baixa frequência.

Tabela 2 – Redução de ruído proporcionada pelo fechamento antes e após a modificação - em dB(A)

Frequência	125Hz		500Hz		2000Hz	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
Redução de Ruído (RR)	13,69	32,29	25,67	43,04	31,11	32,17
Nível de ruído máximo aceitável internamente	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0
Máximo nível de ruído aceitável externamente	58,69	77,29	70,67	88,04	76,11	77,17

Como proposta de intervenção corretiva, optou-se pela substituição da esquadria por outra de metal com vidros duplos de 3mm, com câmara de ar de 200mm, com absorvente no marco inferior entre os vidros e com frestas seladas. Após essa substituição, a redução de ruído aumentou para 32,29dB na frequência de 125Hz, 43,04dB para 500Hz e 32,17dB na frequência de 2000 Hz (Tabela 2), desempenho suficiente para isolar o nível médio do ruído externo.

4.3 Cálculo, análise e correção de reverberação

O tempo de reverberação (T_r) depende do som produzido internamente, dos coeficientes de absorção dos materiais que o compõem, do volume do ambiente, do número de pessoa que o ocupam e, obviamente, da atividade.

Para fazer o cálculo do tempo de reverberação foi utilizado o método de Wallace Sabine (Eq. 2), que elaborou o conceito de absorção total. Utilizando o gráfico de Tempo Ótimo de Reverberação (t_{or}) elaborado por Bolt Beranek and Newman (CARVALHO, 2006), adotou-se o valor de 0,67s para a frequência de 500Hz e 2000Hz e 0,98s para 125Hz).

$$\alpha = \sum (S_i \times \alpha_i) / \sum S_i \quad [\text{Eq.02}]$$

Onde:

α é o coeficiente médio ponderado de todas as superfícies componentes do recinto e demais elementos contidos

S_i é o somatório de todas as superfícies internas do recinto

α_i é o coeficiente de absorção acústica

Com os cálculos verificou-se que o tempo de reverberação foi de 1,22s para 125 Hz, 1,53s para 500 Hz e 1,30s para 2000 Hz, valores muito superiores ao tempo ótimo de reverberação, favorecendo a permanência da propagação do som por muito tempo no ambiente, principalmente na frequência de 500Hz.

Após testar várias substituições de materiais, escolheu-se como medida corretiva a pintura das paredes com um spray de celulose à base de água e cola, com a espessura de 2,5mm, que será aplicado nas paredes e no teto, exceto na parede onde se encontra a janela. Assim, conseguiu-se chegar a tempos de reverberação próximos do tempo ótimo, como se pode observar na Tabela 3. Apenas o tempo de reverberação para a frequência 2000Hz ficou fora do limite de 10% para a diferença entre o t_{or} e o tempo de reverberação obtido com a intervenção, entretanto, como se deseja o máximo de silêncio, considerou-se aceitável um tempo ainda menor para a reverberação.

Tabela 5 – Tempo de reverberação antes e depois da modificação

Frequência	125Hz		500Hz		2000Hz	
Situação	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
Absorção Calculada	4,51	6,21	3,59	31,77	4,22	34,91
Absorção Ideal	18,66	6,06	27,43	27,43	27,43	27,43
Tempo de Reverberação Calculado (s)	1,22	0,88	1,53	0,17	1,30	0,16
Diferença percentual t_r/t_{or} (%)	313,76	-2,37	663,11	-13,65	549,78	-21,41

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho, além de indicarem o baixo desempenho acústico do dormitório e a conseqüente situação de desconforto em que se encontram seus usuários, revelam a importância do tratamento acústico ainda na etapa de concepção do edifício, incluindo-se a escolha do local para a sua construção. A desconsideração dos princípios de qualidade ambiental na concepção do projeto pode trazer conseqüências negativas e até nocivas à saúde das pessoas, repercutindo na sua produtividade e qualidade de vida.

A dificuldade de adequar o dormitório estudado aos níveis aceitáveis de ruído esteve em diversos fatores, a começar pela localização do edifício no espaço urbano, pois se encontra próximo a uma avenida com grande fluxo de veículos, que são a principal fonte de ruído identificada no local.

No caso particular estudado, essas dificuldades forçaram a intervenções, até certo ponto, onerosas, requerendo, inclusive, a implementação da modificação em todo o edifício, pois além do problema se repetir nos demais apartamentos, também se deve manter a padronização das fachadas do edifício.

A principal e mais cara intervenção seria a instalação de um aparelho de ar condicionado, tendo em vista que no período de maior incidência do ruído, as janelas deverão permanecer fechadas, aumentando assim, o consumo de energia.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Manuela Guedes de; BRAGANÇA, Luís; SOUZA, Léa Cristina Lucas de. **Bê-á-bá da acústica arquitetônica**. São Paulo: EDUFSCAR, 2006.

CARVALHO, Régio Paniago. **Acústica arquitetônica**. Brasília: Thesaurus. 2006.