



CARACTERIZAÇÃO DO ISOLAMENTO SONORO INTERNO EM HABITAÇÃO VERTICAL TIPO STUDIO FRENTE À NORMA DE DESEMPENHO.

Coelho, Fabiana Curado¹; Nunes, Maria Alzira de Araujo²; Croce, Bruna Del Priore³; Nascimento, Néio Lúcio Freitas⁴;

(1) Síntese Acústica Arquitetônica, Brasília-DF, fabiana@sintesearquitectura.com.br.

(2) Engenharia Automotiva UnB, Brasília-DF, maanunes@unb.br.

(3) Mestrado Profissional em Engenharia Urbana UFRJ, Rio de Janeiro-RJ, bru.croce@gmail.com.

(4) Síntese Acústica Arquitetônica, Brasília-DF, laboratorio@sintesearquitectura.com.br.

RESUMO

A habitação é um reflexo de uma época, e suas configurações construtivas são transformadas tanto por inserção de novas tecnologias, quanto por mudanças culturais. Há cinco anos, a ABNT NBR 15.575:2013 alavancou transformações tecnológicas nas habitações brasileiras, quando inseriu requisitos básicos de habitabilidade que haviam sido preteridos, como o desempenho acústico. Hoje, são definidos níveis mínimos de isolamento acústico diferentes para cada tipo de ambiente de uma residência, de acordo com sua destinação de uso. Entretanto, recentes mudanças socioculturais promoveram o desenvolvimento de um tipo específico de habitação, que está crescendo no mercado brasileiro, são os chamados Studios. Trata-se de uma habitação com um volume único, onde apenas o sanitário é partimentado, e as outras atividades são distribuídas pelo espaço, compartilhando o mesmo campo sonoro. Isso dificultou a aplicação dos níveis de isolamento acústicos vinculados a tipologia de ambientes. Neste contexto, este estudo objetiva avaliar se ensaio sonoro de campo apresenta diferença de resultado ao se variar o número e a posição de fontes e receptores. Pretende-se assim, analisar a validade de se concentrar os receptores na área destinada ao dormitório no ambiente do Studio, para relacionando o resultado com o desempenho determinado para um dormitório. Utilizou-se o método do planejamento fatorial completo de dois níveis para avaliar os dados obtidos em um ensaio de Diferença de Nível Sonoro Padronizada de vedação vertical interna, realizado em duas unidades Studio vizinhas. Conforme definido pela ABNT NBR 15.575:2013-4, aplicou-se os procedimentos de ensaio da ISO 16.283-1. Os resultados obtidos demonstram haver uma variação do campo sonoro, sem impactar o valor ponderado conforme da ISO 717-2, utilizado na avaliação do desempenho do isolamento da vedação.

Palavras-chave: Diferença de Nível Sonoro Padronizada, Planejamento fatorial, Vedação vertical interna

ABSTRACT

Housing is the reflection of an era. It is possible to observe continuous shifts of patterns in the civil construction sector due to the introduction of new technologies and cultural changes throughout time. Five years ago, the Brazilian standard ABNT NBR 15,575: 2013 leveraged a significant change in the Brazilian housing sector, providing basic requirements that had long been overlooked. One of such requirements is the acoustic performance of building systems. The standard establishes minimum levels of acoustic insulation respective for each type of room in a dwelling, according to its uses. However, a specific type of housing popularly known as Studios has been growing in the Brazilian market. This category reflects cultural and social shifts which are being experienced as a response to current housing demands. Studios are characterized as dwellings with a single volume, where only the toilet is compartmentalized. Other environments such as kitchen, bedroom and living-room, share the same

volume and therefore the same sound field. This study intends to evaluate if the field measurement methodology defined by ABNT NBR 15.575: 2013-4 and described in ISO 16.283-1 shows any differences in results when changing number and position of sources and receptors. Analyzing thus the validity of concentrating the receivers in the area destined for the dormitory Studio's environment. A two-level complete factorial design method was used to evaluate the data obtained in a field test of an internal wall separating two Studios. Results given by the Standardized Sound Level descriptor reveal a change in the sound field without impacting the weighted value consistent with ISO 717-2 and used for evaluation of the partition insulation.

Keywords: Standardized level difference, Factorial planning, Internal vertical sealing system.

1. INTRODUÇÃO

A configuração de cômodos de uma casa é resultado tanto da cultura de um determinado período quanto da tecnologia construtiva disponível. O desenvolvimento de ideias e conceitos como: intimidade e privacidade também influenciaram alteração espacial da habitação, bem como o surgimento de tecnologia como sistema de aquecimento ou de saneamento.

Segundo Rybczynski [1], na Idade Média, as casas de mercadores eram geralmente dívidas em apenas 2 cômodo. Um localizado na frente que seria o destinado as atividades laborais e outro ao fundo, onde eram exercidas todas as atividades domésticas, como cozinhar, entreter ou dormir. Este era adaptado a uma determinada atividade alterando-se o arranjo dos móveis, conforme a necessidade. O autor reforça que as pessoas da época não possuíam uma forte consciência de individualidade, quanto menos a ideia de privacidade, por isso não necessitam de ambientes reservados para determinadas atividades. No século XVII, a casa urbana da classe comerciante europeia começa a apresentar mais cômodos com funções definidas, como a cozinha ou o quarto. Mas ainda se trata de uma habitação com caráter público, abrigando também atividades sociais de trabalho e entretenimento.

Na Holanda do mesmo século, começaram a surgir mudanças econômicas, políticas e sociais que transformaram o conceito de família e conseqüentemente converteram a casa em um ambiente com caráter mais privado. A casa Holandesa teve seus cômodos íntimos separados dos sociais e os “quartos começaram a ser usados somente para dormir” [1]. As atividades laborais foram transferidas para outro estabelecimento, que não era mais destinado como residência nem de empregados ou aprendizes.

Segundo Prost [2] no século XX, dá-se o rompimento entre o trabalho e o ambiente da moradia. A diferença estabelecida entre a sala de visita e a parte íntima da casa burguesa francesa, deixava claro que a vida privada e a intimidade da família foram espacialmente separadas da vida pública social. Entretanto, nem toda população europeia da época teve acesso a esse tipo de privacidade. Prost [2] cita Sartre para descrever a residência dos operários de Nápoles, que se tratava de um pequeno cômodo aberto para rua onde se desenvolvia todas as atividades domésticas. Mesmo assim, o modelo ideal de casa e de núcleo familiar que começam a ser consolidados neste período são muito próximos do atualmente dito modelo tradicional.

No entanto, hoje alguns conceitos estão emergindo e redefinido as interações sociais. Valores como colaboração e consumo consciente estimulam ações que visam aumentar as relações de comunidades. Como exemplo tem-se o aplicativo “Tem açúcar?” [3] que propõem que as

pessoas disponibilizem objetos de sua posse, como bateadeira, escada e afins, para uso de outras pessoas, propondo reduzir o consumo e aumentar o acesso a bens através do empréstimo. Também se fortaleceu o conceito de *coliving*, criado em 1972 na Dinamarca, no projeto da *Seattledammen* [4]. O projeto propunha fomentar a vivência em comunidade com compartilhamento de alguns espaços e atividades, mantendo as unidades habitacionais privativas

O modelo de espaços de convivência compartilhados por diferentes unidades habitacionais já é uma realidade no mercado imobiliário brasileiro há alguns anos. Os condomínios verticais oferecem áreas de lazer e de trabalho que podem ser utilizadas pelos moradores. No entanto, o conceito aqui possibilita a ampliação da unidade habitacional, partilhando a utilização e os custos de um ambiente de uso esporádico.

Conceitos como compartilhamento de espaço e consumo consciente aliados à diminuição do núcleo familiar e à dificuldades de locomoção nas cidades, a possibilitaram a redução da unidade habitacional a uma célula bem organizada, com apenas o espaço necessário para desenvolver as atividades domésticas primordiais. Surge assim o Studio que é uma habitação reduzida um cômodo maior conjugado com um banheiro. Nesta grande sala geralmente há uma pia, que delimita uma pequena cozinha com mesa de refeições, uma área para um sofá e outra região para cama e guarda-roupa. O condomínio, a depender do padrão, oferece os demais espaços como cozinha gourmet, lavanderia, academia, escritório coletivo entre outros. Enquanto a habitação de um cômodo do século XX era a única opção possível para o operário, o atual Studio se popularizou nas diferentes classes sociais brasileiras, principalmente entre os jovens solteiros e os pequenos núcleos familiares. As diferenças entre as unidades de baixo padrão e alto padrão comercial são desde a dimensão da unidade, entre 20 e 60 m², os revestimentos e acabamentos até a quantidade e diversidade dos ambientes comuns.

2. DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS

Em 2013, foi publicada a ABNT NBR 15.575-4:2013 Edificações habitacionais – Desempenho [5], que introduziu critérios de desempenho para requisitos de habitabilidade como acústica. Esta considerada apenas o modelo tradicional de habitação, ou seja, a habitação dividida em ambientes com funções determinadas e diferentes entre si. Isso é claramente perceptível na definição dos critérios de desempenho acústicos determinados para a parede de separação de unidades habitacionais. Caso haja na divisa, haja um quarto em pelo menos uma das unidades, esta parede, deve apresentar um maior isolamento do que se houvessem somente sala nas unidades. Essa premissa está baseada no fato de que as atividades exercidas no quarto são mais sensíveis ao ruído do que as atividades exercidas na sala ou cozinha. Assim, o desempenho acústico dos sistemas de vedação e pisos são definidos principalmente para os quartos, sendo que em algumas das partes da norma, o quarto é único ambiente mencionado.

Mesmo sendo publicada há apenas 5 anos, não é possível enquadrar o modelo de habitação tipo Studio nos requisitos desta norma, uma vez que no Studio as atividades são desenvolvidas em um único ambiente, não sendo possível variar o desempenho acústico de acordo com a atividade para qual o espaço é destinado.

A ABNT NBR 15.575:2013 [5] determina que a verificação do desempenho da parede de divisa deve ser feita através de ensaio acústico realizado na unidade habitacional, seguindo os procedimentos da ISO 140-4 [6], que em 2015 foi substituída pela ISO 16.283-1 [7]. No entanto

a substituição da desta norma representou mudanças somente no procedimento de ensaio de ambiente com volume menor do 25 m³. Ambas as normas propõem que, no ambiente emissor, a fonte seja locada em duas posições distintas e que haja no mínimo 5 pontos de microfones espalhados tanto no ambiente emissor quanto no receptor. Assim, as variações de intensidade no campo sonoro podem ser captadas. Assim o isolamento acústico do elemento separador é avaliado através da diferença entre a média dos valores aferidos no ambiente emissor e a média dos valores aferidos no ambiente receptor.

Considerado que em um ambiente haverá provável variação intensidade sonora devido ao comportamento das ondas sonoras, é possível supor que essas variações serão prontamente encontradas em uma unidade Studio. Visto que esses ambientes geralmente possuem variações volumétricas e dois dos quatro flancos possuem esquadrias, que apresentam menor isolamento acústico do que alvenarias. Por isso, desenvolveu-se um estudo de caso para verificar qual seria a influência da concentração dos microfones e fontes na área destinada à cama, ou seja, o equivalente ao quarto da casa tradicional.

Pretende-se verificar se o resultado obtido para desempenho a isolamento do elemento separador pode ser alterado pela variação encontrada nos níveis de pressão sonora. Para tanto, foi avaliado duas respostas a Diferença Padronizada de Nível global e a Diferença Padronizada de Nível Ponderada ($D_{nT,w}$). A primeira trata-se de uma soma logarítmica dos em que os valores de Diferença Padronizada de Nível (D_{nT}) em terço de banda de frequência, obtendo assim um valor de D_{nT} global. Para a segunda resposta, que os valores de D_{nT} por terço de banda de frequência são ponderados conforme o método proposto na ISO 717-1 [8]. O $D_{nT,w}$ é o descritor elencando pela ABNT NBR 15.575-4 [5] para descrever o desempenho de isolamento aéreo de uma parede. No entanto, as pequenas diferenças de níveis sonoras podem desaparecer no processo de ponderação.

Realizou-se então um estudo de caso com ensaios executados entre duas unidades Studio idêntica vizinhas localizada em edifício na cidade de Brasília. Para a coleta de dados foi elaborado o planejamento fatorial completo de 2 níveis, para estimar a influência da concentração e dispersão das fontes emissoras e dos microfones. Planejamentos fatoriais são sistemas estatísticos probabilísticos que permitem avaliar o efeito de um grande número de variáveis na resposta de determinado processo a partir de um número reduzido de experimentos, otimizando tempo e, dependendo do caso, recursos financeiros. O método permite a análise da influência de cada variável estudada no experimento, bem como os efeitos das variáveis quando estas interagem entre si.

3. ESTUDO DE CASO

A habitação Studio utilizada na análise possui aproximadamente 73 m³, a parede ensaiada, foi executada em alvenaria de bloco vazado de concreto estrutural e de 14 cm de espessura, e seus vazios foram preenchidos com argamassa de areia e cal. Os flancos de piso e teto são compostos por laje maciça de concreto armado com espessura de 12 cm sem contrapiso. Os flancos laterais são em bloco de concreto estrutural, sendo um a fachada onde estão instaladas esquadrias de correr com perfil de alumínio e vidro simples. O outro é a parede de divisa com o corredor onde se encontra a porta de acesso à unidade habitacional.

4. METODOLOGIA

Os ensaios foram realizados de acordo com o procedimento padrão determinado pela ISO 16283-1 [7]. Utilizou-se uma fonte sonora omnidirecional que gerou ruído aéreo padrão do tipo rosa, colocada, por ensaio, em dois pontos no ambiente emissor, onde foram medidos níveis de pressão sonora emitidos em cinco pontos distintos. No ambiente receptor, foram medidos os níveis de pressão sonora recebidos também em cinco pontos distintos a cada ensaio. O ambiente receptor possui um volume muito superior a 25 m³, dispensando a realização do procedimento de baixa frequência.

Também foi aferido o nível sonoro residual, que indica se há necessidade de se aplicar correções nos níveis sonoros recebidos. Em seguida, aferiu-se o tempo de reverberação do recinto receptor conforme procedimento de fonte impulsiva descrito na ISO 3382-2 [9]. A partir dos valores do nível sonoro emitido, recebido e residual e do tempo de reverberação, foram obtidos os valores de D_{nT} global e o valor de $D_{nT,w}$.

Os equipamentos de medição utilizados estão em conformidade com as recomendações da ISO 16283-1 [7], sendo os seguintes: medidor Integrador de Nível Sonoro, modelo Blue Solo, fabricante 01 dB, fonte omnidirecional modelo Dodecaedro, fabricante Grom.

Conforme o planejamento fatorial completo de dois níveis foi avaliada a influência de três fatores na metodologia dos ensaios de campo: a posição das fontes omnidirecionais no ambiente emissor (Fe), a posição dos microfones no ambiente emissor (Me) e posição dos microfones no ambiente receptor (Mr) no qual determinou-se o valor dos efeitos estudados considerando as respostas dadas pelos valores de D_{nT} global e $D_{nT,w}$.

A Tabela 1 apresenta a relação dos fatores estudados e seus respectivos níveis, onde o sinal negativo refere-se ao nível inferior dos fatores no planejamento fatorial e o sinal positivo ao nível superior.

Tabela 1: Fatores de influência.

Fatores	-	+
Posição das fontes sonoras no ambiente emissor (Fe)	Concentrada	Distribuída
Posição dos microfones no ambiente emissor (Me)	Concentrada	Distribuída
Posição dos microfones no ambiente receptor (Mr)	Concentrada	Distribuída

Fonte: Autores, 2018.

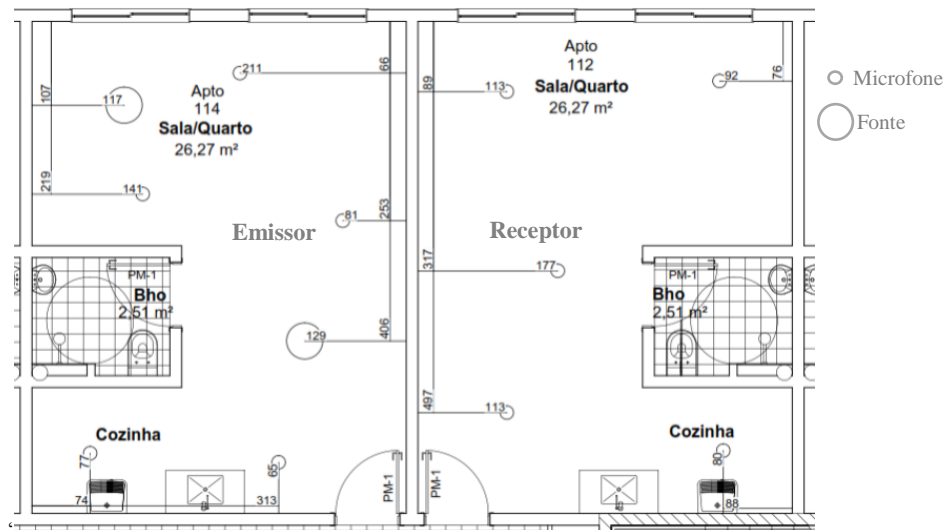


Figura 1: Localização dos pontos distribuídos no ambiente, Fonte: Autores, 2018

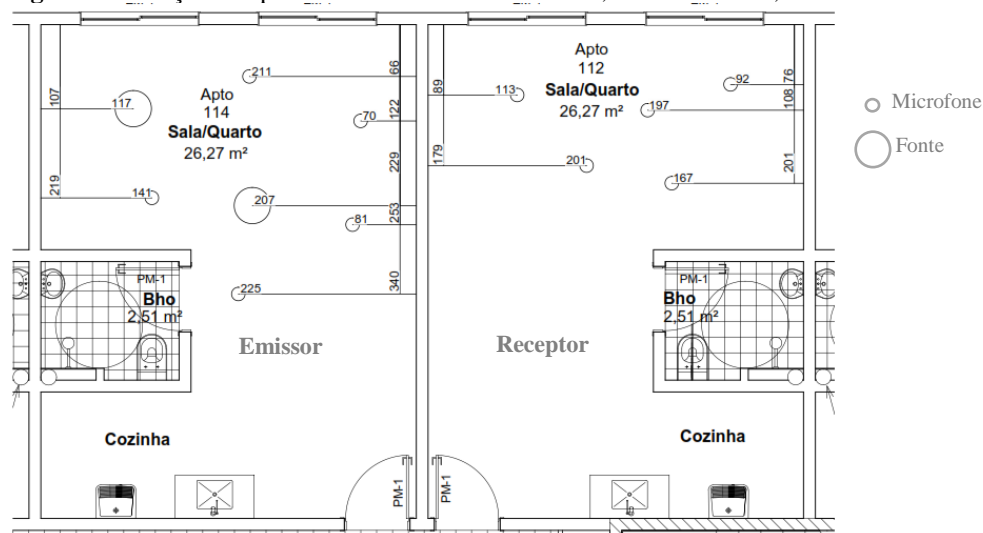


Figura 2: Localização dos pontos concentrados no ambiente, Fonte: Autores, 2018

5. RESULTADOS

As Tab. 2 e 3 apresentam a matriz de planejamento fatorial de cada ensaio e as respectivas respostas em $D_{nT,w}$ e D_{nT} :

Tabela 2: Matriz de Planejamento Fatorial

Ensaio	Fatores			Resposta em $D_{nT,w}$	Resposta em D_{nT}
	Fe	Me	Mr		
1	Concentrada	Concentrada	Concentrada	48	60,92
2	Distribuída	Concentrada	Concentrada	47	60,57
3	Concentrada	Distribuída	Concentrada	48	60,87
4	Distribuída	Distribuída	Concentrada	47	60,48
5	Concentrada	Concentrada	Distribuída	47	60,13
6	Distribuída	Concentrada	Distribuída	47	59,91
7	Concentrada	Distribuída	Distribuída	47	60,04
8	Distribuída	Distribuída	Distribuída	47	59,83

Fonte: Autores, 2018

Tabela 3: Matriz de Planejamento Fatorial

Ensaio	Fatores							Resposta em $D_{nT,w}$	Resposta em D_{nT}
	Fe	Me	Mr	FeMe	FeMr	MeMr	FeMeMr		
1	-	-	-	+	+	+	-	48	60,92
2	+	-	-	-	-	+	+	47	60,57
3	-	+	-	-	+	-	+	48	60,87
4	+	+	-	+	-	-	-	47	60,48
5	-	-	+	+	-	-	+	47	60,13
6	+	-	+	-	+	-	-	47	59,91
7	-	+	+	-	-	+	-	47	60,04
8	+	+	+	+	+	+	+	47	59,83

Fonte: Autores, 2018

A determinação dos efeitos para o planejamento em função das respostas em D_{nT} é dada inicialmente pela Equação (1):

$$R = X^T \cdot y \quad (1)$$

Sendo: X^T a matriz transposta de coeficientes de contraste mostrada na Tab.3. Dividindo o primeiro termo do vetor R, referente à média, por 8 e os demais termos por 4, tem-se os valores dos efeitos [10], para ambas as respostas, como mostrado na Tab. 4:

Tabela 4: Cálculo dos Efeitos e Erros padrão

Ensaio	Resultado em D_{nT}
Média	60,3438 ± 0,050
Efeitos	
Fe	-0,2925 ± 0,050
Me	-0,0775 ± 0,050
Mr	-0,7325 ± 0,050
FeMe	-0,0075 ± 0,050
FeMr	0,0775 ± 0,050
MeMr	-0,0075 ± 0,050
FeMeMr	0,0125 ± 0,050

Fonte: Autores, 2018

A análise por meio de gráficos normais permite distinguir, nos resultados do planejamento, os efeitos significativos e os desprezíveis, conforme o gráfico da Figura 3 gerado no software Matlab®.

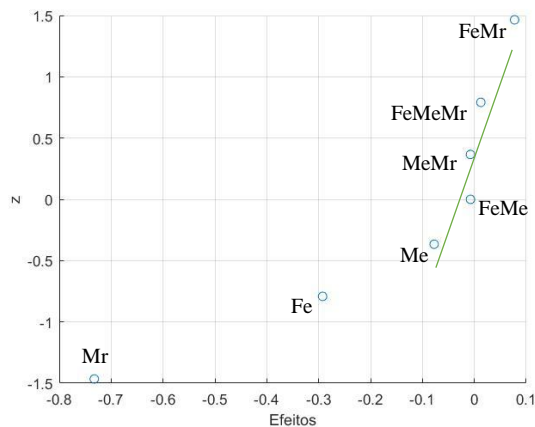


Figura 3: Gráfico normal em função da resposta em DnT

No gráfico da Figura 3, o efeito Me, correspondente à posição dos microfones no ambiente emissor, e os efeitos de interação binária e ternária FeMe, MeMr e FeMr e FeMeMr, aproximam-se de uma reta passando pelo ponto $(x, z) = (0, 0)$. Logo, faz sentido considerar esses pontos como vindos de uma população normal de média zero, ou seja, eles representam efeitos sem nenhum significado físico. Já os efeitos não contidos na reta, de primeira ordem Fe e Mr, relativos respectivamente à posição das fontes sonoras no ambiente emissor e posição dos microfones no ambiente receptor são considerados significativos, não sendo, portanto, pertencentes da mesma população normal de média zero que produziu os pontos centrais. Nota-se que o efeito Me revela-se realmente insignificante, levando todas as interações de primeira e segunda ordem que o contém para um valor próximo de zero. Para os resultados do planejamento em função de D_{nT} , admitindo que os efeitos principais Fe e Mr bastam para descrever adequadamente a superfície de resposta, pode-se usar os demais efeitos (Me, FeMe, MeMr e FeMr e FeMeMr), sem significado físico, para obter uma estimativa do erro experimental. Inicialmente, elevando cada valor ao quadrado, teremos uma estimativa da variância de um efeito, $V(e)$, e a média dos cinco valores nos dará uma estimativa conjunta, com 5 graus de liberdade, conforme a Equação (2):

$$V(e) = \frac{(v_1 \cdot s_1^2 + v_2 \cdot s_2^2 + \dots + v_N \cdot s_N^2)}{(v_1 + v_2 + \dots + v_N)} = 2,46 \times 10^{-3} \quad (2)$$

Sendo: $v_i = n_i - 1$ o número de graus de liberdade de s_i^2 , a estimativa da variância do i -ésimo ensaio. Finalmente, calcula-se o erro padrão (Ep) por:

$$Ep = \sqrt{V(e)} = 0,050 \quad (3)$$

Para o planejamento em função do $D_{nT,w}$, tendo em vista que os efeitos não significativos Me, FeMe, MeMr e FeMr e FeMeMr possuem valor igual a zero, o erro padrão dos efeitos será igualmente zero.

O intervalo de confiança para os efeitos com 95% de confiança pode ser calculado por:

$$|Efeito| > t_v \cdot s(efeito) \quad (4)$$

Para o planejamento em função de D_{nT} , no nível de 95% de confiança o valor de t com 5 graus de liberdade é 2,571. A partir do resultado da Eq.02, verifica-se o valor limite para a significância de um efeito será de 0,129. Ao observar os valores dos efeitos da Tabela 4, comprova-se que apenas os efeitos Fe e Mr, cujos módulos são superiores a este valor, são significativos neste nível de confiança. Esta análise confirma os dados obtidos no gráfico da Figura 2, que contém os efeitos Fe e Mr como significativos. A interpretação geométrica desses resultados está mostrada na Figura 4.

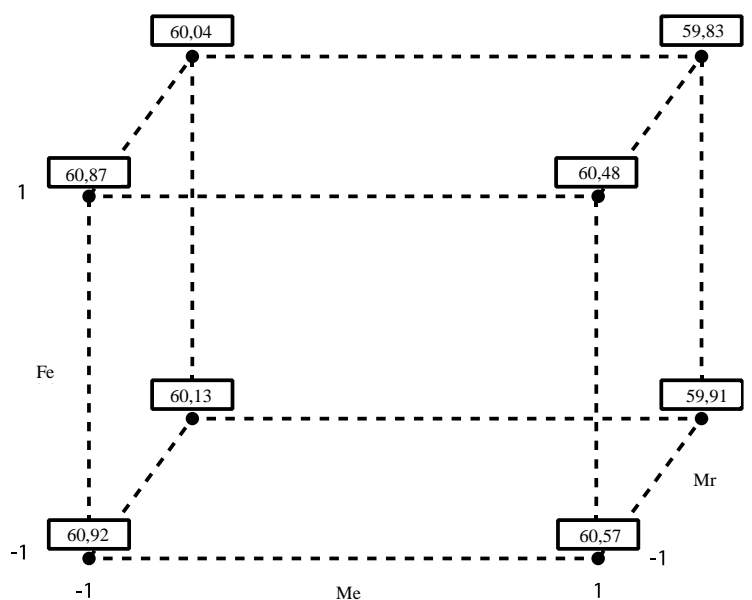


Figura 4: Interpretação geométrica em função dos valores de D_{nT}

Fonte: Acervo pessoal

Nota-se que os efeitos principais (Fe, Me e Mr) são contrastes entre faces opostas dos planos diagonais perpendiculares ao eixo da variável correspondente. Já os efeitos de interação (FeMe, FeMr, MeMr e FeMeMr) são contrastes entre planos diagonais perpendiculares a um terceiro plano definido pelos eixos das variáveis envolvidas na interação.

6. CONCLUSÃO

O novo conceito de modelo de habitação tipo Studio não é contemplado no método de análise de desempenho de isolamento acústico de vedações verticais proposto pela ABNT NBR 15.575, uma vez que esta estabelece níveis de desempenho diferentes para ambientes com destinações diferentes. No caso do Studios, tem-se um grande ambiente com regiões destinadas a funções diferentes. Este trabalho propôs avaliar se a concentração de fontes e microfones em áreas específicas do ambiente apresentaria variação de resultados em relação a locação das fontes e microfones de forma distribuída por todo o ambiente. O trabalho foi realizado utilizando a metodologia de planejamento fatorial de dois níveis, a partir dos dados obtidos em ensaios de campo em um modelo de Studio

Os dados obtidos a partir dos ensaios foram analisados em função dos valores de D_{nT} global, obtido através da soma dos valores da diferença e $D_{nT,w}$. Os valores de $D_{nT,w}$, por se tratarem de médias ponderadas, limitam as análises do do planejamento fatorial, sendo assim, um parâmetro não recomendado para esta metodologia. A avaliação foi realizada, portanto, em

função dos valores de D_{nT} global, verificando-se que apenas os efeitos dos fatores de primeira ordem F_e e M_r , correspondentes posição das fontes e posição dos microfones no ambiente receptor respectivamente, são realmente significativos. Neste caso, a significância dos demais efeitos pôde ser desprezada. Demonstra-se que a concentração ou dispersão das fontes emissoras e dos microfones do ambiente receptor comprovou a variação do campo sonoro dentro do Studio.

REFERÊNCIAS

- [1] Rybczynski, Witold. **Casa**: Pequena História de uma Idéia. Rio de Janeiro: Record, 1986.
- [2] Prost, Antoine. Fronteiras e espaços privados. In: Prost, A.; Vincent, G. (orgs). **História da vida privada, 5**: Da Primeira Guerra a nossos dias. São Paulo: Companhia das Letras, 2009. pp 13-136.
- [3] Carvalho, Camila; Zozanelli,., Carlar; Weinmann. **Tem Açúcar?** Aplicativo de empréstimo de bens. Disponível em: <http://www.temacucar.com/>. Acesso em: 20 abr. 2018.
- [4] Wikihaus, Incorporadora. **Coliving**: uma tendência urbana em compartilhar moradias, Blog. Disponível em: <https://wikihaus.com.br/coliving-uma-tendencia-urbana-em-compartilhamento-de-moradias>. Acesso em: 10 mai. 2018.
- [5] Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR 15575:2013-4** Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro: ABNT (2013).
- [6] International Organization For Standardization. **ISO 140-4**: Acoustic – Mensurament of sound insulation in buildings and of building elements – Part 4: Field measurement of airborne sound insulation between rooms (1998).
- [7] International Organization For Standardization. **ISO 16283-1** Acoustics – Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements. Part 1: Airborne sound insulation. 2014.
- [8] International Organization For Standardization. **ISO 717-2** Acoustics – Rating of sound insulation in buildings and of building elements. Part 2: Airborne sound insulation. Geneva, 2013.
- [9] International Organization For Standardization. **ISO 3382-2** Acoustics– Measurement of room acoustic parameters. Part 2: Reverberation time in ordinary rooms. Geneva, 2008.
- [10] Barros Neto, Benício de; Scarmino, Ieda Scarminio; Bruns, Roy Edward. Como fazer experimentos: pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria. Campinas: EDUNICAMP, 2001.