

UFPB - UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CT - CENTRO DE TECNOLOGIA
PPGAU - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ARQUITETURA E URBANISMO



FRANCISCA AMANDA VIEIRA QUEIROGA

ESTRATÉGIAS DE REDUÇÃO DO RUÍDO DE IMPACTO ATRAVÉS DE
INTERVENÇÕES NO SISTEMA DE FORRO

JOÃO PESSOA – PB

2020

FRANCISCA AMANDA VIEIRA QUEIROGA

**ESTRATÉGIAS DE REDUÇÃO DO RUÍDO DE IMPACTO ATRAVÉS DE
INTERVENÇÕES NO SISTEMA DE FORRO**

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, PGGAU, da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Prof. Dr. Aluísio Braz de Melo

JOÃO PESSOA – PB

2020

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

Q3e Queiroga, Francisca Amanda Vieira.
 Estratégias de redução do ruído de impacto através de
 intervenções no sistema de forro / Francisca Amanda
 Vieira Queiroga. - João Pessoa, 2020.
 182 f. : il.

 Orientação: Aluísio Braz de Melo.
 Dissertação (Mestrado) - UFPB/CT.

 1. Isolamento Acústico. 2. Ruído de impacto. 3.
 Acústica. 4. Edifícios residenciais. 5. Forro. I. Melo,
 Aluísio Braz de. II. Título.

UFPB/BC

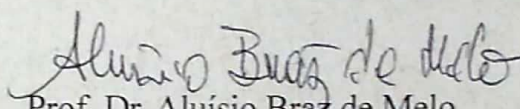
CDU 699.844(043)

ESTRATÉGIAS DE REDUÇÃO DO RUÍDO DE IMPACTO ATRAVÉS DE INTERVENÇÕES NO SISTEMA DE FORRO

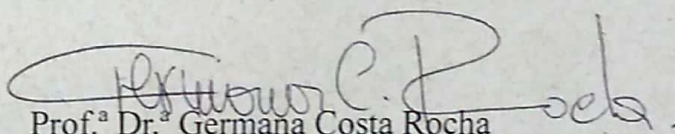
Por

Francisca Amanda Vieira Queiroga

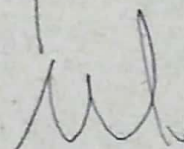
Trabalho de pesquisa aprovado em 28 de fevereiro de 2020



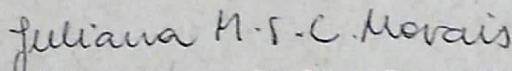
Prof. Dr. Aluísio Braz de Melo
(Orientadora – UFPB)



Prof.^a Dr.^a Germana Costa Rocha
(Membro Interno – UFPB)



Prof. Dr. Roberto Leal Pimentel
(Membro Externo – UFPB)



Prof.^a Dr.^a Juliana Magna Da Silva Costa Moraes
(Membro Externo - UFPB)

João Pessoa-PB - 2020

RESUMO

A Norma de Desempenho NBR 15575-3 (ABNT, 2013) foi o primeiro normativo nacional a estabelecer critérios mínimos de desempenho acústico para edifícios habitacionais verticais no Brasil. Após entrar em vigor, o mercado vem se adaptando para melhorar o comportamento das edificações e atingir os níveis obrigatórios recomendados para ruídos aéreos e de impacto. O piso flutuante é a estratégia de isolamento mais eficiente ao ruído de impacto, pois amortece o contato do piso com o resto do edifício e evita a propagação das vibrações para o pavimento inferior. Este método é aplicado durante a fase construtiva do edifício, tornando-se difícil de executar, em termos de praticidade, após a ocupação do imóvel. Neste trabalho busca-se explorar soluções para este problema através da intervenção apenas no ambiente receptor do ruído. As estratégias estudadas são aplicadas ao sistema de forro, analisando o potencial de redução do ruído de impacto, considerando a relação entre o desempenho e o custo-benefício. Os ensaios foram realizados em laboratório e foram considerados quatro modelos de forro: 1- Forro de gesso acartonado simples; 2- Forro de gesso acartonado simples com inserção de manta de lã de vidro ensacada no entreforro; 3- Forro de gesso acartonado com reduções de pontes acústicas das conexões entre o forro, laje e paredes; 4 - Forro de gesso acartonado com reduções de pontes acústicas das conexões entre o forro, laje e paredes com inserção da manta de lã de vidro ensacada no entreforro. O maior ganho de isolamento obtido foi de 13 dB para o quarto modelo. Porém, ele resultou no pior custo-benefício, sendo o mais aconselhado o forro de gesso acartonado convencional e apenas a adição da manta de lã de vidro no entreforro (segundo modelo), que conseguiu isolar 10 dB de ruído de impacto, custando três vezes menos comparado ao quarto modelo. O resultado confirma a importância da execução do isolamento acústico diretamente no ambiente gerador do ruído para reduzir com eficiência as vibrações sonoras transmitidas através das vinculações entre paredes e lajes. As estratégias aplicadas ao sistema de forro podem ser interessantes como alternativa de adequação para habitações já construídas com níveis de ruído de impacto no piso acima do permitido pela norma vigente.

Palavras-chave: Ruído de impacto, Acústica, Edifícios residenciais, Forro.

ABSTRACT

The ABNT NBR 15575: 2013 Performance Standard was the first national standard to establish minimum acoustic performance criteria for vertical residential buildings in Brazil. After coming into effect, the market has been adapting to improve the behavior of buildings and reach the mandatory levels recommended for airborne sound and impact noise. The floating floor is the most efficient insulation strategy, as it cushions the contact between the floor and the rest of the building and prevents the spread of vibrations generated by the impact on the lower floor. This method is applied during the construction phase of the building, is more difficult to execute, in terms of practicality, after the occupation of the property. This work seeks to reduce the problem through intervention only in the noise receiving environment. The studied strategies are applied to the ceiling system, analyzing the potential to reduce impact noise and considering the relationship between performance and cost-benefit. The tests were carried out in the laboratory and four ceiling models were considered: 1 - simple plasterboard ceiling; 2- Simple plasterboard ceiling with bagged glass wool blanket over the plasterboard; 3- plasterboard ceiling with insulation of the connections between the ceiling system, slab and walls; 4 - Plasterboard ceiling with insulation of the connections between the ceiling system, slab and walls with the addition of the bagged glass wool blanket over the plasterboard. The highest insulation gain obtained was 13 dB for the fourth model. However, it resulted in the worst cost-benefit, the most recommended being the conventional plasterboard lining with glass wool blanket in the ceiling (second model), as it was able to isolate 10 dB of impact noise and cost three times less compared to the fourth model. The result confirms the importance of performing acoustic insulation directly in the noise-generating environment to efficiently reduce the sound vibrations transmitted through the links between walls and slabs. The strategies applied to the ceiling system can be interesting as an alternative of suitability for dwellings already built with noise levels of impact on the floor above that allowed by the current standard.

Keywords: Impact noise, Acoustics, Residential buildings, Ceiling.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por me ouvir nos momentos de angústia e por ter me dado saúde e coragem para seguir em frente.

Aos meus pais, Antônia e Edu, por todo suporte recebido em casa e durante os ensaios, me dando o conforto necessário para trabalhar e me ajudando da melhor forma que podiam, sempre com muito amor e carinho. Agradeço também ao meu irmão Eduardo e aos amigos por todo apoio e motivação.

Ao meu orientador, Professor Dr. Aluísio Braz de Melo, por me aceitar como sua orientanda. Obrigada pelo incentivo dado durante todo o tempo do mestrado, pelas orientações, críticas, pela paciência e dedicação. Expresso meu sincero agradecimento e minha admiração.

Agradeço a todos os colegas e funcionários do LABEME/UFPB que me ajudaram durante a pesquisa. Em especial, à Sebastião pela importante participação na etapa de testes, fazendo o possível para que tudo desse certo e dentro do prazo. Agradeço à Beto e Misso por me auxiliarem em todos os testes e por toda paciência que tiveram. E sou grata ao meu colega Rodrigo, sempre disposto a ajudar, pela colaboração durante os ensaios.

Ao professor Dr. Roberto Pimentel que esteve sempre disponível para orientar e esclarecer qualquer dúvida, contribuindo com seu conhecimento na área durante todo o processo. À professora Dra. Juliana pelas importantes observações e sugestões feitas desde a banca de qualificação deste trabalho e pela participação na banca final. À professora Dra. Germana Rocha por aceitar o convite para fazer parte da banca examinadora e pela contribuição dada através das suas correções.

Por fim, agradeço as empresas que apoiaram a pesquisa: à DIVIFLEX pela doação e instalação do forro de gesso acartonado e à VIBTECH que doou os isoladores de vibração para os testes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Isolamento do ruído de impacto através do piso flutuante.	19
Figura 2 - Elementos que compõem a frequência de uma onda.....	23
Figura 3- Sistema massa/mola/massa	26
Figura 4- Piso flutuante em corte. Destaque para o rodapé assentado acima da base elástica e sem entrar em contato com o revestimento.	28
Figura 5- Aplicação do forro falso	29
Figura 6- Esquema de forros e o isolamento das ligações para evitar a transmissão direta do ruído.....	30
Figura 7- Critérios internacionais e brasileiros para isolamento de ruído aéreo em partições verticais entre unidades habitacionais.....	34
Figura 8- Critérios internacionais e brasileiros para ruído de impacto em partições horizontais entre unidades habitacionais	35
Figura 9- Estrutura do teto suspenso com painel absorvedor.....	37
Figura 10 - Fluxograma de etapas metodológicas	39
Figura 11- Planta baixa do pavimento inferior (esquerda) e do superior (direita) da Câmara acústica (CA1).....	41
Figura 12- Câmara acústica 01 (CA1), situada no LABEME (UFPB), à esquerda, e corte esquemático à direita	41
Figura 13-Planta de forro com estrutura visível com detalhe para conexões em lajes e paredes	43
Figura 14-Planta de forro mostrando o posicionamento das chapas de gesso acartonado	44
Figura 15- Manta ensacada inserida na etapa FoCon.....	45
Figura 16-Manta ensacada inserida na etapa FoIso2+LV	45
Figura 17 - Corte do forro contendo lã de vidro no entreforro.....	45
Figura 18-Estrutura tradicional para forro drywall.....	46
Figura 19-Estrutura adaptada para reduzir pontes acústicas com o acréscimo das barras 4 e 5	46
Figura 20-Pendural de elastômero duplo 1143-01DT	47
Figura 21-Pendural instalado na câmara acústica através de peças fabricadas em laboratório.....	48

Figura 22-Substituição da cantoneira em L (acima) por peças de encaixe individuais para os perfis F530 (abaixo)	49
Figura 23-Perfil F530 instalado com o uso de material resiliente	50
Figura 24-Encaixe da estrutura do forro na parede (vista de topo)	50
Figura 25 - Corte AA do encaixe da estrutura do forro na parede	51
Figura 26-Estrutura do forro com ligações isoladas	51
Figura 27-Detalhe da conexão das placas de gesso com borracha natural de 3mm.....	52
Figura 28-Forro recebendo acabamento com fita de papel e massa pronta para gesso acartonado.....	53
Figura 29-Borracha natural inserida entre o forro e a parede sem nenhum acabamento	53
Figura 30-Mangueira pneumática de poliuretano de 20 mm de diâmetro (esquerda) e detalhe de sua instalação (direita).....	54
Figura 31-Mangueira instalada com adesivo selante à base de silicone.....	54
Figura 32-Perfis de tubos de material resiliente com camadas de ar.....	55
Figura 33-Perfil “D” de silicone	55
Figura 34-Perfil “E” de silicone	55
Figura 35-Corte esquemática de ensaio simplificado com placa de 1m x 1m	56
Figura 36-Placa utilizada durante os ensaios de ruído de impacto.....	57
Figura 37- Esquema da localização dos equipamentos para ensaio de ruído de impacto	58
Figura 38-Posições da máquina de impacto e placa para ensaio de ruído de impacto...	59
Figura 39-Placa e máquina de impacto usadas durante ensaio na CA1	59
Figura 40-Posições do analisador acústico durante o ensaio de ruído de impacto.....	60
Figura 41-Conexão dos equipamentos para medição do T.R.....	61
Figura 42-Ensaio do tempo de reverberação na CA1.....	62
Figura 43-Comparação entre a curva padrão e a curva do ensaio	65
Figura 44-Gráfico comparando o nível de pressão sonora padronizado (L'_{nT}) de todos os sistemas	71
Figura 45-Comparativo entre os níveis de pressão sonora dos sistemas com instalação convencional.....	72
Figura 46-Números globais (L'_{nTw}) dos sistemas de forro com ligações isoladas	74
Figura 47-Comparativo entre os níveis globais $L'_{nT,w}$ de todos os sistemas de forro .	76
Figura 48-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra Ref ensaio 1.....	160

Figura 49-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra Ref ensaio 2.....	161
Figura 50-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra Ref ensaio 3.....	162
Figura 51-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra FGA ensaio 1	163
Figura 52-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra FGA ensaio 2	164
Figura 53-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra FGA ensaio 3	165
Figura 54-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra FoCon+LV ensaio 1.....	166
Figura 55-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra FoCon+LV ensaio 2.....	167
Figura 56-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra FoCon+LV ensaio 3.....	168
Figura 57-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra FoIso1 ensaio 1	169
Figura 58-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra FoIso1 ensaio 2	170
Figura 59-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra FoIso1 ensaio 3	171
Figura 60-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra FoIso2 ensaio 1	172
Figura 61-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra FoIso2 ensaio 2	173
Figura 62-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra FoIso2 ensaio 3	174
Figura 63-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra FoIso2+LV ensaio 1.....	175
Figura 64-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra FoIso2+LV ensaio 2.....	176
Figura 65-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra FoIso2+LV ensaio 3.....	177

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- – Classificação das ondas sonoras quanto à frequência	24
Tabela 2- Valores de referência para três níveis de pressão sonora distintos.....	25
Tabela 3- Critérios e níveis de pressão sonora de impacto padrão ponderado L'_{nTw} recomendados pela norma.	32
Tabela 4-Abreviaturas dos sistemas de forro utilizados durante a pesquisa	38
Tabela 5-Ensaio realizado na CA1 E CA2 avaliando o isolamento de ruído de impacto	42
Tabela 6-Tabela para encontrar o nível de ruído de impacto padronizado	64
Tabela 7-Médias dos níveis de ruído de impacto (L_i) para cada sistema estudado.....	67
Tabela 8-Tempo de reverberação medido em cada etapa (s)	69
Tabela 9-Níveis de pressão sonora padronizada (L'_{nT})	70
Tabela 10-Números globais (L'_{nTw}) dos sistemas de forro com sistema de sustentação convencional.....	72
Tabela 11-Números globais (L'_{nTw}) dos sistemas de forro com ligações isoladas	73
Tabela 12-Desvio-padrão dos níveis globais (L'_{nTw}) com valores diferentes	74
Tabela 13 - Análise de variância entre os ensaios FoIso1, FoIso2 e FoIso2+LV	75
Tabela 14- Composição do forro de gesso acartonado convencional (FoCon).....	77
Tabela 15-Diferença no consumo dos materiais para cada proposta do forro isolado... 78	
Tabela 16-Especificação de insumos e mão de obra para instalação dos sistemas de forro com isolamento.....	79
Tabela 17-Custo-benefício dos sistemas de forro estudados.....	81
Tabela 18-Comparativo com algumas pesquisas que tratam de estratégias para correção acústica	84
Tabela 19-Níveis de ruído de impacto (L_i) da amostra Ref	93
Tabela 20-Níveis de ruído de impacto (L_i) da amostra Ref	93
Tabela 21-Níveis de ruído de impacto (L_i) da amostra Ref	94
Tabela 22-Níveis de ruído de impacto (L_i) da amostra Ref	94
Tabela 23-Níveis de ruído de impacto (L_i) da amostra Ref do Ensaio 1	95
Tabela 24-Níveis de ruído de impacto (L_i) da amostra Ref do Ensaio 1	95
Tabela 25-Níveis de ruído de impacto (L_i) da amostra Ref	96
Tabela 26-Níveis de ruído de impacto (L_i) da amostra Ref	96

Tabela 27-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra Ref	97
Tabela 28-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra Ref	97
Tabela 29-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra Ref do Ensaio 2	98
Tabela 30-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra Ref do Ensaio 2	98
Tabela 31-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra Ref	99
Tabela 32-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra Ref	99
Tabela 33-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra Ref	100
Tabela 34-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra Ref	100
Tabela 35-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra Ref do Ensaio 3	101
Tabela 36-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra Ref do Ensaio 3	101
Tabela 37-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon	102
Tabela 38-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon	102
Tabela 39-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon	103
Tabela 40-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon	103
Tabela 41-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon do Ensaio 1	104
Tabela 42-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon do Ensaio 1	104
Tabela 43-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon	105
Tabela 44-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon	105
Tabela 45-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon	106
Tabela 46-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon	106
Tabela 47-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon do Ensaio 2	107
Tabela 48-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon do Ensaio 2	107
Tabela 49-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon	108
Tabela 50-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon	108
Tabela 51-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon	109
Tabela 52-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon	109
Tabela 53-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon do Ensaio 3	110
Tabela 54-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon do Ensaio 3	110
Tabela 55-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV	111
Tabela 56-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV	111
Tabela 57-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV	112
Tabela 58-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV	112
Tabela 59-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV do Ensaio 1.....	113
Tabela 60-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV do Ensaio 1.....	113

Tabela 61-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV	114
Tabela 62-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV	114
Tabela 63-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV	115
Tabela 64-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV	115
Tabela 65-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV do Ensaio 2.....	116
Tabela 66-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV do Ensaio 2.....	116
Tabela 67-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV	117
Tabela 68-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV	117
Tabela 69-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV	118
Tabela 70-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV	118
Tabela 71-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV do Ensaio 3.....	119
Tabela 72-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV do Ensaio 3.....	119
Tabela 73-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1	120
Tabela 74-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1	120
Tabela 75-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1	121
Tabela 76-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1	121
Tabela 77-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1 do Ensaio 1	122
Tabela 78-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1 do Ensaio 1	122
Tabela 79-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1	123
Tabela 80-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1	123
Tabela 81-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1	124
Tabela 82-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1	124
Tabela 83-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1 do Ensaio 2	125
Tabela 84-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1 do Ensaio 2	125
Tabela 85-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1	126
Tabela 86-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1	126
Tabela 87-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1	127
Tabela 88-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1	127
Tabela 89-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1 do Ensaio 3	128
Tabela 90-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1 do Ensaio 3	128
Tabela 91-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2	129
Tabela 92-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2	129
Tabela 93-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2	130
Tabela 94-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2	130

Tabela 95-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2 do Ensaio 1	131
Tabela 96-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2 do Ensaio 1	131
Tabela 97-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2	132
Tabela 98-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2	132
Tabela 99-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2	133
Tabela 100-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2	133
Tabela 101-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2 do Ensaio 2	134
Tabela 102-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2 do Ensaio 2	134
Tabela 103-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2	135
Tabela 104-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2	135
Tabela 105-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2	136
Tabela 106-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2	136
Tabela 107-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2 do Ensaio 3	137
Tabela 108-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2 do Ensaio 3	137
Tabela 109-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV	138
Tabela 110-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV	138
Tabela 111-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV	139
Tabela 112-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV	139
Tabela 113-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV do Ensaio 1	140
Tabela 114-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV do Ensaio 1	140
Tabela 115-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV	141
Tabela 116-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV	141
Tabela 117-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV	142
Tabela 118-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV	142
Tabela 119-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV do Ensaio 2	143
Tabela 120-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV do Ensaio 2	143
Tabela 121-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV	144
Tabela 122-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV	144
Tabela 123-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV	145
Tabela 124-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV	145
Tabela 125-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV do Ensaio 3	146
Tabela 126-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV do Ensaio 3	146
Tabela 127-Tempo de reverberação da CA1 da amostra Ref na posição 1.....	147
Tabela 128-Tempo de reverberação da CA1 da amostra Ref na posição 2.....	148

Tabela 129-Tempo de reverberação da CA1 da amostra Ref na posição 3.....	148
Tabela 130-Média do tempo de reverberação da CA1 da amostra Ref.....	149
Tabela 131-Tempo de reverberação da CA1 da amostra FGA na posição 1	149
Tabela 132-Tempo de reverberação da CA1 da amostra FGA na posição 2	150
Tabela 133-Tempo de reverberação da CA1 da amostra FGA na posição 3	150
Tabela 134-Média do tempo de reverberação da CA1 da amostra FGA.....	151
Tabela 135-Tempo de reverberação da CA1 da amostra FoCon+LV na posição 1.....	151
Tabela 136-Tempo de reverberação da CA1 da amostra FoCon+LV na posição 2.....	152
Tabela 137-Tempo de reverberação da CA1 da amostra FoCon+LV na posição 3.....	152
Tabela 138-Média do tempo de reverberação da CA1 da amostra FoCon+LV	153
Tabela 139-Tempo de reverberação da CA1 da amostra FoIso1 na posição 1	153
Tabela 140-Tempo de reverberação da CA1 da amostra FoIso1 na posição 2	154
Tabela 141-Tempo de reverberação da CA1 da amostra FoIso1 na posição 3	154
Tabela 142-Média do tempo de reverberação da CA1 da amostra FoIso1	155
Tabela 143-Tempo de reverberação da CA1 da amostra FoIso2 na posição 1	155
Tabela 144-Tempo de reverberação da CA1 da amostra FoIso2 na posição 2	156
Tabela 145-Tempo de reverberação da CA1 da amostra FoIso2 na posição 3	156
Tabela 146-Média do tempo de reverberação da CA1 da amostra FoIso2	157
Tabela 147-Tempo de reverberação da CA1 da amostra FoIso2+LV na posição 1.....	157
Tabela 148-Tempo de reverberação da CA1 da amostra FoIso2+LV na posição 2.....	158
Tabela 149-Tempo de reverberação da CA1 da amostra FoIso2+LV na posição 3.....	158
Tabela 150-Média do tempo de reverberação da CA1 da amostra FoIso2+LV.....	159
Tabela 151-Número global ($L'nT, w$) da amostra Ref ensaio 1.....	160
Tabela 152-Número global ($L'nT, w$) da amostra Ref ensaio 2.....	161
Tabela 153-Número global ($L'nT, w$) da amostra Ref ensaio 3.....	162
Tabela 154-Número global ($L'nT, w$) da amostra FGA ensaio 1	163
Tabela 155-Número global ($L'nT, w$) da amostra FGA ensaio 2	164
Tabela 156-Número global ($L'nT, w$) da amostra FGA ensaio 3	165
Tabela 157-Número global ($L'nT, w$) da amostra FoCon+LV ensaio 1.....	166
Tabela 158-Número global ($L'nT, w$) da amostra FoCon+LV ensaio 2.....	167
Tabela 159-Número global ($L'nT, w$) da amostra FoCon+LV ensaio 3.....	168
Tabela 160-Número global ($L'nT, w$) da amostra FoIso1 ensaio 1	169
Tabela 161-Número global ($L'nT, w$) da amostra FoIso1 ensaio 2	170
Tabela 162-Número global ($L'nT, w$) da amostra FoIso1 ensaio 3	171

Tabela 163-Número global ($L'nT,w$) da amostra FoIso2 ensaio 1	172
Tabela 164-Número global ($L'nT,w$) da amostra FoIso2 ensaio 2	173
Tabela 165-Número global ($L'nT,w$) da amostra FoIso2 ensaio 3	174
Tabela 166-Número global ($L'nT,w$) da amostra FoIso2+LV ensaio 1.....	175
Tabela 167-Número global ($L'nT,w$) da amostra FoIso2+LV ensaio 2.....	176
Tabela 168-Número global ($L'nT,w$) da amostra FoIso2+LV ensaio 3.....	177

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CA1	Câmara acústica com laje pré-moldada
CA2	Câmara acústica com laje nervurada
dB	Decibel
FoCon	Forro de gesso acartonado convencional
FoCon+LV	Forro de gesso acartonado convencional com manta de lã de vidro ensacada no entreforro
FoIso1	Forro de gesso acartonado isolado com pendurais de elastômeros duplos e lençol de borracha natural 3mm
FoIso2	Forro de gesso acartonado isolado com pendurais de elastômeros duplos, lençol de borracha natural 3mm e mangueira pneumática de polietileno 20mm
FoIso2+LV	Forro de gesso acartonado isolado com pendurais de elastômeros duplos, lençol de borracha natural 3mm e mangueira pneumática de polietileno 20mm com manta de Lã de Vidro ensacada 50mm sobre o forro
Hz	Hertz
ISO	Organização Internacional para Padronização
LABEME	Laboratório de Ensaio de Materiais e Estruturas
Li	Nível de Pressão Sonora de Impacto ou Nível de Ruído de Impacto
L'nT	Nível de Pressão Sonora de Impacto Padronizado ou Nível de Ruído de Impacto Padronizado
L'nT,w	Nível de Pressão Sonora de Impacto Padronizado Ponderado ou Nível de Ruído de Impacto Padronizado Ponderado
NBR	Norma Brasileira
Ref	Ensaio de Referência na Câmara Acústica 1 sem forro no ambiente receptor
TR	Tempo de reverberação
UFPB	Universidade Federal da Paraíba

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
OBJETIVOS	21
OBJETIVO GERAL	21
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
CAPÍTULO 1	23
1- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
1.1 Conceitos de acústica	23
1.2 Conforto acústico	25
1.3 Ruído aéreo	26
1.4 Ruído de Impacto	27
1.5 Desempenho acústico de forros.....	30
1.6 Normatização	32
1.7 Estudos realizados sobre correção acústica.....	35
CAPÍTULO 2	38
2- PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	38
2.1 Caracterização do local de estudos.....	40
2.2 Forro de gesso acartonado convencional (FoCon)	43
2.3 Inserção da manta de lã de vidro ensacada (FoCon+LV; FoIso2+LV).....	44
2.4 Procedimentos de ensaio	56
2.5 TRATAMENTO DOS DADOS COLETADOS	62
CAPÍTULO 3	67
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	67
3.1 Resultados obtidos nos ensaios de ruído de impacto.....	67
3.2 Reduções de ruídos de impacto com sistema convencional de sustentação do forro....	71
3.3 Reduções de ruídos de impacto com isoladores de vibração na sustentação do forro ..	73
3.4 Análise do custo-benefício	76
3.5 Análise comparativa com o forro de gesso comum.....	82
3.6 Análise comparativa entre pesquisas de correção acústica	83
CONSIDERAÇÕES FINAIS	85
REFERÊNCIAS	88
APÊNDICE A	93
APÊNDICE B	147
APÊNDICE C	160
APÊNDICE D	178

INTRODUÇÃO

CONSIDERAÇÕES SOBRE O TEMA

O aumento do número de edifícios habitacionais de múltiplos pavimentos nas cidades é incentivado pelo grande adensamento populacional e pela urbanização moderna. Segundo Villa *et al.* (2015), desde 2000 o aumento do poder aquisitivo da classe média, bem como a ascensão das classes baixas através de políticas governamentais facilitaram o financiamento de imóveis incentivando o crescimento do setor. Esta grande demanda de novas moradias, a falta de fiscalização e leis que garantissem o maior controle de qualidade das construções resultaram em um conjunto de habitações que não suprem as necessidades mínimas de conforto ambiental e visam somente o lucro das construtoras e incorporadoras. Estes problemas afetaram também apartamentos de alto padrão, que tiveram as suas áreas úteis reduzidas em função do aumento do preço do metro quadrado dos lotes.

Moraes (2013) analisou a produção arquitetônica residencial da cidade de São Paulo entre 2000 e 2011 e notou que os espaços internos das habitações apresentaram uma configuração espacial recorrente, que é replicada e sofre poucas alterações entre os projetos. Além disto, houve a redução da área útil dos apartamentos e a incorporação de novos itens de lazer para compensar a perda de área por unidade, incentivados pela legislação e pela especulação imobiliária e não pela necessidade ou desejos dos compradores. Villa (2008) compara esta padronização e redução dos ambientes das habitações a um produto vendido em larga escala:

(...) frequentemente encarados como mercadorias, os edifícios de apartamentos produzidos no Brasil, chegaram ao final do século 20 apresentando a mesma tipologia de tempos atrás em áreas até 50% menores que nos anos 1950. Este “tipo”, sob a alegação de ser um resultado projetual economicamente viável e que atende às necessidades dos moradores foi, nas últimas três décadas do século 20, comercializado em grande escala (VILLA, 2008).

Até o momento, a configuração dos apartamentos segue a tendência de racionalizar espaços. Para aumentar a área útil, o mercado da construção civil investe em sistemas construtivos com elementos de menor espessura compostos por materiais mais leves. Entretanto, esta forma de construção tem gerado problemas de acústica, como falta de privacidade entre cômodos e irritabilidade por excesso de ruído aéreo e estrutural.

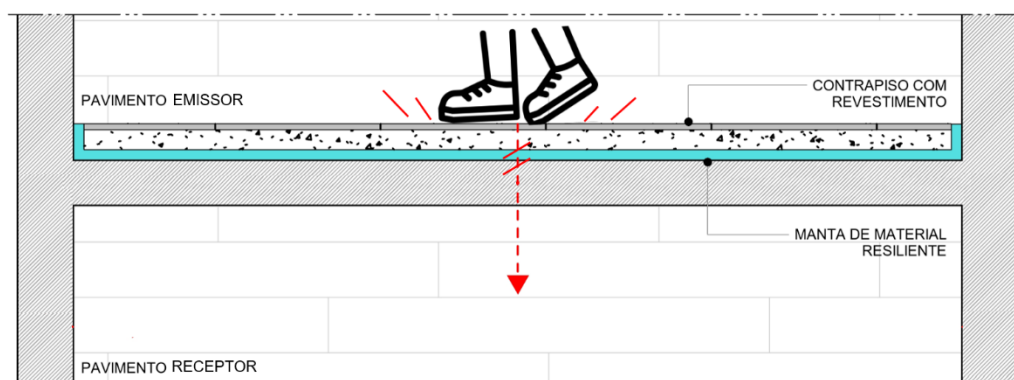
A partir de 2013, a área de acústica em edifícios residenciais ganhou maior relevância no Brasil após a Norma de Desempenho NBR 15.575-3 (ABNT, 2013) entrar em vigor. Este normativo apresenta um conjunto de parâmetros técnicos focados em melhorar a qualidade das habitações e atender as necessidades dos usuários, independentemente dos materiais e do sistema construtivo utilizados. Entre as novas exigências estão os critérios mínimos obrigatórios de isolamento acústico para edificações residenciais. Para garantir conforto e privacidade, esta regulamentação impõe que os edifícios devem apresentar isolamento acústico adequado segundo duas categorias: ruído aéreo (propagados pelo ar) e ruído de impacto (propagados através de vibrações de sólidos). São exigidos isolamentos internos entre áreas comuns e privativas para ruídos aéreos e de impacto e para ruídos aéreos externos ao imóvel.

Apesar de ser um avanço, a ABNT NBR 15.575-3:2013 trouxe um índice extremamente tolerante de ruído de impacto de piso (80 dB), valor que é facilmente alcançado pelos padrões construtivos nacionais sem tratamento acústico. Ou seja, um edifício que esteja dentro da faixa mínima da norma, estará com o desempenho acústico apropriado, mas não garantirá que os usuários terão conforto. Para garantir melhor o desempenho, as estratégias de redução de ruído devem ser previstas desde o projeto arquitetônico, por isso é importante tanto o engenheiro como o arquiteto entenderem a nova regulamentação e como aplicá-la na prática.

O ruído de impacto excita a estrutura em todas as frequências e é um incômodo mesmo quando os níveis de pressão sonora gerados não são altos (MÉNDEZ *et al.* 1994), como demonstrado na Figura 1. A melhor forma de impedir sua propagação consiste em isolá-lo diretamente na origem (CARVALHO, 2006) e, para isto, é aplicado o método chamado de piso flutuante. Esta técnica consiste em inserir uma manta de material resiliente¹ entre o contrapiso e a laje para amortecer as ligações rígidas entre a superfície do piso e a estrutura da edificação, evitando a propagação de vibrações para o pavimento inferior.

¹ Material com propriedades elásticas e que retorna ao estado original após sofrer uma deformação.

Figura 1- Isolamento do ruído de impacto através do piso flutuante.



Fonte: Elaborado pela autora

Contudo, o piso flutuante só é viável, do ponto de vista da praticidade, se for previsto no projeto arquitetônico e executado durante a fase construtiva da edificação. Para aplicar a técnica após a ocupação do imóvel e melhorar a qualidade acústica de um cômodo, há a dificuldade de acesso à fonte do ruído (ambiente emissor) e aumento do custo final com a reforma do piso. Na tentativa de corrigir este problema acústico em edificações concluídas e ocupadas agindo diretamente no ambiente receptor do ruído e adequar o espaço para o usuário que está sendo incomodado, a presente pesquisa pretende identificar o potencial de isolamento do ruído de impacto de estratégias aplicadas no sistema de forro que separa ambientes sobrepostos, visando garantir níveis mais baixos de pressão sonora de impacto padrão ponderado, considerando o custo-benefício. Espera-se contribuir para minorar os conflitos entre vizinhos de apartamentos sobrepostos, na medida em que aquele morador mais afetado pelos ruídos de impacto no piso superior, possa ter possibilidade de uma solução, ou pelo menos melhorar os níveis de conforto acústico do ambiente, independentemente de seu vizinho.

JUSTIFICATIVA

Este trabalho tem como foco analisar métodos para isolar o ruído de impacto diretamente no ambiente prejudicado. Esta diretriz é importante para tratamentos após a finalização da obra do edifício ou quando ele está habitado, quando se torna inviável atuar no ambiente gerador. Segundo Bistafa (2006), o controle do ruído normalmente recai sobre a trajetória de transmissão quando não é possível isolá-lo diretamente na fonte. Nestes casos, o tratamento através do sistema de forro pode ser a solução mais viável.

O isolamento de ruído de impacto através do forro é um método conhecido na literatura, porém, é considerado pouco eficaz pois não evita a transmissão da vibração através dos flancos², mas pode ser a alternativa que apresente o melhor custo-benefício para melhorar os níveis de habitabilidade ou para adequar um imóvel ao comportamento sonoro exigido pela norma vigente.

É importante que as edificações estejam com conforto acústico adequado para assegurar a privacidade dos moradores ou que o ruído não cause danos à saúde. Para Park e Lee (2017), o aborrecimento ao ruído de impacto aumenta à medida que os níveis de pressão sonora ficam mais intensos, independente da fonte do ruído. A desaceleração da frequência cardíaca, aumento das atividades eletrodérmicas (medição da estimulação emocional) e frequência respiratória foram identificados, demonstrando que os estímulos causados pelo ruído de impacto afetaram o estado de excitação das pessoas. Ryu e Jeon (2011) concluíram, através de entrevistas e ensaios controlados, que pode haver uma sensibilidade maior ao ruído de impacto do que o ruído de tráfego externo dentro das residências:

Ruídos externos originam-se de várias fontes não especificadas com as quais as pessoas são menos capazes de lidar. O ruído externo também pode ser percebido como um ruído de fundo que ocorre constantemente. Por outro lado, os ruídos interiores são transmitidos de forma intermitente e, principalmente, a partir de unidades ou moradias vizinhas e são identificáveis, levando a um aumento das queixas dos residentes. (RYU e JEON, 2011)

A presente pesquisa estudou diferentes técnicas de isolamento tendo como base um forro drywall composto por chapas de gesso acartonado. Atualmente, o drywall é amplamente utilizado nos projetos arquitetônicos por ser um modo de produção à seco, ou seja, utiliza materiais industrializados com mínima geração de resíduos (LOSSO e VIVEIROS, 2004), é de rápida execução e fácil manutenção. Além disto, este sistema permite a inserção de materiais fono-absorventes no entreforro³ que ajudam a melhorar o desempenho termo-acústico. Pela facilidade de alteração e por permitir maiores modificações, o forro de gesso acartonado foi escolhido para os estudos de isolamento sonoro. O forro de gesso comum com placas 60x60cm, apesar do preço baixo, é instalado através de um sistema aramado com fixação por placa que dificulta a inserção de outros materiais no entreforro, por isso não foi selecionado para esta pesquisa.

² Elementos construtivos (piso, teto e paredes) que transmitem as vibrações de impacto.

³ Entreforro: distância entre o forro e a laje. Também conhecido como *plenum*.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Avaliar o potencial de isolamento do ruído de impacto das estratégias aplicadas ao sistema de forro no ambiente receptor do ruído para unidades habitacionais verticais em edificações concluídas e/ou ocupadas, classificando os sistemas de acordo com a ABNT NBR 15.575:2013.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Elaborar estratégias que reduzam a transmissão direta das vibrações e redução do ruído aéreo gerado pelo impacto no piso através do sistema de forro do ambiente receptor do ruído;
2. Classificar o desempenho obtido em cada etapa de acordo com os critérios da ABNT NBR 15.575:2013;
3. Avaliar o custo-benefício de cada estratégia testada;
4. Comparar os resultados obtidos com outras técnicas de correção acústica do ruído de impacto a fim de demonstrar a eficiência e viabilidade das estratégias propostas neste trabalho.

CONTEÚDO DA DISSERTAÇÃO

O presente documento, como parte das exigências para o exame de defesa do Curso de Mestrado do PPGAU-UEPB, se organiza em três capítulos, apresentados após a seção introdutória. O Capítulo 1 consiste na Fundamentação Teórica. Esta revisão da literatura se inicia pelos conceitos básicos de acústica para ajudar na compreensão dos métodos de ensaios. O foco do capítulo está no tipo de ruído, as formas de propagação e os métodos de controle. Ao final, são apresentadas as normas e pesquisas realizadas sobre correções acústicas.

No Capítulo 2 estão descritos os Procedimentos Metodológicos que incluem o projeto do forro, caracterização do local dos testes, detalhamento dos processos e de equipamentos que serão necessários para obter resultados confiáveis.

Finalmente, o Capítulo 3 analisa e discute os Resultados obtidos após o tratamento dos dados coletados durante os experimentos e classifica-os segundo a norma. Esta parte apresenta uma relação do comportamento do sistema de forro com o custo-benefício, determinando a viabilidade das soluções encontradas.

CAPÍTULO 1

1- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 Conceitos de acústica

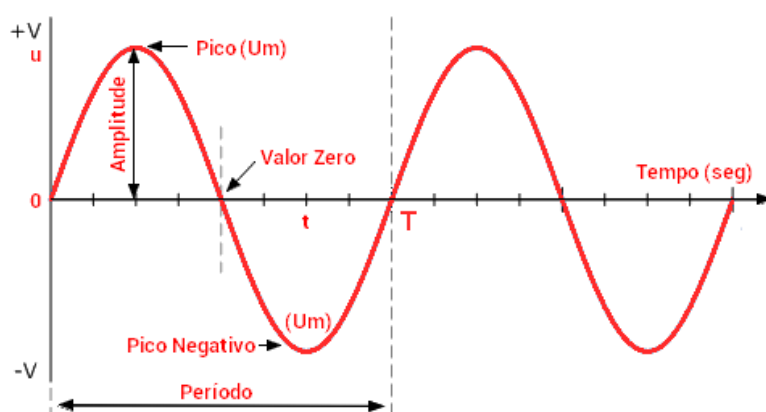
Segundo Silva (2005), o som possui dois conceitos: a definição científica, como o resultado de uma vibração ou perturbação física que se propaga por diversos meios; e a sensação sonora, psicofisiológica, que é percebida pelos ouvintes. Para o conforto ambiental, interessa a segunda definição.

O ruído pode ser definido com qualquer som indesejável. Uma vez interferindo no bom andamento das atividades, nos objetivos dos espaços, prejudicando a função do ambiente, o som pode ser considerado ruído (SOUZA *et al.*, 2011). Para entender como o som se propaga e como controlar o ruído, é necessário conhecer os conceitos básicos de acústica apresentados a seguir.

1.1.1 Frequência

Souza *et al.* (2011), afirma que o som tem sua origem na vibração de um objeto, provocando a oscilação de moléculas do meio e sendo capaz de ser captado pelo sistema auditivo. Estas agitações são chamadas de ondas sonoras. De acordo com Carvalho (2006), as ondas passam por ciclos de pressão e depressão (picos) em um meio elástico e em determinados intervalos de tempo, como ilustra a Figura 2. O número de oscilações (ou ciclos) por unidade de tempo (período) é chamado de frequência.

Figura 2 - Elementos que compõem a frequência de uma onda



Fonte: Desterro Eletricidade.

Bistafa (2006) explica a altura da frequência como a qualidade que permite distinguir um som grave de um som agudo. Quanto menor for o tempo para se completar um período, mais alta é a frequência e mais agudo será o som. Isso se aplica para o inverso: quanto maior for o período para completar um ciclo, mais baixa é a frequência e mais grave será o som. Os seres humanos percebem as frequências na faixa de 20 a 20.000 Hertz (Tabela 1):

Tabela 1- – Classificação das ondas sonoras quanto à frequência

Infrassons	Abaixo de 20Hz	Não perceptível ao ouvido humano
Baixas frequências	20 a 200Hz	Sons graves
Médias frequências	200 a 2.000Hz	Sons médios
Altas frequências	2.000 a 20.000Hz	Sons agudos
Ultrassons	Acima de 20.000Hz	Não perceptível ao ouvido humano

Fonte: Adaptado - CARVALHO, 2006

1.1.2 Intensidade sonora

A amplitude do gráfico de frequência (Figura 2) é responsável pela intensidade sonora, o volume do som. Souza *et al.* (2011) relata que quanto maior for a intensidade do som, maior será a amplitude da onda, sem alterar o período da frequência. A intensidade é aferida em decibéis (dB).

1.1.3 Nível de pressão sonora

Nos códigos, utiliza-se níveis de pressão sonora para determinar o conforto ambiental e o desempenho de sistemas construtivos. “O nível de pressão sonora é a medida física preferencial para caracterizar a sensação subjetiva da intensidade dos sons, sendo sempre calculado com o valor eficaz da pressão sonora” (BISTAFA, 2006). A NBR 10152 (ABNT, 2017) faz algumas recomendações para níveis de pressão sonora aceitáveis em ambientes internos. Na Tabela 2 encontram-se os níveis de pressão sonora (dB) previstos para residências:

Tabela 2- Valores de referência para três níveis de pressão sonora distintos

Finalidade de uso	Valores de referência		
	RL_{Aeq} (dB)	RL_{ASmax} (dB)	RL_{NC}
Residências			
Dormitórios	35	40	30
Salas de estar	40	45	35
Salas de cinema em casa (<i>home theaters</i>)	40	45	35

Fonte: ABNT, 2017

1.2 Conforto acústico

O bom desempenho acústico em edifícios habitacionais deve garantir o repouso sem perturbações, conferir a sensação de bem-estar e a privacidade dos moradores. Para isto, é necessário atuar no controle de sons indesejados (ruídos) gerados no ar e a partir de impactos estruturais.

A norma NBR 10152 (ABNT, 2017) que determina níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações, adota o limite de 45 dB de ruído para dormitórios residenciais. Como base de comparação, Bistafa (2006) classifica um ambiente com níveis de pressão sonora moderados a partir de 60 dB e um ambiente barulhento com 80 dB. Acima de 85 dB são considerados insalubres.

Para adequar o ambiente aos níveis admitidos, são aplicados tratamentos específicos que podem ser feitos com materiais isolantes, absorvedores ou ambos. Os isolamentos acústicos têm o objetivo de atenuar a transmissão dos ruídos gerados internamente para ambientes vizinhos. Esta passagem pode acontecer de duas formas:

(...) há dois meios de transmissão sonora: uma parcela da transmissão acontece diretamente através do elemento da partição e outra que acontece de modo indireto através das partições secundárias, como pisos, tetos e paredes adjacentes, os chamados flancos. Na língua inglesa essa transmissão recebe o nome de *flanking transmissions*. (CORNACCHIA, 2009)

Os tratamentos acústicos em edifícios residenciais são utilizados para o controle dos níveis de pressão sonora de ruído aéreo e de ruído de impacto, utilizando técnicas de absorção e isolamento do som, que serão detalhados, respectivamente, nos itens 1.3 e 1.4.

1.3 Ruído aéreo

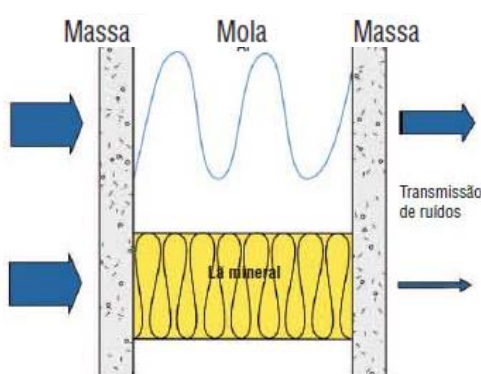
O ruído aéreo é gerado a partir de fontes sonoras e este ruído se propaga através do ar. Ele pode ser originado por diversos meios, como: aparelhos de som, conversação, carros buzinando, entre outros exemplos. Este incômodo é transmitido para o interior do edifício através das aberturas (portas e janelas), pode ultrapassar elementos de vedação (vertical e horizontal) e barreiras arquitetônicas, conforme a intensidade sonora e direção da fonte. O bom isolamento garante a privacidade dos moradores e reduz o barulho que entra na habitação, seja de atividades exercidas no mesmo edifício ou de sons urbanos, evitando irritações.

1.3.1 Isolamento do ruído aéreo

É possível diminuir a transmissão direta do som pelo ar através do aumento da massa das divisórias. A perda de transmissão tende a apresentar um aumento de 6 dB para cada duplicação da massa ou a cada duplicação da frequência da onda incidente (OLIVEIRA, 2007). O ganho de isolamento é pequeno, entretanto, esta regra pode ser associada a outras técnicas de correção acústica.

Segundo Carvalho (2006), pode-se minimizar a transmissão do ruído aéreo ao escolher materiais com propriedades fono-absorventes e/ou isoladoras para compor os sistemas de vedação vertical e horizontal do ambiente. Estes sistemas apresentam o efeito Massa-mola-massa (ou sanduíche), que se trata de aplicar um material resiliente ou somente deixar uma camada de ar no interior da vedação para retardar a transmissão sonora aérea (Figura 3). Quanto maior for a mola, seja no aumento da espessura do material ou aumentando o espaço da camada de ar, melhor o isolamento.

Figura 3- Sistema massa/mola/massa



Fonte: DRYWALL, 2013

1.4 Ruído de Impacto

“Ruídos de impacto são aqueles gerados por uma excitação mecânica de curta duração, aplicada diretamente na estrutura do edifício e que são transmitidos de forma sólida” (MÉNDEZ *et al.* 1994). A origem desse ruído pode variar desde pessoas caminhando, arrastando móveis até máquinas em movimento. Se alguma dessas ações forem realizadas em uma superfície que está conectada à estrutura do edifício, esta será propagada para outros ambientes.

1.4.1 Isolamento do ruído de impacto

Para atenuar o ruído de impacto, deve-se evitar o contato direto da fonte do ruído (piso ou parede) com a estrutura do edifício, a fim de evitar a criação de ligações rígidas conhecidas como pontes acústicas. Pedroso (2007) afirma que quanto maior for a dureza da ligação, mais rápida será a velocidade de propagação da onda sonora. Para retardar esse efeito, sugere-se a aplicação materiais com boa elasticidade (materiais resilientes) entre as conexões para amortecer a energia sonora transmitida. Ao se adicionar um material elástico entre os sólidos há uma descontinuidade no caminho de transmissão acústica.

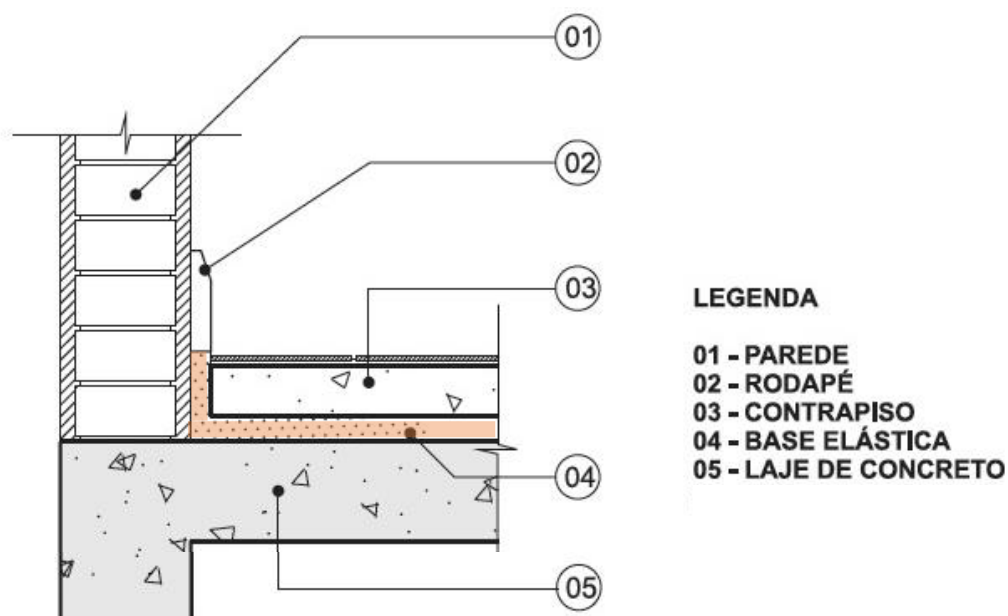
Para reduzir a propagação do ruído de uma parte à outra, estas podem ser conectadas através de material resiliente. Nesse caso, embora parte da energia sonora de um lado da barra seja transmitida para a outra, esta fração de potência acústica transmitida é inferior àquela que seria transmitida sem a inserção do material resiliente. (FERRAZ, 2008).

A eficiência desta estratégia depende da conservação da característica elástica do material após sofrer uma deformação. “Deve-se ter cuidado para que não sofram deformação máxima e se tornem materiais rígidos” (SOUZA *et al.*, 2011). Se isto acontecer, a ponte acústica não será interrompida e transmitirá as vibrações normalmente. O material resiliente é comumente utilizado para isolar o sistema de piso, mas também pode atuar no isolamento das ligações de forros ou, simplesmente, para o recobrimento da superfície do piso que sofre a ação de impacto.

1.4.2 Piso flutuante

Uma técnica bastante usual para isolar o ruído de impacto é o piso flutuante. Ela consiste em isolar completamente a superfície do piso (contrapiso e revestimento) da estrutura do edifício ao inserir uma manta de material resiliente entre o contrapiso e a laje. Esta manta precisa ser aplicada de forma contínua, sem zonas em conexão (Figura 4). “Deve-se observar que o contato entre as superfícies seja feito estritamente através do material resiliente, pois qualquer ponto rígido de contato pode ocasionar pontes acústicas” (PEREYRON, 2008).

Figura 4- Piso flutuante em corte. Destaque para o rodapé assentado acima da base elástica e sem entrar em contato com o revestimento.



Fonte: Adaptado – CARVALHO, 2006

Todos os impulsos aplicados ao piso serão amortecidos pela base elástica e se espalharão em menor intensidade no pavimento inferior. O isolamento do sistema completo depende do desempenho acústico da laje de piso e das características específicas do material resiliente e sua espessura (massa/mola/massa).

Este é o método mais indicado para o isolamento por ser o mais eficiente e atuar diretamente na fonte geradora do ruído. O piso flutuante é mais viável economicamente para o construtor, e em termos práticos, se aplicado durante a fase de obras, por isso deve estar previsto no projeto arquitetônico e estrutural.

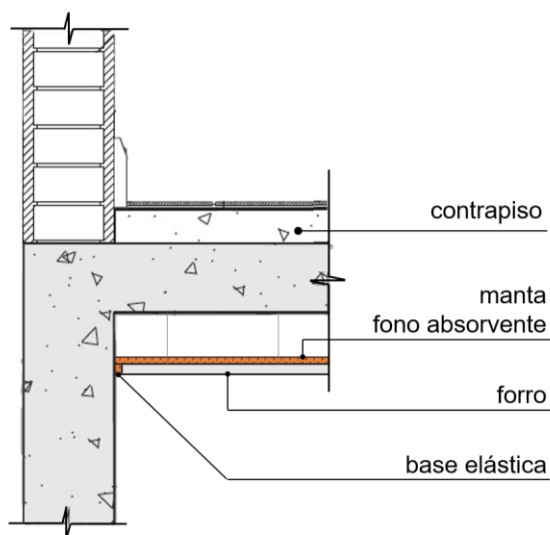
1.4.3 Forro

Consiste na colocação de um novo teto que deve ser construído com um material não poroso, com uma massa por unidade de superfície importante (lembre-se da chamada lei da massa para isolamento dos ruídos do ar) e deixando um espaço aéreo, o maior possível, em que é conveniente colocar material absorvente (por exemplo lã de vidro). (MÉNDEZ *et al.* 1994)

O forro é utilizado com o objetivo de encobrir instalações prediais e sistemas estruturais. Muitas vezes, porém, o problema de ruído de impacto não pode ser resolvido no ambiente emissor. Nestes casos, o forro pode ser aplicado com o intuito de reduzir a transmissão das vibrações de impacto diretamente no ambiente afetado, localizado abaixo da fonte sonora. Para isto, são usadas técnicas de isolamento aéreo combinadas com a eliminação das conexões rígidas entre forro-laje e forro-parede:

A inserção de um material com boa absorção acústica no entreforro e o aumento da densidade dos materiais a partir do princípio da Lei das Massas melhora o isolamento de ruído aéreo provocado pelas atividades de impacto (Figura 5).

Figura 5- Aplicação do forro de gesso

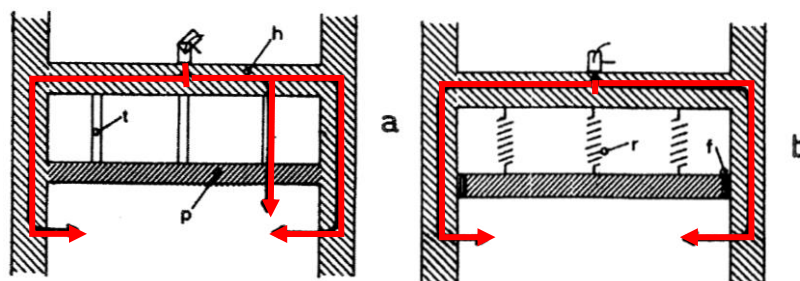


Fonte: Adaptado – CARVALHO, 2006

A outra proposta de redução do ruído consiste no amortecimento das ligações rígidas entre o sistema de forro e a estrutura (Figura 6). Ao isolar estas conexões, reduz-

se a quantidade de canais de transmissão do ruído de impacto, porém não evita que as vibrações passem de forma indireta pelos flancos (como visto no item 1.2).

Figura 6- Esquema de forros e o isolamento das ligações para evitar a transmissão direta do ruído



Fonte: Adaptado - MÉNDEZ *et al.* 1994

Coelho *et.al* (2017) analisou o desempenho acústico para isolamento de ruído de impacto de sete sistemas de pisos em estudos de campo. Destes, dois pertencem a mesma edificação e possuíam as mesmas características (laje, flancos emissores, volume do ambiente, espessura do contrapiso e revestimento), sendo a única diferença entre eles a adição da manta de lã de rocha no entreforro de uma das amostras. Este elemento teve influência nos resultados, observando uma redução de 2,8 dB na banda de 2.000 Hz. A redução classificou o sistema com manta no nível intermediário da NBR 15575-3:2015, obtendo 63 dB de desempenho, enquanto o sistema sem a manta se manteve na faixa de classificação mínima, com 66 dB. O resultado pode ser melhorado ao atenuar as pontes acústicas entre o forro, laje e paredes.

De acordo com Méndez *et al* (1994), a técnica de isolamento do forro não elimina a transmissão do ruído pelos flancos e deve ser utilizada quando não há acesso à fonte geradora de ruído, atuando diretamente no ambiente receptor, sendo a única opção viável nestes casos.

1.5 Desempenho acústico de forros

O forro tem a função de esconder parte das instalações prediais além de contribuir para o isolamento térmico e acústico. Porém, ao compor um sistema de piso-teto, pode ocorrer a amplificação do som ao vibrar em determinadas frequências que podem ser evitadas.

1.5.1 Frequência de ressonância

Segundo Carvalho (2006), a distância entre o forro e o fundo da laje pode constituir-se em uma caixa de ressonância vibratória (tambor) e amplificar o ruído. A ressonância do som é a vibração de determinado corpo por influência da vibração de outro, na mesma faixa de frequência. As faixas de ressonância também dependem da forma como estas são fixadas à estrutura e pode ser melhorada com o amortecimento das ligações rígidas:

As frequências de ressonância se devem à combinação construtiva de ondas de flexão que se propagam pelo painel e que são refletidas nas suas bordas. (...). Na ressonância, o movimento do painel é amplificado, sendo o som incidente eficazmente transmitido pela parede, com queda da perda de transmissão. O movimento do painel é controlado pelo amortecimento e, portanto, a perda de transmissão na região controlada pela ressonância também será. Observar que, na ressonância, a energia sonora é também absorvida no movimento vibratório do painel. (BISTAFA, 2006)

A frequência do som incidente influencia no comportamento acústico de um painel. Segundo Schvarstzhaupt *et al.* (2014), a ressonância ocorre entre as faixas de baixas e médias frequências. O amortecimento destas frequências aumenta o isolamento acústico. A rigidez do painel influencia as baixas frequências e a massa influencia as médias. Um painel com menor rigidez e maior massa contribuem para melhorar o isolamento sonoro. Os autores afirmam que nas altas frequências a ressonância pode alcançar a frequência crítica ou região de coincidência.

Em frequências mais elevadas, outro tipo de ressonância ocorre, decorrente de ondas de flexão na partição. O efeito dessas ondas no índice de redução de ruído é chamado de efeito coincidência, com a queda no isolamento acústico (região de coincidência), as quais começam acima da frequência crítica. Os efeitos do amortecimento são importantes nessa região, para limitar as amplitudes de vibração de ressonância e minimizar a queda do isolamento pela coincidência. (SCHVARSTZHAUPT *et al.*, 2014)

Portanto, atenuar as frequências de ressonância pode evitar a amplificação do som pelo forro e reduzir a transmissão do ruído para o ambiente, de acordo com a escolha do material e espessura das placas.

1.6 Normatização

A Norma de Desempenho (ABNT NBR 15.575, 2013) foi criada com foco na experiência do usuário final em habitações verticais a partir de cinco pavimentos. Atualmente, é a norma brasileira responsável por classificar os sistemas de piso de edifícios habitacionais de acordo com níveis de isolamento para ruído aéreo e de impacto e indicar os procedimentos de ensaio para verificação do comportamento do sistema adotado, sendo o critério mínimo de atendimento obrigatório.

Para o ruído de impacto, foco desta pesquisa, a norma estabelece o nível de desempenho apresentado na Tabela 3, para sistemas de pisos que separam unidades habitacionais autônomas e para áreas de uso coletivo quando estão sobre unidades habitacionais autônomas. A norma classifica os critérios segundo três faixas de desempenho: nível mínimo (M) obrigatório, nível intermediário (I) e nível superior (S):

Tabela 3- Critérios e níveis de pressão sonora de impacto padrão ponderado $L'_{nT,w}$ recomendados pela norma.

Elemento	$L'_{nT,w}$ [dB]	Nível de desempenho
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas posicionadas em pavimentos distintos	66 a 80	M
	56 a 65	I
	≤ 55	S
Sistema de piso de áreas de uso coletivo (atividades de lazer e esportivas, como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas) sobre unidades habitacionais autônomas	51 a 55	M
	46 a 50	I
	≤ 45	S

Fonte: NBR 15575-3 (ABNT, 2013 - Anexo E).

Entende-se que esses valores estabelecidos ainda são elevados. É o caso do nível mínimo de desempenho para ruído de impacto (<80 dB), pois foram estabelecidos com base nos materiais e técnicas construtivas convencionais. Contudo, isto não garante que os padrões existentes sejam suficientes para alcançar o nível exigido sem receber um tratamento acústico adequado, como demonstra algumas pesquisas.

Para estimar a capacidade de isolamento de sistemas de piso de laje nervurada quanto ao ruído de impacto, Pereira (2018) analisou 44 ambientes distintos em 11 edifícios residenciais na cidade de João Pessoa (Paraíba) construídos com laje estrutural nervurada. Das variáveis estudadas nas amostras, foram encontrados dois padrões construtivos entre os ambientes: contrapiso de 4 cm (63,6%) e altura do pé direito entre

240 cm e 250 cm (63,6%). A média do entreferro encontrada foi de 20,11 cm, com o mínimo de 11 cm e o máximo de 42 cm. A média da espessura total das lajes nervuradas foi de 24,47 cm. A menor área do ambiente em teste possuía 6,07 m² e a maior 34,7 m². Com relação a classificação segundo a NBR 15.575 (ABNT, 2013), 2 casos apresentaram nível intermediário (4,6%), 37 apresentaram desempenho mínimo (79,5%) e 5 tiveram níveis de ruído acima do permitido (15,9%). Ao comparar os dados coletados, o autor constatou que os melhores resultados foram encontrados nos ambientes com maior área e volume. Isso pode ocorrer pois em vãos maiores o ruído consegue se dissipar melhor e a rigidez da laje diminui, reduzindo as vibrações transmitidas. A altura do entreferro, a espessura do contrapiso e a espessura da laje nervurada também foram fatores influenciadores. Ao aumentar estes valores, os níveis de pressão sonora ponderado do ruído de impacto tendem a reduzir.

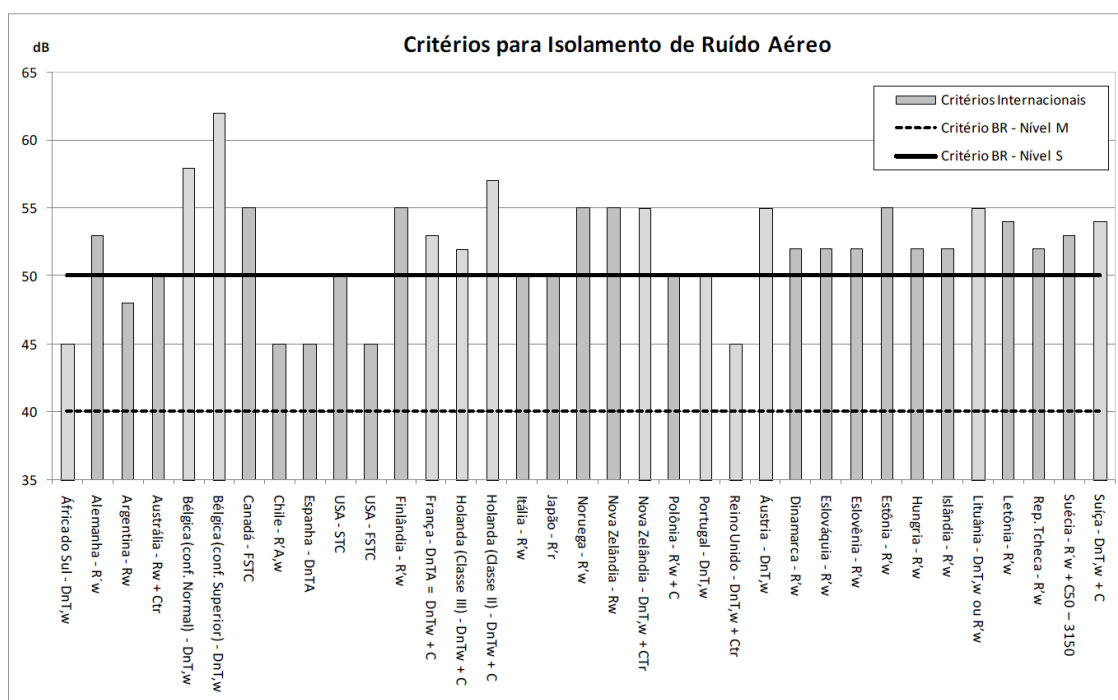
Para analisar a percepção dos usuários, Santana *et al.* (2017) avaliaram os requisitos de acústica exigidos pela Norma de Desempenho (ABNT NBR 15.575:2013) através de ensaios de campo e aplicaram formulários aos moradores de seis edifícios residenciais selecionados em Belém, Pará. As moradias escolhidas foram regulamentadas pela norma estudada (ABNT NBR 15.575:2013) e foram construídas com materiais e técnicas convencionais. Os testes de isolamento a ruídos externos a edificação, de isolamento do ruído aéreo de vedações verticais e horizontais e os testes de isolamento do ruído de impacto de piso mostraram que a maioria dos requisitos foram atendidos com o desempenho mínimo exigido, mas não conferem conforto aos moradores. O melhor desempenho foi encontrado nos testes para ruído aéreo e de impacto nas lajes, alcançando a classificação intermediária. Mesmo com o bom resultado, o ruído de impacto nas lajes foi o segundo mais percebido pelos entrevistados (32%), ficando atrás dos sons externos a edificação (53%). O maior índice de reclamações foi para os ruídos de reformas e trabalhos domésticos em apartamentos vizinhos e áreas comuns, causando problemas de sono em 58% dos entrevistados.

As pesquisas apresentadas demonstram que as partições verticais e horizontais dos edifícios construídos de forma convencional (segundo os padrões nacionais) não conferem conforto acústico aos usuários, mesmo quando atingem o critério intermediário e o mínimo permitido. É necessária a aplicação de um tratamento para isolamento sonoro e uma revisão dos níveis permitidos pela norma vigente, além de maior fiscalização dos projetos.

1.6.1 Comparação com normas internacionais

Apesar da criação da NBR 15.575-3 (ABNT, 2013) ter sido um passo importante, os critérios de atendimento obrigatórios para os sistemas de piso são bastante tolerantes. Neto e Bertoli (2011) fizeram uma comparação com os critérios e requisitos entre a norma brasileira e de outros países referentes ao conforto acústico em residências. Os critérios da Norma de Desempenho que foram analisados neste artigo são os mesmos da última versão lançada em 2013. As Figuras 7 e 8 ilustram os níveis exigidos por cada norma e distingue os países semelhantes ao Brasil com barras escuras. Para o ruído aéreo, a diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes ($D_{nT,w}$) está 5 dB abaixo do permitido em outros países (Figura 7).

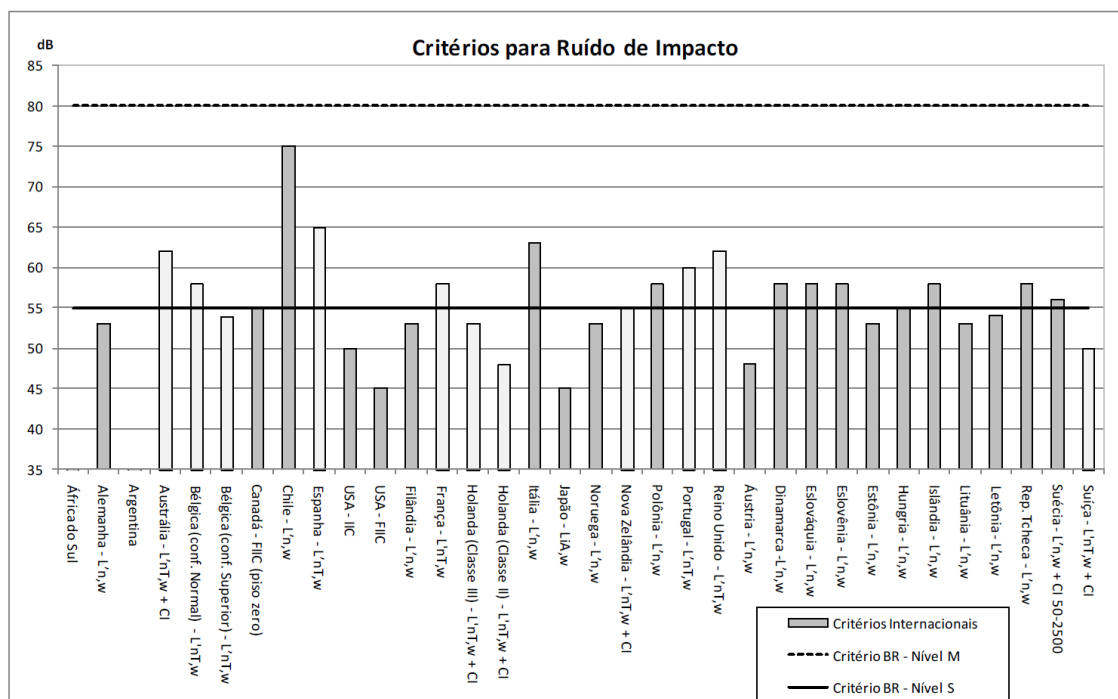
Figura 7- Critérios internacionais e brasileiros para isolamento de ruído aéreo em partições verticais entre unidades habitacionais



Fonte: Neto e Bertoli (2011)

Para o ruído de impacto (Figura 8), a diferença dos valores obrigatórios é ainda maior. Nota-se que a maioria dos níveis exigidos se aproximam da faixa superior da norma brasileira (55 dB) e se distanciam do mínimo (80 dB). O mais próximo é o Chile com 75 dB, cinco decibéis a menos, comparado com o exigido no Brasil (80 dB).

Figura 8- Critérios internacionais e brasileiros para ruído de impacto em partições horizontais entre unidades habitacionais



Fonte: Neto e Bertoli (2011)

Portanto, a NBR 15.575 (ABNT, 2013) têm condições de impor critérios mais exigentes para melhorar a qualidade de vida dos usuários e se aproximar dos níveis de conforto, assim como países com métodos de construção semelhantes já exigem.

1.7 Estudos realizados sobre correção acústica

Nesta parte, são abordados trabalhos na área sobre correção acústica. A correção é necessária quando não há isolamento acústico suficiente no ambiente e serve como tentativa de adequar o imóvel a níveis de conforto ou em obras que não se enquadram a norma vigente.

- Isolamento de ruído de impacto pelo forro

Medeiros (2003) estudou o isolamento de ruído de impacto através do forro do ambiente receptor. A estratégia escolhida foi analisar o desempenho do forro de gesso acartonado testando diferentes combinações, variando a quantidade de camadas de chapas de gesso, a inserção ou não de lâ de rocha e a altura do entreforro. Foram utilizados painéis

de gesso acartonado de 125 mm de espessura e lã de rocha de 50 mm de espessura, com a distância entre a composição do forro e a laje de 100 ou 300 mm. O autor não alterou a estrutura do forro e não houve isolamento de nenhuma das ligações entre os componentes. Os testes do sistema de forro foram realizados com dois sistemas de piso diferentes na câmara de emissão do ruído: um com revestimento em cerâmica e outro com laminado de madeira mais manta de polietileno expandido.

Os melhores resultados foram obtidos com o sistema composto por chapas duplas de gesso acartonado, mais manta de lã de rocha de 50mm sobre as chapas com entreforro de 300mm. Nos testes feitos com revestimento de cerâmica no piso, esta composição conseguiu reduzir 6 dB de ruído de impacto. Com o revestimento em laminado de madeira com manta resiliente, o sistema completo reduziu 9 dB. A inserção de uma terceira placa não aumentou o isolamento, sendo o resultado mostrado anteriormente o valor máximo atingido para a técnica.

O autor conclui que os sistemas estudados foram eficientes somente para o isolamento de ruído aéreo, pois a vibração de impacto continuou invadindo o ambiente através da transmissão indireta pelos flancos. O melhor ganho de desempenho obtido (9 dB) não é alto o suficiente para justificar o baixo custo-benefício do sistema, pois houve o aumento da quantidade de material aplicado, perda de área útil no ambiente e maior custo total.

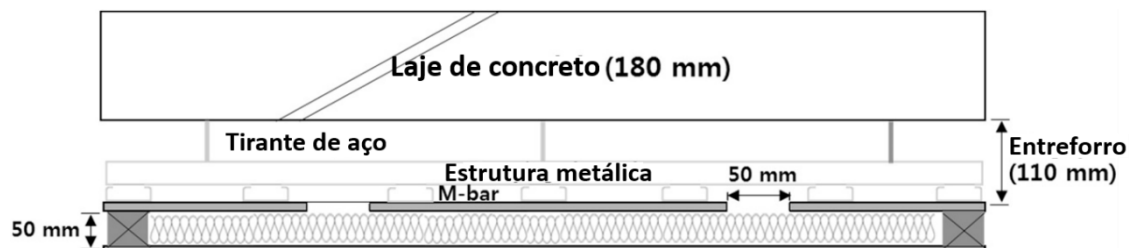
- Isolamento de ruído de impacto através de painel absorvedor de ressonância

O estudo de Ryu *et al.* (2018) investigou o potencial de isolamento de ruído de impacto do forro com painel absorvedor de ressonância de baixa frequência. O painel absorvedor foi composto por uma chapa perfurada superior, uma camada de ar com ou sem lã de vidro e uma chapa perfurada inferior. Foram analisadas as seguintes variáveis: espessura da camada de ar, diâmetro dos furos do painel, e a manta de lã de vidro. O forro projetado teve o intuito de absorver sons de baixa frequência próximos a 100 Hz.

Primeiramente, foram realizados testes para identificar qual a configuração possui maior coeficiente de absorção de ressonância nas frequências próximas de 100 Hz. O melhor desempenho foi encontrado nos painéis com maior câmara de ar (50 mm) contendo lã de vidro (50 mm) e maior diâmetro dos furos (50 mm). Este conjunto foi instalado em um ambiente com entreforro de 110 mm e submetido a testes de ruído de impacto (Figura 9). A maior redução do ruído pelo painel absorvedor foi de 6dB na banda

de 125Hz. Este resultado mostra que a melhora ocorreu na faixa de absorção de ressonância do painel, entre 100-125Hz e influenciou o valor global da amostra, aumentando 4 dB de isolamento.

Figura 9- Estrutura do teto suspenso com painel absorvedor



Fonte: RYU *et al.* 2018

O autor constatou que a lã de vidro teve a maior influência no coeficiente de absorção e o sistema foi mais eficiente com o aumento da camada de ar entre painéis (50mm) e do diâmetro dos furos (50mm). O experimento comprovou que as frequências de ressonância influenciam na transmissão do ruído de impacto. Adotar materiais fono-absorventes auxiliam no isolamento, contudo, a redução do ruído ainda é mínima. Esta estratégia pode ser adotada para evitar o efeito caixa de ressonância em forros convencionais, evitando a amplificação do som.

CAPÍTULO 2

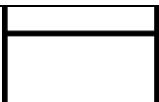
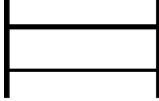
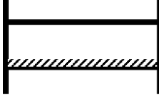
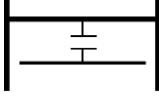
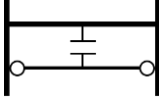
2- PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

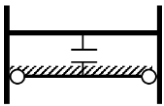
Para atender aos objetivos deste trabalho, a pesquisa experimental mostrou-se a mais recomendada, pois de acordo com Groat e Wang (2013), este é um método de investigação que testa hipóteses, manipula variáveis e analisa seus impactos no fenômeno de estudo, estabelecendo relações de causa-efeito.

Seguindo esta metodologia, foram realizados testes para o grupo de controle, com o objetivo de encontrar valores de referência; e um grupo de testes com variáveis isoladas, para identificar o progresso das alterações feitas no objeto de estudo.

Os ensaios foram realizados em laboratório utilizando uma câmara acústica, aplicando o método simplificado. Foi utilizada uma placa de 1m² de superfície, simulando o contrapiso e revestimento cerâmico, sobre a laje pré-moldada convencional do local de estudo. No ambiente inferior, foi instalado o forro de gesso acartonado que foi adaptado de acordo com as estratégias de isolamento ao ruído de impacto de piso. Para cada modificação do sistema foram realizados três testes para reduzir o grau de incerteza do resultado e obter um valor confiável. As análises foram realizadas considerando sistemas de piso compostos instalados no ambiente receptor da seguinte forma (Tabela 4):

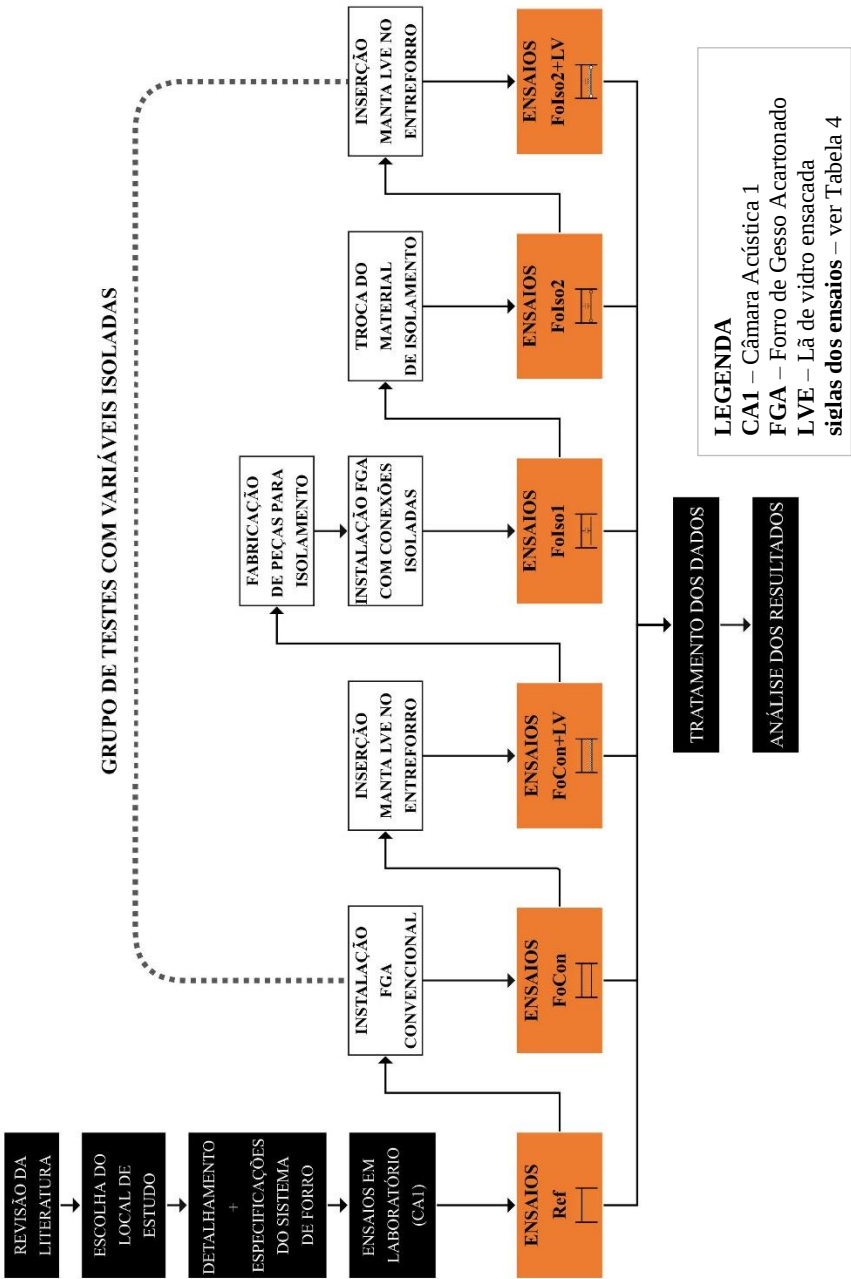
Tabela 4-Abreviaturas dos sistemas de forro utilizados durante a pesquisa

ÍCONES	SIGLAS	DESCRIÇÃO DO SISTEMA
	Ref	Sistema de piso com revestimento cerâmico, contrapiso de argamassa cimentícia; laje pré-moldada convencional, sem forro.
	FoCon	Forro de gesso acartonado Convencional.
	FoCon+LV	Forro de gesso acartonado Convencional com manta de Lã de Vidro ensacada 50mm sobre o forro.
	FoIso1	Forro de Gesso Acartonado com estrutura Isolada por pendurais de elastômeros duplos e lençol de borracha natural 3mm.
	FoIso2	Forro de Gesso Acartonado com estrutura Isolada por pendurais de elastômeros duplos, lençol de borracha natural 3mm e mangueira pneumática de polietileno 20mm.

	FoIso2+LV Forro de Gesso Acartonado com estrutura isolada por pendurais de elastômeros duplos, lençol de borracha natural 3mm, mangueira pneumática de polietileno 20mm com manta de Lã de Vidro ensacada 50mm sobre o forro
---	--

Quanto as etapas metodológicas, elaborou-se um fluxograma no intuito de organizar os processos na sequência em que foram realizados na câmara acústica (que será caracterizado no item 2.1), classificando o grupo de teste com variáveis isoladas (Figura 10).

Figura 10 - Fluxograma de etapas metodológicas



A última etapa consistiu em tratar os dados coletados e analisá-los de acordo com o potencial de aumento do isolamento do ruído de impacto, que determinará seu custo-benefício e, conseqüentemente, sua viabilidade. Os resultados foram classificados de acordo com a Norma de Desempenho NBR 15.575-3 (ABNT, 2013) e comparados com as pesquisas abordadas no Capítulo 3.

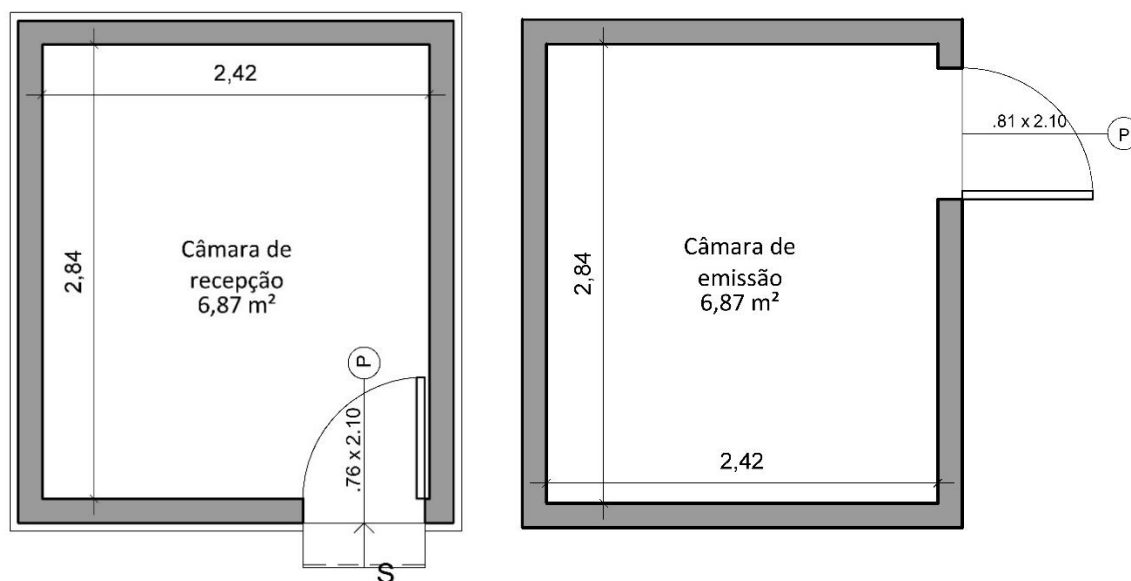
A seguir são apresentados o local de estudo, o projeto do forro de gesso acartonado convencional e as estratégias para isolamento que foram experimentadas, além da descrição da execução dos sistemas de forro. Na sequência, a descrição dos ensaios de ruído, os equipamentos utilizados e os cálculos para tratamento dos dados foram detalhados. Os desenhos em escala são apresentados no Apêndice D com plantas, cortes e detalhamentos das estratégias estudadas.

2.1 Caracterização do local de estudos

A fim de estabelecer a eficiência das estratégias de redução do ruído de impacto por intervenção pelo forro, os testes foram realizados no Laboratório de Ensaio de Materiais e Estruturas (LABEME), localizado no Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus I, que dispõe de duas câmaras acústicas com lajes distintas. Os sistemas de forro foram instalados na câmara acústica 1 (CA1) executada com laje pré-moldada convencional (Figura 11). A câmara possui dois ambientes sobrepostos com dimensões semelhantes (Figura 12) para a prática de ensaios de ruído de impacto. Abaixo são listadas as características desta câmara:

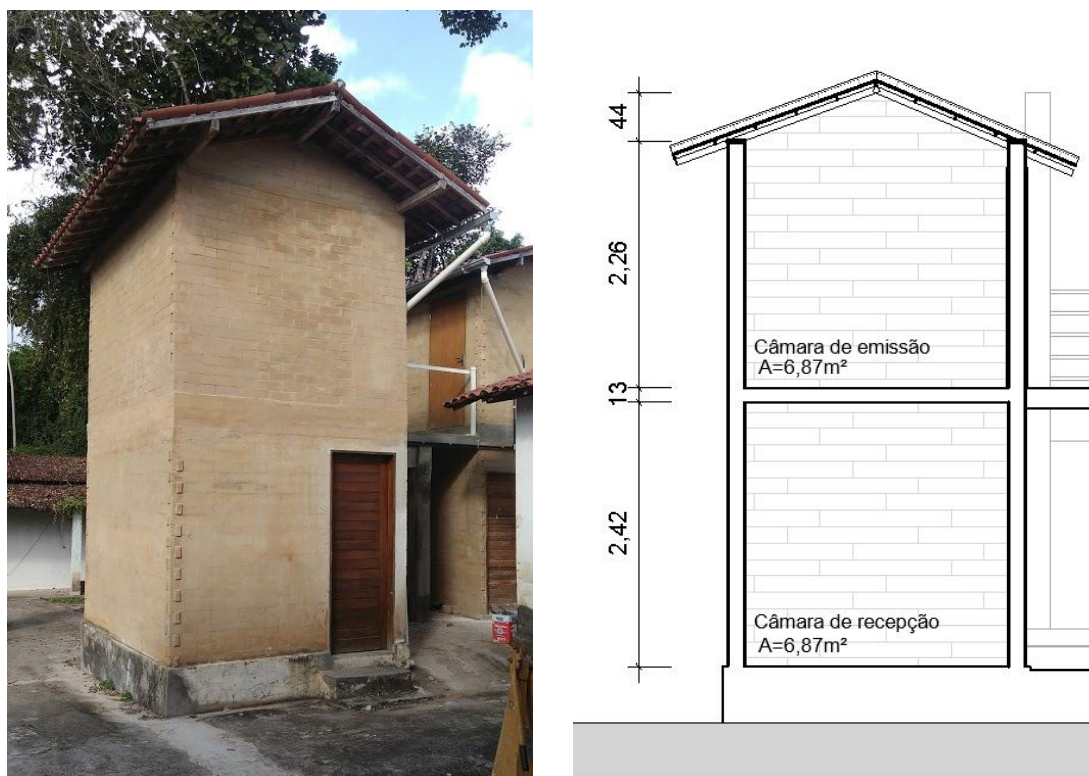
- **Laje:** pré-moldada convencional 0,13 m
- **Flancos emissores:** Paredes de blocos de solo cimento 0,15 m de largura
- **Dimensões:** 2,84 m x 2,42 m (ambos os ambientes)
- **Área:** 6,87 m² (ambos os ambientes)
- **Pé-direito:** 2,42 m (ambiente receptor – piso inferior) e 2,70 m (ambiente emissor – piso superior)
- **Volume:** 16,70 m³ (ambiente receptor) e 17,04 m³ (ambiente emissor)

Figura 11- Planta baixa do pavimento inferior (esquerda) e do superior (direita) da Câmara acústica (CA1)



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 12- Câmara acústica 01 (CA1), situada no LABEME (UFPB), à esquerda, e corte esquemático à direita



Fonte: Elaborado pela autora

No pavimento térreo, há uma porta maciça, no nível superior existe uma porta pré-fabricada em madeira prensada e nenhum dos ambientes possuem janelas. A cobertura é feita de telha canal e madeiramento aparente.

O LABEME possui duas câmaras acústicas com mesma área e material construtivo, porém com lajes diferentes. A CA1 possui laje pré-moldada convencional de 13 cm de espessura e a CA2 possui laje nervurada de 27 cm. Porém, a decisão de utilizar somente um local de estudo para esta pesquisa se justifica através do trabalho de Santos *et.al* (2018) realizado nas duas câmaras do LABEME, que constatou que a diferença do desempenho acústico entre ambas é apenas 1 dB (Tabela 05) nos testes de ruído de impacto. Essa característica pode ser atribuída ao fato de a área dos ambientes ser pequena e, teoricamente com estrutura mais rígida, fazendo com que o tipo e espessura das lajes tenham o mesmo comportamento, ou pelo menos parecido.

Tabela 5-Ensaio realizados na CA1 E CA2 avaliando o isolamento de ruído de impacto

	Laje pré-moldada convencional	Laje nervurada	
Amostra / Parâmetro	$L'_{nT,w}$ (dB)	$L'_{nT,w}$(dB)	Desempenho
Sist. de Referencia	78	79	Mínimo (M)

Fonte: SANTOS *et. al*, 2018

Essa diferença também é mínima para o desempenho de ruído aéreo entre lajes. Segundo Moraes *et.al*, (2018), as câmaras CA1 e CA2, alcançaram o desempenho intermediário da NBR 15575-3 (ABNT, 2013) e a diferença entre elas é de 1 dB com ambas as lajes em estado bruto, sem contrapiso e sem revestimento. A primeira, com laje pré-moldada, possui 52 dB de desempenho e a segunda, com laje nervurada, 51dB.

Portanto, justifica-se a utilização de somente um local de ensaio (CA1) pela diferença mínima de desempenho em ambas e porque a laje não é objeto de estudo deste trabalho. As propostas de redução de ruído de impacto analisadas, em tese, podem ser aplicadas para qualquer estrutura de piso.

Os primeiros ensaios foram realizados na CA1 sem nenhum tratamento termo-acústicos aplicado (Ref) e sem forro. Este valor serve como desempenho acústico padrão e é comparado com os resultados obtidos pelas estratégias testadas. Foram realizados três ensaios simplificados de ruído de impacto seguindo a norma internacional ISO 16283-

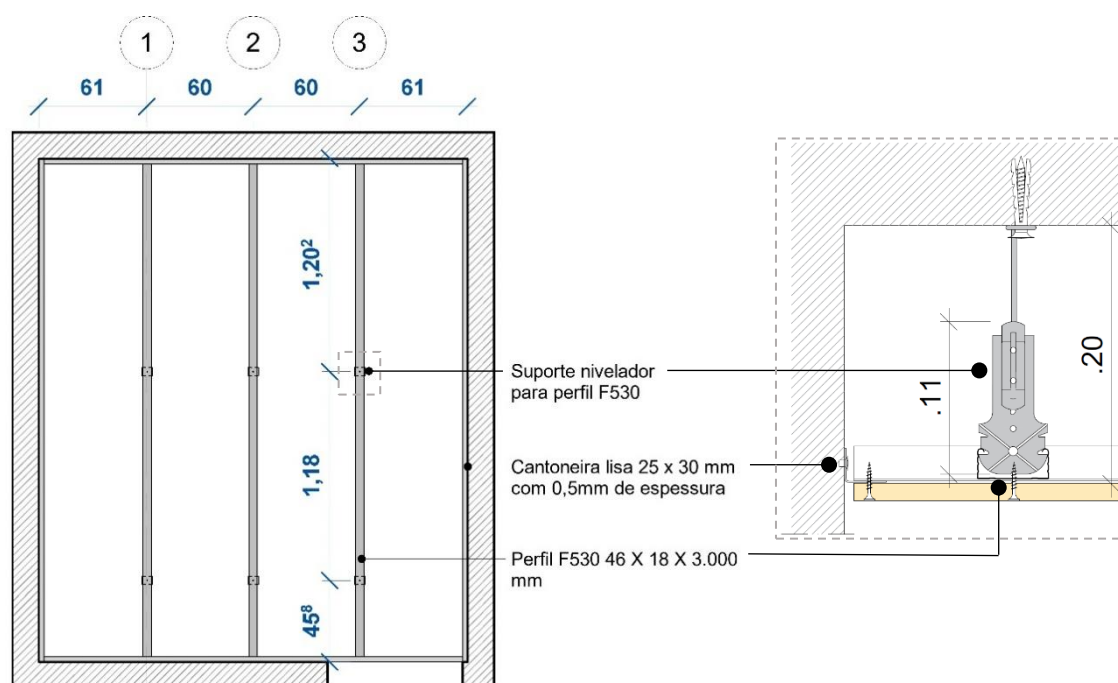
2:2015 recomendada pela NBR 15.575-3 (ABNT, 2013). A descrição dos ensaios encontra-se no item 2.4.

2.2 Forro de gesso acartonado convencional (FoCon)

Após o levantamento das medidas do ambiente, o forro de gesso acartonado convencional foi instalado no ambiente de recepção do ruído na CA1 de acordo com o padrão de montagem de uma empresa local, com altura do entreforro de 0,20 m. A altura do forro do sistema tem como referência a média obtida por Pereira (2018) que, em uma amostra de 44 edifícios habitacionais (variando de 0,11 m a 0,42 m), calculou uma média de 0,20 m de distância entre o forro e a laje, e foi respeitada esta distância em todas as etapas deste trabalho.

Inicialmente, foram montadas as cantoneiras lisas com perfil L em todo o perímetro. Na sequência, os suportes niveladores foram parafusados ao fundo da laje e foram encaixados aos perfis F530 (Figura 13).

Figura 13-Planta de forro com estrutura visível com detalhe para conexões em lajes e paredes

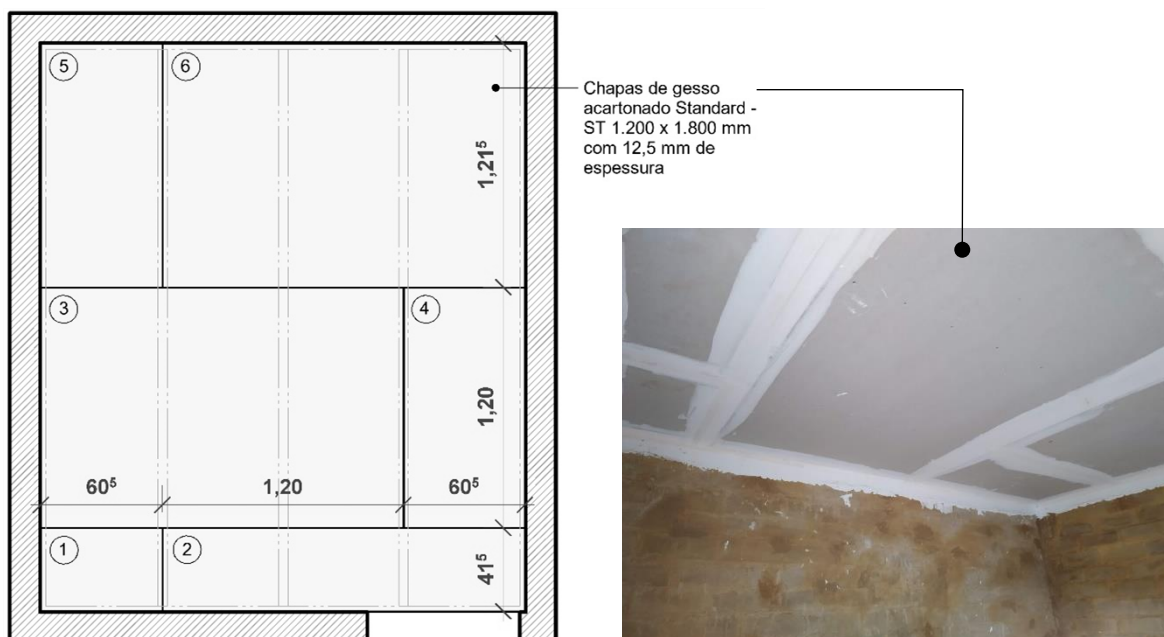


Fonte: Elaborado pela autora

Após esta etapa, foi instalado o gesso acartonado. Para a câmara de recepção foram utilizadas três chapas de gesso acartonado liso de 1.200 x 1.800 mm e com 12,5

mm de espessura. As chapas foram cortadas e divididas em seis partes (Figura 14) e foram parafusadas às cantoneiras e as barras centrais apresentadas anteriormente. O acabamento foi feito com fita de papel para juntas e com massa pronta própria para aplicação em cantoneiras, parafusos e juntas entre as chapas de gesso acartonado.

Figura 14-Planta de forro mostrando o posicionamento das chapas de gesso acartonado



Fonte: Elaborado pela autora

Antes de realizar os testes esperou-se a secagem da massa pronta utilizada no acabamento. Por garantia, os ensaios só foram realizados um dia após a finalização da montagem. Então, os três ensaios correspondentes a etapa denominada de FoCon foram realizados e os dados foram tratados. O próximo passo foi inserir a manta de lã de vidro ensacada no entreforro.

2.3 Inserção da manta de lã de vidro ensacada (FoCon+LV; FoIso2+LV)

A manta selecionada foi a de lã de vidro de 50 mm por ser costumeiramente usada com o sistema drywall. A ISOVER (2016) afirma que a manta de lã de vidro possui ótima absorção sonora por causa da porosidade da lã. Sua versão ensacada com polietileno evita incômodos como coceira e irritação na pele e nos olhos. Portanto, para evitar problemas alérgicos e facilitar o manuseio deste material, as mantas utilizadas na pesquisa foram

ensacadas no laboratório, visto que não foi possível adquirir a versão ensacada de fábrica. Para inserir as mantas, a chapa número 3 (Figura 14) foi removida, as mantas de lã de vidro ensacadas foram espalhadas por toda a superfície recobrindo as chapas de gesso sem deixar espaços descobertos nos ensaios FoCon+LV (Figura 15) e FoIso2+LV (Figura 16), como mostra o corte da Figura 17.

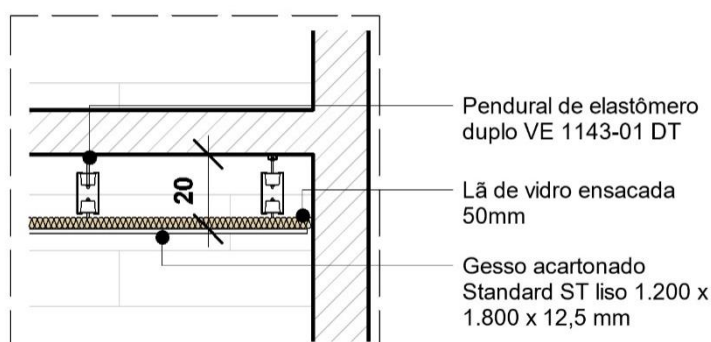
Figura 15- Manta ensacada inserida na etapa FoCon



Figura 16- Manta ensacada inserida na etapa FoIso2+LV



Figura 17 - Corte do forro contendo lã de vidro no entreforro



Fonte: Elaborado pela autora

Em seguida, a chapa foi recolocada na posição original para fechar o sistema com a mesma finalização feita anteriormente com massa pronta e fita de papel. Após o tempo de secagem da massa, foram realizados três ensaios de ruído de impacto e tempo de reverberação previstos para a etapa Focon+LV e os dados foram analisados. A manta de lã de vidro foi adicionada novamente na última etapa da pesquisa, a FoIso2+LV seguindo os mesmos procedimentos descritos acima.

2.2 Isolamento das ligações do sistema de forro com a laje e paredes (FoIso1 + FoIso2)

Esta estratégia busca eliminar as conexões rígidas entre o sistema de forro e os elementos que limitam o ambiente (laje e paredes) e isolar o forro completamente, eliminando a transmissão direta do ruído e permitindo apenas a transmissão da vibração pelos flancos. Para isto, as ligações Estrutura do Forro-Laje, Estrutura do Forro-Parede e Placas de Gesso-Parede foram amortecidas com uso de materiais resilientes. Nesse caso, buscou-se garantir que nenhuma conexão foi feita sem a interferência ou transição do material elástico.

Houve mudanças com relação a estrutura do forro convencional estudado (Figura 18). Para reduzir o contato direto com o ambiente, foram removidas as cantoneiras e adicionados dois perfis metálicos nas laterais (Figura 19), para garantir a sustentação das chapas; os niveladores foram substituídos por pendurais de elastômero duplo (Figura 21); e as chapas de gesso acartonado foram fixadas nos perfis metálicos laterais, respeitando uma margem de 10 mm de distância das paredes e mantendo a configuração original.

Figura 18-Estrutura tradicional para forro drywall

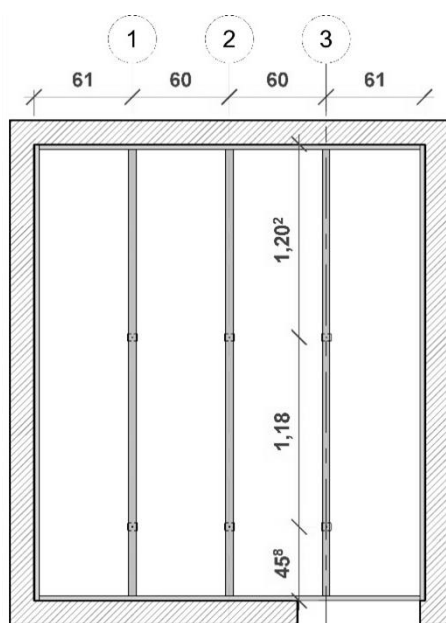
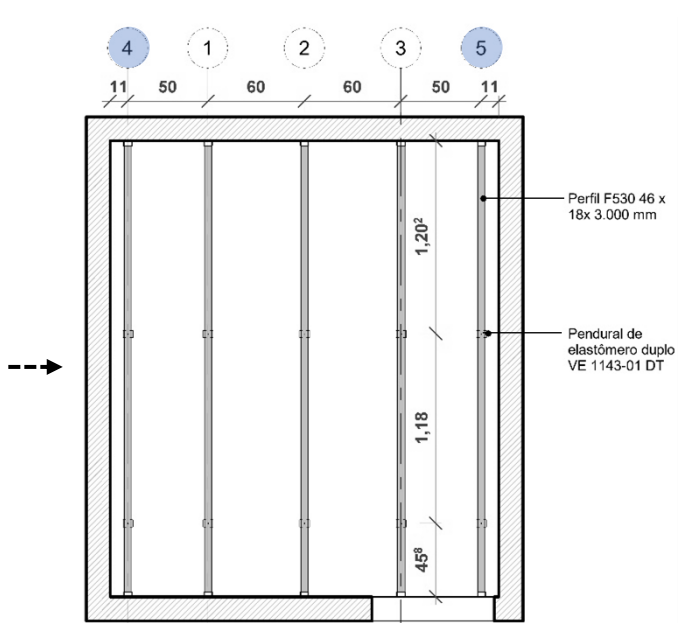


Figura 19-Estrutura adaptada para reduzir pontes acústicas com o acréscimo das barras 4 e 5



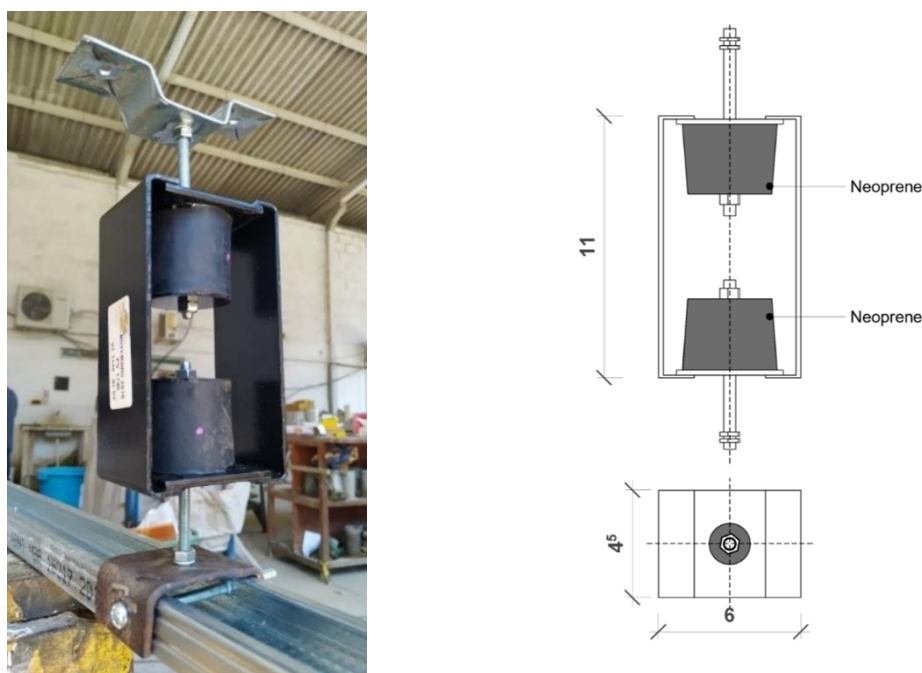
Fonte: Elaborado pela autora

Foram reaproveitados os perfis F530 e todas as placas de gesso acartonado do modelo tradicional de instalação (2-FoCon). As placas de gesso acartonado sofreram alguns danos causados pelos parafusos e foram restauradas com massa pronta para gesso.

2.2.2 Isolamento da ligação estrutura do forro - laje

Para substituir os niveladores que cumpriam a função de fixar o sistema no fundo da laje, foram selecionadas peças que isolam a vibração através de dois corpos de neoprene, chamados de pendural de elastômero duplo (Figura 20). Este produto normalmente é indicado para obras de grande porte, como teatros, shoppings e estádios.

Figura 20-Pendural de elastômero duplo 1143-01DT



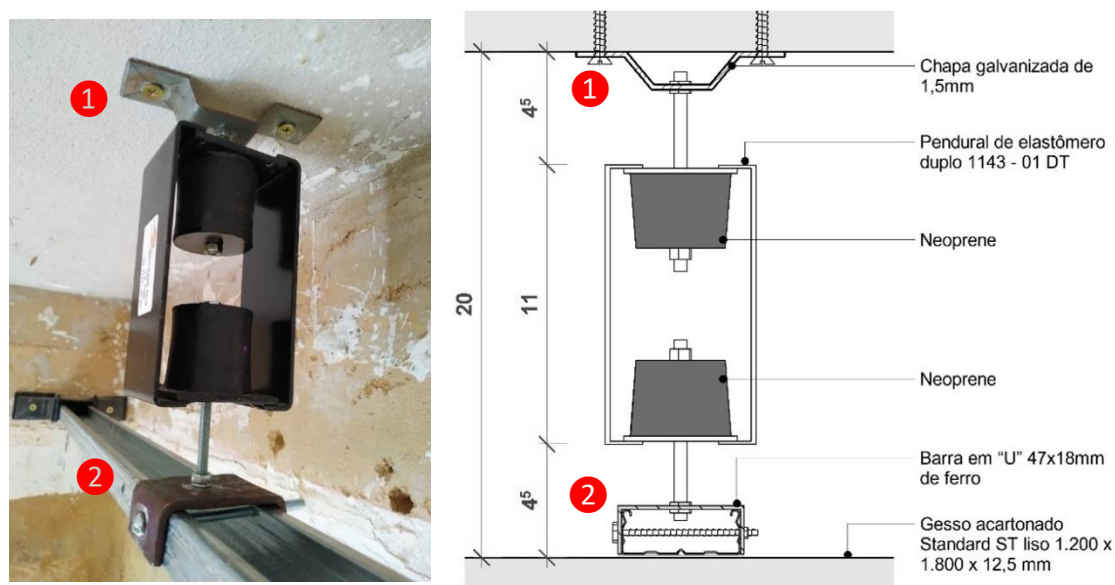
Fonte: Elaborado pela autora

Os parafusos do pendural só entram em contato com os corpos de neoprene da peça, sem encostar na parte metálica. Isso faz com que a vibração seja amortecida pelo material resiliente. Cada peça têm a capacidade de suportar uma carga de 10 à 25 kgf (quilograma-força) com uma deflexão de 7 ± 2 mm e frequência natural baixa, de 7 à 10Hz. As chapas de gesso acartonado de 1.200 x 1.800 x 12,5 mm possuem, segundo o fabricante, 8,5 kg/m². O forro cobre uma área de 6,87 m², logo, as chapas totalizam 58,4 kg. Foram utilizados 10 pendurais, dois por barra, que suportam juntos até 250 kgf. A

disposição das peças foi definida com base nas recomendações de instalação dos niveladores (Figura 20). Segundo o manual KNAUF (2018), os niveladores devem estar, pelo menos, a 1 m de distância entre eles e 0,10 m entre as paredes e os tirantes próximos (KNAUF, 2018).

Os pendurais se conectam com os outros elementos através dos parafusos em suas extremidades e, normalmente, são parafusados diretamente em sistemas construtivos metálicos. A solução encontrada para adaptá-lo ao local de estudo foi fabricar peças que conectassem os pendurais ao fundo da laje e ao perfil metálico do forro sem prejudicar o seu comportamento (Figura 21). As peças foram produzidas com os materiais que estavam à disposição na oficina do LABEME. Cada pendural precisou de 01 peça de perfil “U” com abas, desenvolvida a partir de uma chapa galvanizada de 1,5mm que é parafusada ao teto (1) e 01 peça em perfil “U” (47x18 mm), feita com chapa de ferro parafusada no perfil metálico (2).

Figura 21-Pendural instalado na câmara acústica através de peças fabricadas em laboratório.



Fonte: Elaborado pela autora

No total, foram fabricadas dez peças de ligação com a laje e dez peças de ligação com a barra. Foram utilizados dois parafusos de 8mm com bucha UX na fixação de cada peça número 1 e um parafuso de 70 mm para atravessar o perfil F530 e a peça número 2 (Figura 22). Nos parafusos com porcas, foram acrescentadas arruelas de pressão de 5mm, usada para criar uma resistência a rotação da porca. Após a montagem das peças nos

pendurais e encaixá-las nas barras, o próximo passo foi instalar a estrutura do forro na câmara.

2.2.1 Isolamento da ligação da estrutura do forro com as paredes

No sistema de montagem tradicional, os perfis metálicos se apoiavam na cantoneira em L, que era uma peça única posicionada no perímetro de contato com cada parede da câmara de recepção. Para facilitar o isolamento e reduzir a quantidade de material empregado, essas barras foram substituídas por peças de encaixe individual (Figura 22).

Figura 22-Substituição da cantoneira em L (acima) por peças de encaixe individuais para os perfis F530 (abaixo)



O material resiliente escolhido foi o lençol de borracha natural. Assim como o neoprene dos pendurais, a borracha natural é um elastômero com propriedades semelhantes. Segundo Bistafa (2006), ambos possuem a mesma capacidade de amortecimento e são indicados para isolamento de vibrações. A borracha natural foi escolhida pelo melhor preço, custando em média R\$ 95,00/m², enquanto o neoprene custa em torno de R\$ 400,00/m². O preço elevado justifica-se por ser um material mais resistente a óleos e detergentes, porém esta característica não é determinante para o bom funcionamento dos experimentos realizados neste trabalho e não desqualifica o outro produto para esta pesquisa.

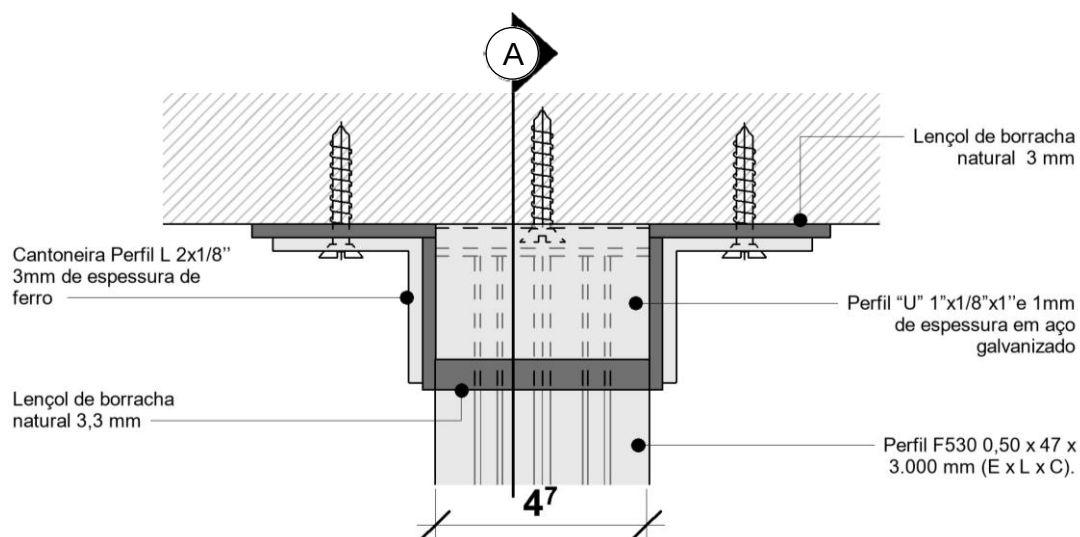
Para garantir a estabilidade da estrutura, as barras foram encaixadas na parede por uma peça de encaixe em Perfil “U” (1”x1/8”x1”) e as conexões foram travadas por duas

peças em Perfil L (30 mm x 3 mm), que foram parafusadas junto com a borracha (Figuras 23 e 24). A ponta da barra foi envolvida pelo elastômero e não possui contato direto com nenhuma das peças, parafusos ou parede, como mostra o corte da Figura 25.

Figura 23-Perfil F530 instalado com o uso de material resiliente

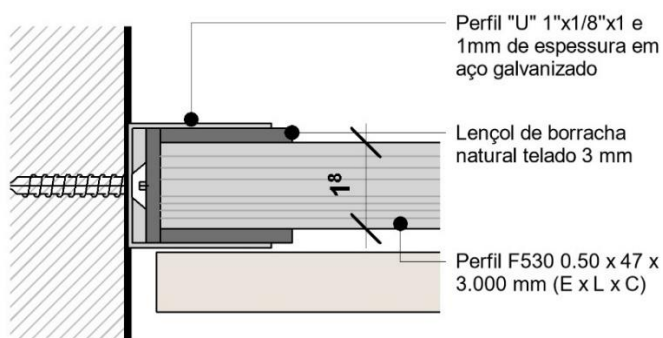


Figura 24-Encaixe da estrutura do forro na parede (vista de topo)



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 25 - Corte AA do encaixe da estrutura do forro na parede



Fonte: Elaborado pela autora

A instalação das barras começou com a marcação do nível do sistema, tendo como base a altura do forro anterior. Depois, foram fixadas as peças de encaixe com Perfil “U” e a borracha. Em seguida, uma das cantoneiras em L foi colocada e a barra foi encaixada pela lateral que estava livre. Para fechar o conjunto, a outra cantoneira foi fixada. Por fim, os pendurais, que já estavam posicionados nas barras, foram parafusados na laje (Figura 26).

Figura 26-Estrutura do forro com ligações isoladas



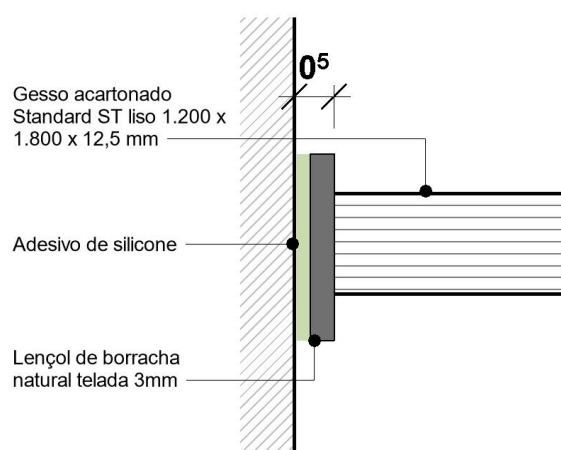
2.2.2 Isolamento da ligação das placas de gesso acartonado com as paredes

A última medida de isolamento foi tomada na ligação entre as chapas de gesso acartonado e as paredes. Nesta parte da pesquisa, foram realizados testes com a aplicação de material elástico entre as chapas e as paredes, testando dois materiais resilientes com

espessuras diferentes: a borracha natural de 3mm de espessura e uma mangueira pneumática de polietileno de 20 mm.

Os primeiros ensaios foram feitos com a utilização do lençol de borracha natural de 3 mm, o material mais fino. A borracha foi cortada em tiras e coladas com adesivo de silicone (Figura 27). O adesivo mantém a característica elástica mesmo após a secagem, garantindo um meio resiliente entre as chapas e a parede. A borracha recebia o adesivo e depois era empurrada no espaço entre a parede e o gesso. Após esse processo, o roda-teto foi finalizado com a fita de papel para juntas e a massa pronta para uso em gesso acartonado.

Figura 27-Detalhe da conexão das placas de gesso com borracha natural de 3mm



Fonte: Elaborado pela autora

Após os ensaios realizados neste grupo de estratégia, notou-se que a massa utilizada para dar acabamento poderia configurar uma ponte acústica entre a placa e a parede (Figura 28). Então, o acabamento foi removido e realizado um novo ensaio a fim de demonstrar a interferência da massa (Figura 29). Porém, a nova medição apresentou o mesmo nível global para o sistema, validando os ensaios anteriores e demonstrando que não houve influência no resultado.

Figura 28-Forro recebendo acabamento com fita de papel e massa pronta para gesso acartonado



Figura 29-Borracha natural inserida entre o forro e a parede sem nenhum acabamento



Para sanar qualquer incerteza sobre a rigidez da ligação chapa-borracha-parede, foi testado um segundo material que conferisse maior flexibilidade a ligação. O produto com melhor custo-benefício encontrado foi a mangueira pneumática de poliuretano de 20 mm, custando R\$ 3,50 por metro. A mangueira também possui a vantagem de ter uma camada de ar que ajuda no isolamento, se tornando um sistema massa-mola-massa (Figura 30). Para a instalação, a borda do forro foi serrada para aumentar para 15mm, 5mm a menos que o diâmetro da mangueira, deixando-a levemente comprimida, garantindo assim a vedação do sistema. Passou-se cola selante na parede e na borda das placas e a mangueira foi instalada (Figura 31). Em algumas falhas entre o forro e a mangueira foi adicionada mais cola para fechar algumas aberturas, que foram regularizadas com massa na etapa anterior.

Figura 30-Mangueira pneumática de poliuretano de 20 mm de diâmetro (esquerda) e detalhe de sua instalação (direita)



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 31-Mangueira instalada com adesivo selante à base de silicone



Existem outros perfis de silicone que podem ser adaptados para este tipo de estratégia (Figura 32). Um exemplo é o perfil tipo “D” de silicone que custa cerca de R\$ 32,90 por metro (Figura 33). Outro tipo facilmente encontrado é o perfil tipo “E” utilizado para vedar portas de forno e custa cerca de R\$ 26,00 por metro (Figura 34). Os valores destes materiais são mais elevados pois ambos são fabricados para resistir a altas temperaturas. Os dois perfis possuem câmaras de ar que ajudariam no isolamento acústico.

Figura 32-Perfis de tubos de material resiliente com camadas de ar



Figura 33-Perfil “D” de silicone

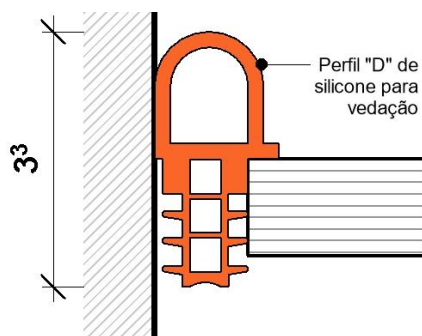


Figura 34-Perfil “E” de silicone



Fonte: Elaborado pela autora

Após a secagem, a cola não enrijeceu completamente, mantendo ainda boa flexibilidade, evitando a formação de pontes rígidas. Os ensaios foram realizados somente com a mangueira de seção circular. A última fase de testes ocorreu em seguida, com a inserção da manta de lã de vidro ensacada de 50mm no entreferro, de acordo com o descrito no item 2.4 para confirmar o desempenho da manta fono-absorvente no sistema de forro isolado.

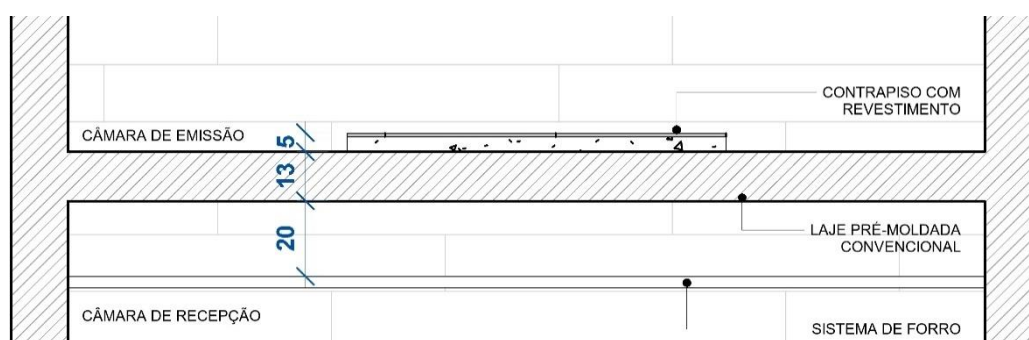
É importante ressaltar que a pesquisa está focada no desempenho acústico, ficando a estética do sistema em segundo plano. A solução para camuflar a mangueira é aplicar um roda-teto com um pequeno afastamento entre eles.

2.4 Procedimentos de ensaio

O desempenho acústico de um sistema é definido através de um número global dado em decibéis. Esse valor corresponde ao nível de pressão sonora de impacto padronizado (L'_{nt}) que é o resultado de cálculos feitos com os dados coletados nas medições de ruído de impacto, ruído de fundo e tempo de reverberação.

Foi adotado o método de ensaio simplificado para as medições de ruído de impacto (Figura 35), que consiste em reproduzir o sistema de piso através de uma placa que simula o piso em tamanho reduzido, sem a necessidade de revestir toda área da câmara de emissão. Dessa forma, há uma minimização no tempo de instalação, maior facilidade para fazer alterações na composição do piso ensaiado e reduz o consumo de materiais. O método de ensaio simplificado pode ser visto no trabalho de Ferraz (2008), Borges *et. al* (2017) e Tutikian (2015).

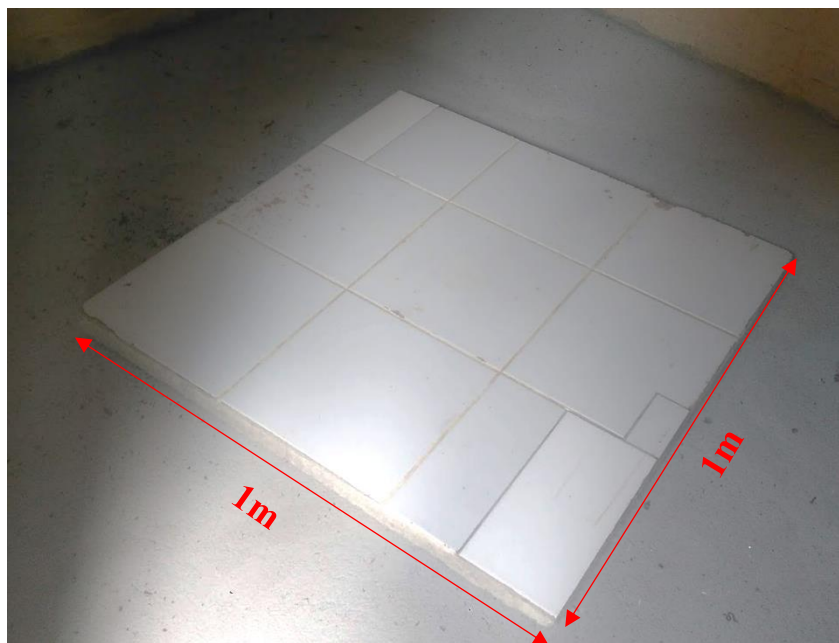
Figura 35-Corte esquemático de ensaio simplificado com placa de 1m x 1m



Fonte: Elaborado pela autora

A placa utilizada durante os ensaios possui as dimensões 1m x 1m (Figura 36); foi fabricada com uma camada de contrapiso de 4 cm, revestida de cerâmica esmaltada de 34 x 34 cm (largura x comprimento); com 5 mm de espessura, assentada por uma camada de 5 mm de argamassa AC-II, totalizando 5 cm de altura da placa. Esta amostra foi reaproveitada de pesquisas anteriores realizadas no LABEME, necessitando somente da regularização da superfície inferior com cimento-cola. Os ensaios foram iniciados somente após a secagem e cura desta restauração.

Figura 36-Placa utilizada durante os ensaios de ruído de impacto



2.4.1 Ruído de impacto

O ensaio de ruído de impacto está regulamentado pela norma internacional ISO 16283-2:2015 (Medição de campo do isolamento acústico em edifícios e elementos de construção - Parte 2: Isolamento acústico de impacto), sugerida pela Norma de Desempenho (ABNT, 2013). Ela descreve os procedimentos que devem ser seguidos durante os testes, mostra quais equipamentos utilizar e fornece o cálculo para determinar o nível de pressão sonora de impacto padronizado (L'_{nt}). Este nível obtido através do impacto gerado por uma fonte operando sobre um sistema de piso e captado no pavimento inferior por um analisador acústico, que capta o ruído por frequência de terças de oitava.

Os equipamentos utilizados para o ensaio de ruído de impacto foram: um analisador acústico portátil modelo 2270 fabricado por Brüel & Kjær na câmara de recepção e uma máquina de impacto tipo 3207 da Brüel & Kjær na câmara de emissão (Figura 37). Segundo o manual do fabricante (BRÜEL & KJÆR, 2013), a máquina de impacto possui cinco martelos de 500 g cada caindo de uma altura de 4 cm e operando a uma frequência de 10 Hz (2Hz por martelo).

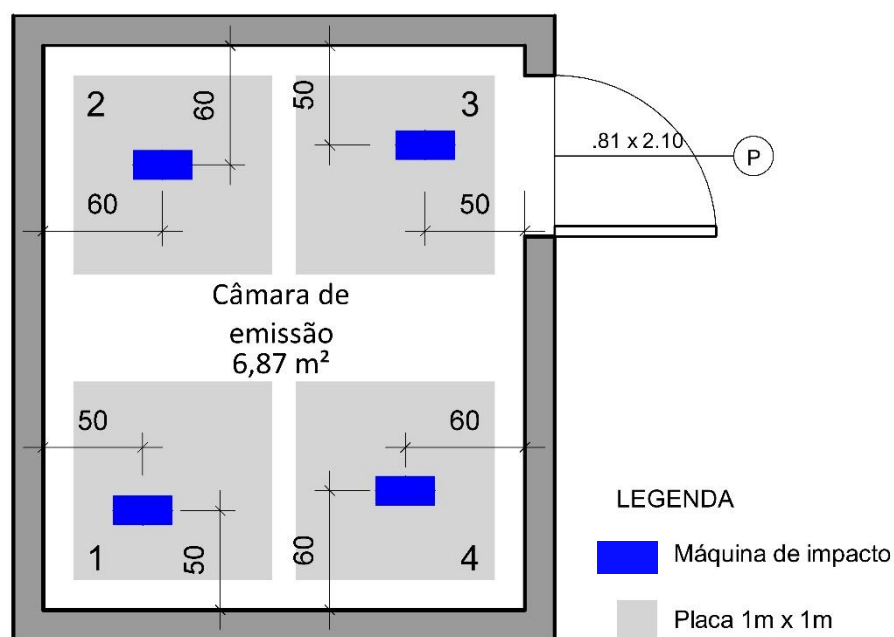
Figura 37- Esquema da localização dos equipamentos para ensaio de ruído de impacto



Fonte: Elaborado pela autora

Seguindo as instruções da ISO 16283-2:2015, a máquina de impacto deve se posicionar em quatro pontos diferentes do ambiente, obedecendo uma distância mínima de 50 cm e 60 cm das paredes de forma alternada (Figura 38). As amostras reduzidas (placa contrapiso com revestimento cerâmico assentado) não encostam nas paredes para reduzir a transmissão de ruído através das pontes acústicas (Figura 39).

Figura 38-Posições da máquina de impacto e placa para ensaio de ruído de impacto



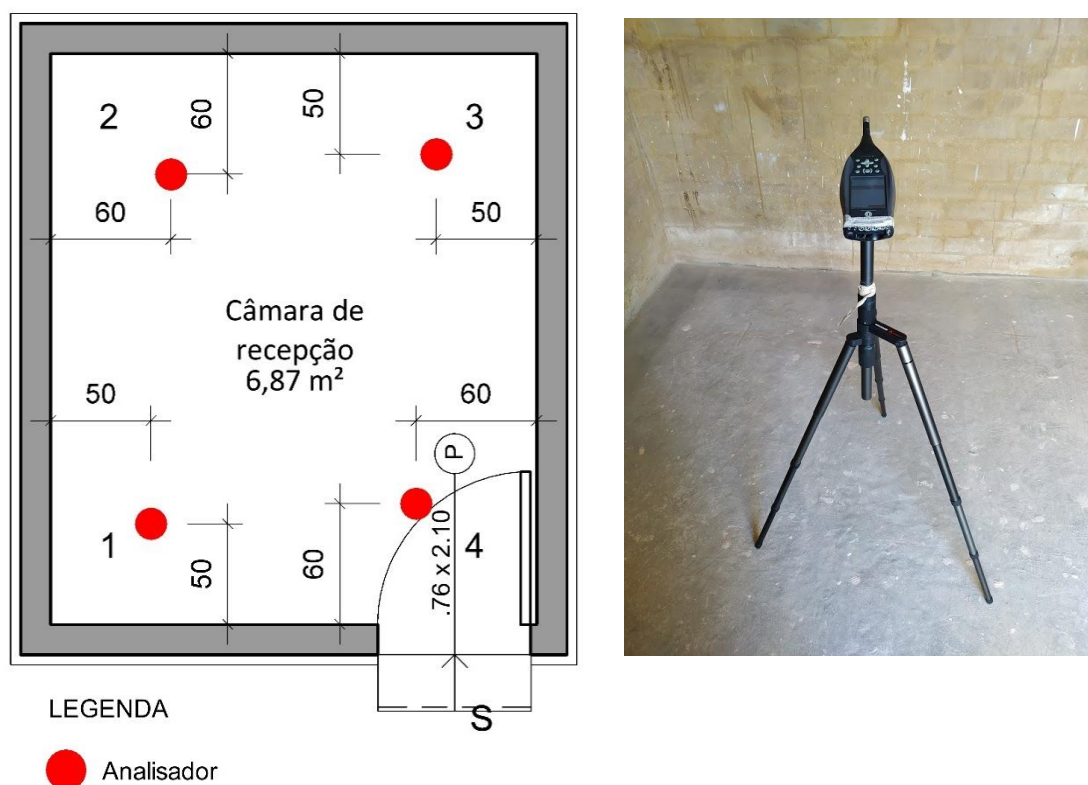
Fonte: Elaborado pela autora

Figura 39-Placa e máquina de impacto usadas durante ensaio na CA1



Para cada posição do aparelho de impacto no pavimento superior, o analisador acústico percorre quatro pontos no pavimento inferior. Os pontos do analisador são os mesmos adotados para a máquina de impacto, alinhados verticalmente. O microfone do analisador deve respeitar a distância de, no mínimo, 1 metro até a superfície acima dele, que pode ser o fundo da laje ou o forro (Figura 40).

Figura 40-Posições do analisador acústico durante o ensaio de ruído de impacto



Fonte: Elaborado pela autora

Para isolar melhor a câmara acústica e reduzir a interferência de fatores externos durante todos os ensaios de ruído de impacto, ruído de fundo e tempo de reverberação, foram colocados protetores de espuma de polietileno na porta da câmara de recepção, onde são captados os sons.

2.4.2 RUÍDO DE FUNDO

O objetivo do ensaio de ruído de fundo é captar qualquer som externo aos ensaios que não seja gerado pela fonte analisada. Este valor é utilizado para corrigir as medições de ruído de impacto quando o valor do ruído de fundo for elevado. De acordo com a norma ISO 16283-2:2015, o ideal é que a diferença entre o ruído de fundo e cada frequência do ruído de impacto seja maior do que 10dB. Abaixo disto, deve-se fazer cálculos de correção que serão descritos no item 2.5.

O ensaio possui um único passo: o analisador acústico modelo 2270 fabricado por Brüel & Kjær é posicionado no centro da câmara de recepção para captar áudios até o

som se estabilizar ou por um período de cinco minutos. Este procedimento deve ser realizado no mesmo horário e no mesmo ambiente de medição dos ruídos de impacto.

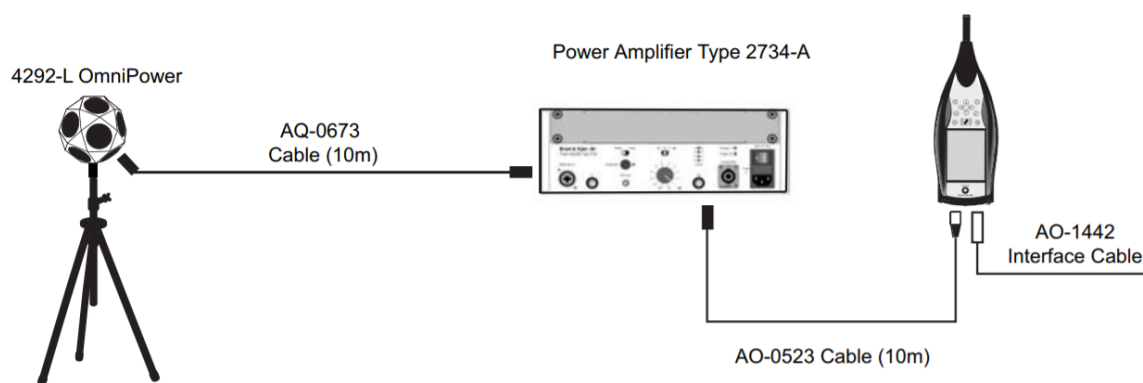
2.4.3 TEMPO DE REVERBERAÇÃO

O tempo de reverberação deve ser realizado em conformidade com a NBR 11957 (ABNT, 1988) - Reverberação - Análise do tempo de reverberação em auditórios - Método de ensaio. Esta norma descreve o método de medição e equipamentos.

Este teste afere o tempo necessário para que o nível de pressão sonora caia 60dB depois que a fonte sonora cessar (ABNT, 1988). Uma das exigências é que a fonte sonora seja o menos direcionável possível e deve produzir um nível de pressão sonora pelo menos 40 dB acima do ruído de fundo na banda correspondente.

Além do analisador acústico modelo 2270 fabricado por Brüel & Kjær, utiliza-se uma fonte sonora omnidirecional (modelo 4292; Marca Brüel & Kjær) ligada a um amplificador de potência (tipo 2734; Marca Brüel & Kjær), como na Figura 41. A fonte consiste em um conjunto de doze alto-falantes distribuídos em uma configuração dodecaédrica que irradia o som uniformemente no espaço.

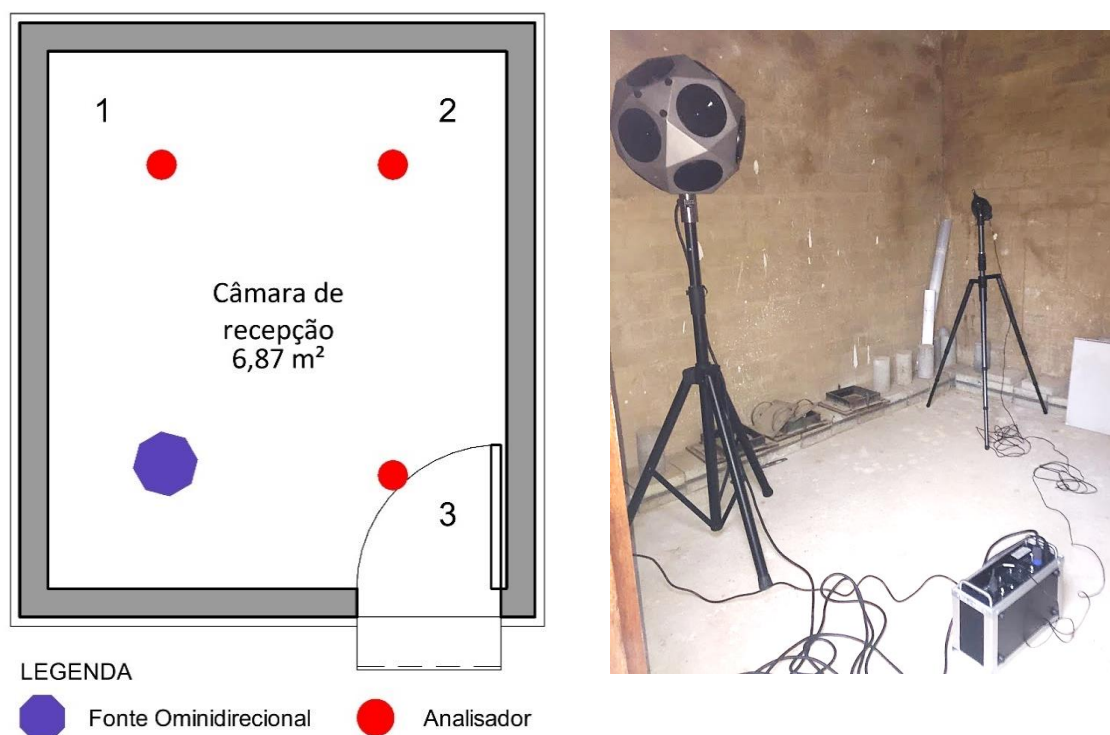
Figura 41-Conexão dos equipamentos para medição do T.R.



Fonte: BRÜEL & KJÆR, 2013

A medição é feita na sala receptora sempre que houver alterações nas superfícies do ambiente, ou seja, este processo foi repetido após cada alteração do sistema de forro. O ensaio consiste em utilizar uma fonte sonora omnidirecional em uma posição fixa e medir o tempo de decaimento do som com o analisador em três posições diferentes (Figura 42).

Figura 42-Ensaio do tempo de reverberação na CA1



Fonte: Elaborado pela autora

A norma indica que a fonte fique em pelo menos duas posições diferentes, mas entende-se que esta medida é necessária em grandes áreas, para que a fonte sonora alcance adequadamente todas as superfícies do espaço. Como se trata de uma área com menos de 7m², a fonte em um único ponto é suficiente para o ensaio.

2.5 TRATAMENTO DOS DADOS COLETADOS

O tratamento dos dados teve como base de referência a ISO 717-2:2013 (Classificação do isolamento acústico em edifícios e elementos de construção - Parte 2: Isolamento acústico de impacto) que fornece as fórmulas para calcular o nível de pressão sonora de impacto padronizado ponderado ($L'_{nT,w}$). Este parâmetro determina o valor global em decibéis atribuído ao sistema de piso testado e é utilizado para classificá-lo segundo a Norma de Desempenho NBR 15.575-3 (2013). Este índice mostra quanto do ruído de impacto foi transmitido para a câmara receptora. Quanto maior o valor, maior a transmissão e, consequentemente, pior é o desempenho.

Os valores obtidos por banda de frequência foram tabulados em uma planilha do *software* Microsoft Excel programada de acordo com os cálculos da norma. Na planilha

se organizaram os dados de acordo com o tipo de medição, sendo os mesmos adicionados manualmente.

A sistematização dos dados de tempo de reverberação leva em consideração as frequências entre 50 e 5.000 Hz de cada uma das três posições medidas pelo analisador. O tempo de reverberação é obtido através da média aritmética de cada frequência e é utilizado na equação para obter o nível de impacto padronizado (L'_{nt}).

Os dados coletados referentes aos ensaios de ruído de impacto foram calculados considerando as frequências de terças de oitava entre 100 e 5.000 Hz. Para um ensaio completo, a máquina de impacto assume quatro posições na câmara de emissão. Para cada posição são feitas quatro medições da câmara de recepção. Portanto, para um ensaio completo o analisador faz 16 coleta de dados. Estes dados são agrupados por posição da placa e calculam-se as médias. Depois é feita a média das médias dos quatro ensaios, encontrando assim a média final dos ensaios de ruído de impacto que é corrigida pelo ruído de fundo.

O ruído de fundo corrige os valores das medições de ruído de impacto entre as bandas de 100 e 3150 Hz. Este cálculo é apresentado pela ISO 16283-2:2015. Os resultados obtidos nos ensaios de ruído de impacto são subtraídos do valor do ruído de fundo. Se essa diferença for maior do que 10 dB não é necessária nenhuma correção. Se a diferenças for entre 10 e 6 dB, deve-se aplicar a fórmula abaixo (1). Se a diferença for menor que 6 dB, basta adicionar 1,3 dB na frequência da média de impacto que necessita de correção.

$$L = 10 \lg(10^{\frac{L_{sb}}{10}} - 10^{L_b/10}) \quad (1)$$

Onde:

L = é o nível do sinal ajustado (dB);

L_{sb} = é o nível de sinal e ruído de fundo combinado (dB);

L_b = nível de ruído de fundo (dB);

Estes valores corrigidos passam agora pela fórmula para calcular o nível de impacto padronizado (L'_{nt}) dada pela ISO 16283-2:2015 (2):

$$L'_{nt} = L_i - 10 \text{ Log } (T/T_0) \text{ dB} \quad (2)$$

Onde:

L'_{nt} - nível de ruído de impacto padronizado (dB);

L_i - nível de ruído de impacto medido na câmara de recepção (dB);

T - tempo de reverberação medido na câmara de recepção (segundos);

T0 - tempo de reverberação de referência (segundos),

T0 = 0,5 segundos.

Para o cálculo do valor global, a ISO 717-2:2013 estabelece valores de referência para bandas de um terço de oitava e bandas de oitava das frequências entre 100 e 3150 Hz. Portanto, para descobrir o nível de pressão sonora de impacto padronizado ponderado (L'_{nTw}), comparam-se estes valores de referência com os valores de nível de impacto padronizado (L'_{nt}) encontrados em uma tabela (Tabela 6).

Tabela 6-Tabela para encontrar o nível de ruído de impacto padronizado

CURVA PADRÃO X NÍVEL DE RUÍDO DE IMPACTO PADRONIZADO					
	A	B	C	D	E
FREQUÊNCIA (Hz)	Curva (dB)	L'nT (dB)	Diferença		
100	81	66,9	-14,1	0	0,0
125	81	62,6	-18,4	0	0,0
160	81	72,6	-8,4	0	0,0
200	81	68,7	-12,3	0	0,0
250	81	72,0	-9,0	0	0,0
315	81	73,0	-8,0	0	0,0
400	80	70,8	-9,2	0	0,0
500	79	71,1	-7,9	0	0,0
630	78	74,3	-3,7	0	0,0
800	77	67,5	-9,5	0	0,0
1000	76	72,0	-4,0	0	0,0
1250	73	73,1	0,1	1	0,1
1600	70	73,2	3,2	1	3,2
2000	67	72,7	5,7	1	5,7
2500	64	71,4	7,4	1	7,4
3150	61	71,8	10,8	1	10,8
SOMA				5	27,3
					32*

Número Global que Classifica a Amostra **79** dB

* Valor de referência

Onde,

Coluna A: valores de referência da ISO 717-2:2013.

Coluna B: nível de impacto padronizados calculados pela ISO 16283-2:2015

Coluna C: é a diferença entre as duas colunas.

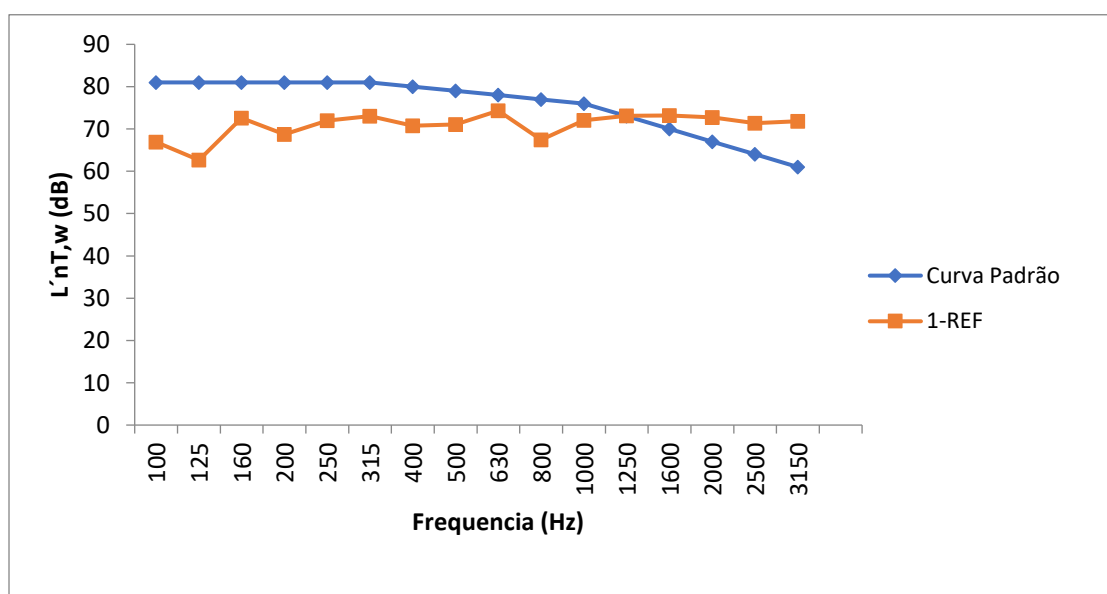
Coluna D: se o resultado de “C” for negativo, adota-se valor 0 (zero). Se o resultado de “C” for positivo, adota-se o valor 1(um).

Coluna E: aparecem os valores positivos que serão somados. Estes valores não podem ultrapassar 32 dB. Esta referência é a diferença aceitável entre o L'_{nt} e os valores da curva padrão.

Para determinar o valor global da amostra, deve-se alterar os valores da curva correspondente a frequência de 100Hz na coluna A (Tabela 5), sempre com números inteiros, até achar o número para o valor de referência no canto inferior direito da tabela mais próximo de 32, sem ultrapassá-lo. O valor global que caracteriza a amostra é indicado na frequência de 500 Hz. O desempenho do sistema de piso analisado no exemplo acima atende ao critério mínimo exigido pela Norma de Desempenho NBR 15.575-3 (ABNT, 2013).

Após a inserção e manipulação dos dados, foi gerado o gráfico que ilustra a curva padrão com os valores de referência da norma ISO 717-2:2013 e a curva obtida pela amostra (Figura 43).

Figura 43-Comparação entre a curva padrão e a curva do ensaio



Em seguida, os resultados dos testes foram submetidos ao cálculo de desvio-padrão para avaliar a uniformidade dos dados coletados por cada grupo de ensaios. Quanto mais baixo for esse número, mais próximo das médias estarão as medições. Esse cálculo foi aplicado aos ensaios com resultados diferentes. Quando há três valores iguais, o desvio-padrão é zero.

Por último, foi feita a comparação dos resultados das estratégias de isolamento FoIso1, FoIso2 e FoIso2_LV através de um teste de hipótese por apresentarem resultados

aproximados. A análise de variância com um fator é o teste recomendado para este caso. Segundo Larson e Faber (2015) explicam que a análise de variância (ANOVA) com um fator é uma técnica usada para comparar as médias de três ou mais grupos. São formuladas duas hipóteses, uma com afirmação de igualdade entre as médias, conhecida como Hipótese nula (H_0) e outra afirmando que as médias são diferentes, chamada de Hipótese alternativa (H_a). Se o teste rejeitar a hipótese nula, significa que há, pelo menos, uma média diferente das demais.

A tabela ANOVA foi gerada com a ferramenta de análise de dados do software Excel a partir das médias dos ensaios FoIso1, FoIso2 e FoIso2_LV. A tabela apresentada no Capítulo 3 mostra os dados utilizados para calcular a distribuição F (soma dos quadrados, grau de liberdade e quadrado médio), o valor de F, o valor-p e o valor crítico de F para $\alpha=0,05$. Para rejeitar a hipótese nula, o valor de F encontrado deve ser maior do que o valor crítico. Outra forma de fazer esta verificação é utilizando o valor-p (nível de significância) de 0,05 como valor de corte para rejeitar a H_0 . Se o valor-p encontrado na ANOVA for menor do que 0,05, a Hipótese nula pode ser descartada, pois isto garante que haverá, no máximo, 5% de risco de não ter nenhuma diferença real entre as médias.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Resultados obtidos nos ensaios de ruído de impacto

A seguir, são apresentados os resultados dos testes realizados em laboratório, na câmara acústica de laje pré-moldada (CA1) com a mesma amostra de piso na câmara de emissão. Todas as medições foram repetidas três vezes para reduzir o grau de incerteza. Os materiais e métodos de ensaio foram descritos no Capítulo 2. Todos os dados estão detalhados nos Apêndices A, B e C para cada sistema ensaiado e seguindo as frequências entre 100 e 3150 Hz.

Os três ensaios referentes ao sistema FoIso2+LV sofreram correção na média do ruído de impacto como sugerido pela norma ISO 16283-2:2015, pois a diferença entre os ruídos de impacto e de fundo foram menores do que 10 dB em algumas frequências. A Tabela 7 apresenta as médias dos níveis de ruído de impacto (Li) capturados na câmara de recepção da CA1. Estes valores são utilizados, junto com o tempo de reverberação, no cálculo do nível de pressão sonora padronizada. Na tabela abaixo, são apresentadas as médias aritméticas dos três ensaios de cada sistema para cada frequência analisada. Os resultados completos com os valores obtidos separadamente estão no Apêndice A.

Tabela 7-Médias dos níveis de ruído de impacto (Li) para cada sistema estudado

FREQ (Hz)	Ensaio (dB)					
	Ref	FoCon	FoCon+LV	FoIso1	FoIso2	FoIso2+LV
100	74,2	72,3	69,2	68,7	68,3	65,8
125	68,3	64,1	60,6	60,5	58,0	57,6
160	78,3	73,3	73,3	74,5	73,2	73,2
200	74,8	75,6	74,2	76,1	76,4	75,5
250	78,6	78,1	77,3	78,3	79,5	77,4
315	78,1	75,9	74,3	74,8	76,2	73,8
400	75,3	76,0	73,2	73,2	75,2	73,4
500	75,2	74,8	72,7	73,0	73,9	73,4
630	78,8	77,6	76,7	76,1	77,2	77,7
800	73,1	72,6	71,9	70,2	70,3	71,2
1000	76,2	74,1	72,6	71,3	74,1	73,9
1250	77,2	72,2	72,2	72,1	73,2	71,3
1600	76,0	69,9	69,1	69,8	69,2	66,1
2000	76,3	67,4	66,1	65,4	65,1	62,2
2500	75,0	62,0	59,9	60,0	59,5	54,7
3150	75,2	61,8	55,1	58,1	57,1	48,3

A tabela 7 mostra que todos os sistemas testados foram mais eficientes nas frequências mais altas, entre 1250 e 3150 Hz. Para estas bandas de frequência, o sistema de gesso acartonado convencional (FoCon) foi o menos eficiente, com uma redução máxima de 13,4 dB na banda de 3150Hz. Verifica-se que a proposta de gesso acartonado isolado com mangueira e com lã de vidro (FoIso2+LV) teve as menores médias entre as bandas de 100 e 160 Hz e entre 1250 e 3150 Hz, conseguindo reduzir 10,7dB em 125 Hz e 26,9 dB na frequência de 3150Hz, por exemplo. O outro sistema com lã de vidro (FoCon+LV) se destacou nas frequências medianas, entre 200 e 500 Hz.

Os sistemas estudados conseguiram reduzir, no máximo, 1,4dB na banda de 250Hz, mantendo valores similares aos da referência em todas as médias. Em 200 Hz, houve o efeito contrário, pois os valores cresceram até 1,6 dB e só houve uma pequena redução (0,6 dB) no sistema de gesso acartonado convencional com manta de lã de vidro (FoCon+LV).

Os tempos de reverberação foram medidos uma vez para cada alteração no espaço e estão descritos na Tabela 8. Nota-se que o tempo de reverberação não teve diferenças significativas entre estratégias, porém, houve a influência de alguns elementos do sistema de forro. A maior diferença é de 1,4 segundos a menos na frequência de 63Hz no teste com o forro de gesso acartonado convencional com lã de vidro (FoCon+LV). O tempo de reverberação sofreu uma redução nas menores frequências (entre 50 e 125 Hz) em todas as etapas de teste. A adição da mangueira nas estratégias FoIso2 e FoIso2+LV possivelmente contribuiu para o aumento do tempo de reverberação nas frequências mais altas (entre 1000Hz e 5000Hz). Estes resultados podem estar associados ao tamanho do entreforro (20 cm) e a superfície lisa da chapa de gesso acartonado.

Tabela 8-Tempo de reverberação medido em cada etapa (s)

FREQ (Hz)	Tempo de reverberação (s)					
	Ref	FoCon	FoCon+LV	FoIso1	FoIso2	FoIso2+LV
50	1,9	1,3	0,6	2,0	2,1	0,7
63	2,1	1,3	0,7	2,1	2,1	0,8
80	1,6	1,2	0,7	1,5	1,6	1,2
100	1,9	1,5	0,8	1,4	1,3	0,7
125	2,0	1,9	1,0	1,8	1,4	1,3
160	1,8	2,4	1,6	2,1	1,9	1,9
200	2,0	2,0	1,8	2,0	2,3	2,2
250	1,7	1,8	1,9	2,0	2,0	1,8
400	1,4	1,2	1,3	1,3	1,8	1,9
500	1,4	1,4	1,5	1,3	2,2	1,9
630	1,3	1,3	1,3	1,2	2,0	2,0
800	1,2	1,1	1,2	1,1	2,0	1,9
1000	1,1	1,1	1,2	1,1	1,8	1,8
1250	1,1	1,1	1,1	1,2	1,8	1,8
1600	1,0	1,1	1,1	1,2	1,7	1,7
2000	1,1	1,1	1,1	1,2	1,6	1,6
2500	1,0	1,0	1,0	1,1	1,5	1,5
3150	0,9	0,9	0,9	1,0	1,3	1,2
4000	0,8	0,8	0,9	0,9	1,1	1,1
5000	0,8	0,8	0,8	0,9	1,1	1,0

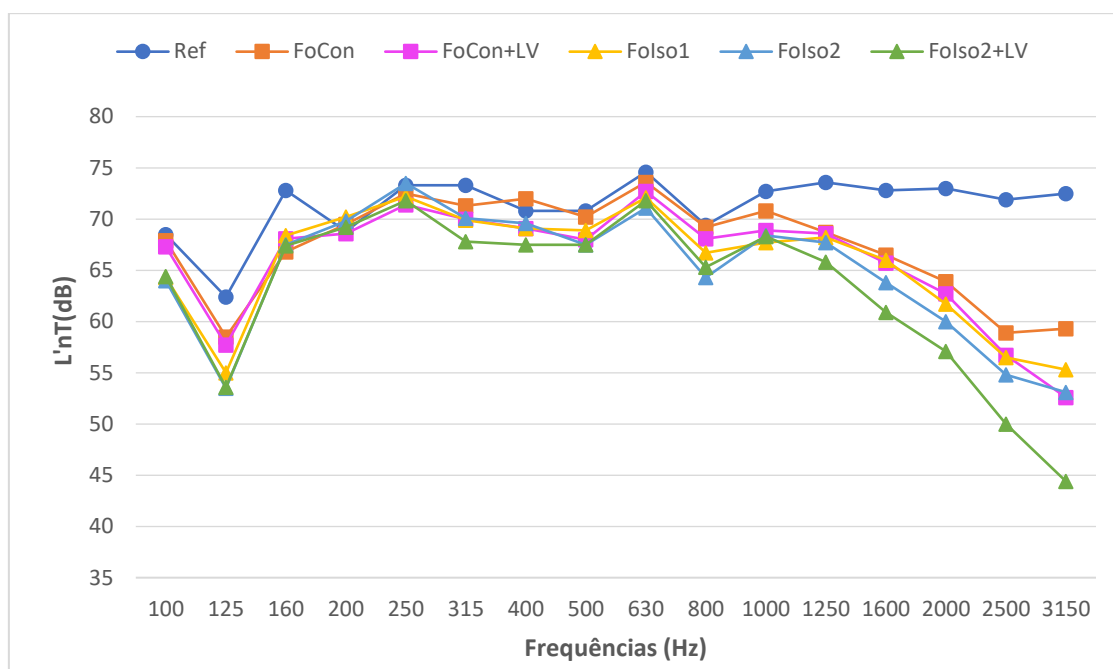
Os níveis de pressão sonora padronizados (L'_{nT}) de cada ensaio estão apresentados na Tabela 9. Os valores foram obtidos através do cálculo apresentados no item 2.5 e utilizou as médias de nível de ruído de impacto (L_i) e tempo de reverberação.

Tabela 9-Níveis de pressão sonora padronizada (L'_{nT})

FREQ (Hz)	Níveis de pressão sonora padronizada (L'_{nT}) (dB)					
	Ref	FoCon	FoCon+LV	FoIso1	FoIso2	FoIso2+LV
100	68,5	67,9	67,3	64,3	64,0	64,4
125	62,4	58,5	57,7	55,0	53,5	53,6
160	72,8	66,8	68,1	68,4	67,5	67,4
200	68,8	69,5	68,6	70,2	69,8	69,2
250	73,3	72,5	71,4	72,2	73,5	71,8
315	73,3	71,3	70,0	69,9	70,1	67,8
400	70,8	72,0	69,1	69,1	69,6	67,5
500	70,8	70,2	68,0	68,9	67,5	67,5
630	74,6	73,6	72,7	72,1	71,1	71,8
800	69,4	69,2	68,1	66,7	64,3	65,3
1000	72,7	70,8	68,9	67,7	68,4	68,3
1250	73,6	68,7	68,6	68,2	67,7	65,8
1600	72,8	66,5	65,7	66,0	63,8	60,9
2000	73,0	63,9	62,7	61,7	60,0	57,1
2500	71,9	58,9	56,7	56,5	54,8	50,0
3150	72,5	59,3	52,6	55,3	53,1	44,4

Os resultados da Tabela 9 demonstram que os sistemas de forro aplicados foram mais eficientes para reduzir as altas frequências. Esse efeito é visível no gráfico (Figura 43) mostrando a curva decrescendo a partir da frequência 1000 Hz em todos os ensaios. As maiores reduções foram detectadas nas propostas de forro de gesso acartonado isolado com mangueira. O modelo isolado com manta de lã de vidro (FoIso2+LV), conseguiu reduzir 28,1 dB na frequência de 3150 Hz e destaca-se com a curva mais baixa. Para o grupo com forro de gesso acartonado convencional, a inserção da manta fono-absorvente (FoCon+LV) melhorou a performance do conjunto em todas as frequências e isolou até 19,8 dB na banda mais alta. Ademais, houve o aumento dos valores de 200Hz e a banda de 250Hz sofreu poucas modificações em todos os testes, como aparece no gráfico (Figura 44).

Figura 44-Gráfico comparando o nível de pressão sonora padronizado (L'_{nT}) de todos os sistemas



3.2 Reduções de ruídos de impacto com sistema convencional de sustentação do forro

O nível de pressão sonora de impacto padrão ponderado ($L'_{nT,w}$) medido com o sistema de referência sem instalação de forro na câmara acústica (CA1) resultou em 79 dB, o que implica em desempenho mínimo acústico para ruído de impacto, conforme o critério da NBR 15575 (ABNT, 2013). Este resultado foi o parâmetro de comparação para cada alteração feita no sistema de sustentação do forro e adicionamento de materiais absorventes e estratégias isolantes.

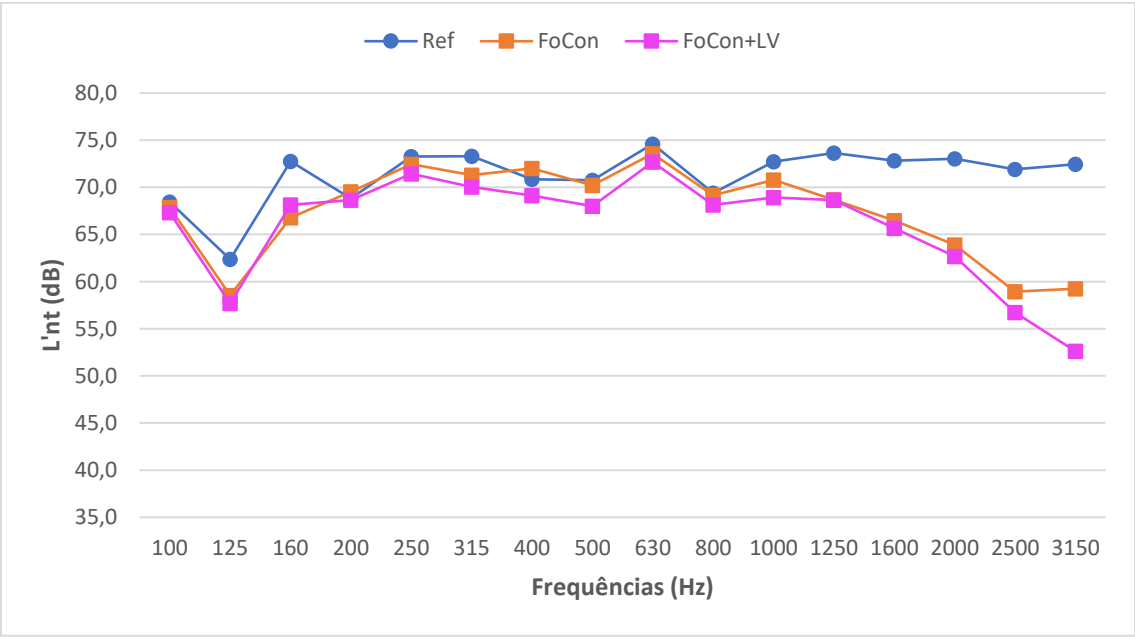
Apenas com a instalação do sistema de forro de gesso acartonado convencional (FoCon) se conseguiu reduzir o $L'_{nT,w}$ para 71 dB, ou seja, diminuiu 8 dB de transmissão do ruído para a ambiente de recepção. A presença da manta de lã de vidro ensacada (50mm de espessura) colocada sobre o forro de gesso acartonado reduziu mais 2 dB no valor de $L'_{nT,w}$. Contudo, a redução total de 10 dB no nível global ($L'_{nT,w}$) não foi significativa a ponto de alterar a classificação de desempenho do sistema de piso, considerando que a NBR 15575-3 (ABNT, 2013) estabelece a faixa para $L'_{nT,w}$ entre 80 dB e 66 dB com classificação mínima (Tabela 10).

Tabela 10-Números globais (L'_{nTw}) dos sistemas de forro com sistema de sustentação convencional

	Ensaio 1 (dB)	Ensaio 2 (dB)	Ensaio 3 (dB)	Ganho de isolamento (dB)	Desempenho (dB)
Ref	79	79	79	-	Mínimo
FoCon	71	71	71	8	Mínimo
FoCon+LV	69	69	69	10	Mínimo

O gráfico abaixo (Figura 45) ilustra o comportamento do conjunto de testes realizados com instalação convencional. O comportamento das amostras segue a tendência da curva de referência até 1000 Hz. A partir deste ponto, o gesso acartonado demonstra eficiência no isolamento das bandas de frequências mais altas. Ao adicionar a lã de vidro, a curva decresce mais, principalmente em 3150 Hz.

Figura 45-Comparativo entre os níveis de pressão sonora dos sistemas com instalação convencional



3.3 Reduções de ruídos de impacto com isoladores de vibração na sustentação do forro

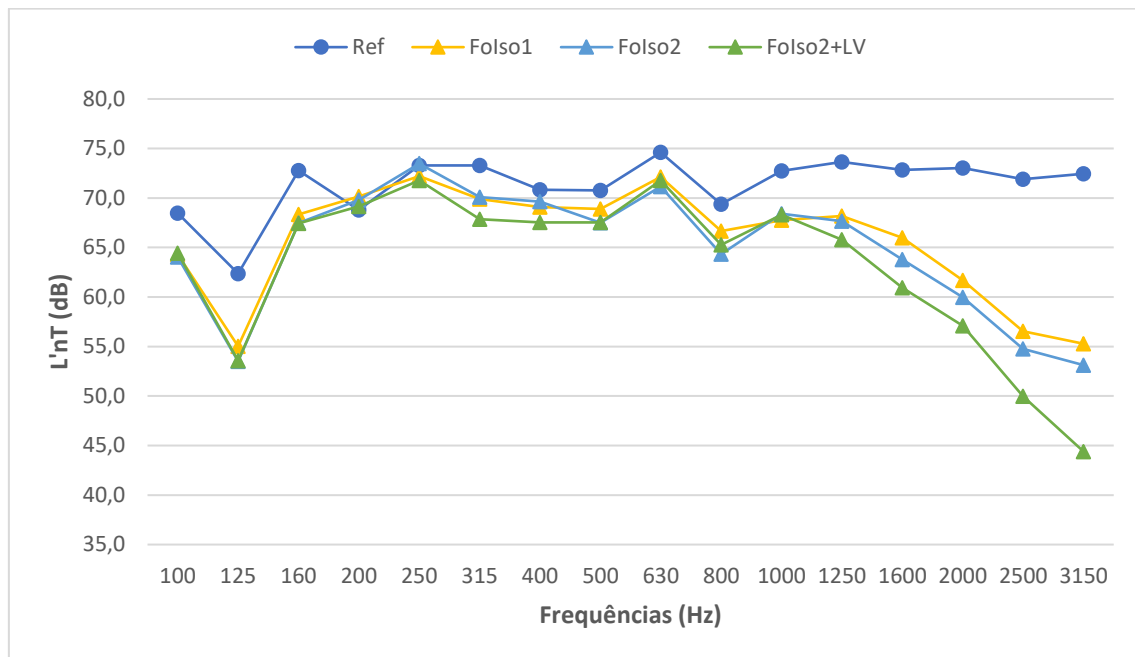
O sistema de forro de gesso acartonado sustentado por isoladores de vibração e com aplicação de borracha natural entre as conexões com as paredes (FoIso1) obteve um desempenho semelhante ($L'_{nT,w} = 69$ dB; Tabela 11) ao forro de gesso acartonado instalado com sistema de sustentação convencional e com a manta de lã de vidro posicionada sobre ele (FoCon+LV; Tabela 10). Portanto, não se observou praticamente ganho de isolamento ao ruído de impacto, mesmo depois de adotar a estratégia para a redução das pontes acústicas nas conexões entre o forro e o edifício. A presença dos isoladores de vibração no sistema de sustentação não produziu o efeito esperado. Por outro lado, a adição do lençol de borracha natural (3 mm) para reduzir a ponte acústica na interface entre as paredes e o forro pareceu pouco eficiente e por isso mesmo, algo a se tentar melhorar.

O ganho de isolamento da amostra FoIso2 foi de 10 dB a 11 dB, aumentando apenas 1dB em L'_{nTw} ao substituir o lençol de borracha natural pela mangueira pneumática de polietileno na interface entre as chapas do forro de gesso acartonado e as paredes (Tabela 11). Ao acrescentar a manta de lã de vidro no entreforro (FoIso2+LV) o isolamento ao ruído de impacto alcançou 13 dB, sendo este o melhor nível de isolamento conseguido nos testes realizados.

Tabela 11-Números globais (L'_{nTw}) dos sistemas de forro com ligações isoladas

	Ensaio 1 (dB)	Ensaio 2 (dB)	Ensaio 3 (dB)	Média (dB)	Ganho de isolamento (dB)	Desempenho (dB)
Ref	79	79	79	79	-	Mínimo
FoIso1	70	69	69	69,3	9/10	Mínimo
FoIso2	69	68	68	68,3	10/11	Mínimo
FoIso2+LV	67	66	66	66,3	12/13	Mínimo

Ao analisar os resultados apresentados no gráfico referente aos ensaios do forro com ligações isoladas (Figura 45), nota-se que o comportamento das amostras é semelhante ao grupo anterior (Figura 44). Houve redução significativa do nível de impacto na frequência de 125 Hz e, seguindo o padrão, entre 1000 e 3150Hz. A mangueira foi mais eficiente do que a borracha natural para as frequências mais altas, auxiliando no decaimento da curva nas últimas frequências. A lã de vidro melhorou o desempenho de modo geral e reduziu até 28,1 dB da frequência de 3150 Hz (Figura 46).

Figura 46-Números globais (L'_{nTw}) dos sistemas de forro com ligações isoladas

Ao analisar os últimos resultados de L'_{nTw} percebe-se que houve uma variação de 1dB entre as medições de cada ensaio com cada amostra (FoIso1; FoIso2; FoIso2+LV). Como a diferença é mínima, o desvio-padrão também é baixo, indicando que se trata de uma baixa dispersão de valores, ou seja, os resultados podem ser considerados uniformes (Tabela 12).

Tabela 12-Desvio-padrão dos níveis globais (L'_{nTw}) com valores diferentes

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-padrão
FoIso1	69	70	69,3	0,47140
FoIso2	68	69	68,3	0,47140
FoIso2+LV	66	67	66,3	0,47140

As médias obtidas com as estratégias de isolamento do forro possuem valores aproximados. A diferença entre a maior e menor média é de 4db. Portanto, foi realizado um teste de hipótese para verificar se os desempenhos das estratégias possuem uma diferença significativa. Foi feito o cálculo da Análise de Variância (ANOVA) que geraram os dados apresentados na Tabela 13. Foram formuladas duas hipóteses:

- Hipótese nula (H_0): os desempenhos das estratégias de forro isolado são estatisticamente iguais.

- Hipótese alternativa (H_a): há, pelo menos, uma média de desempenho entre as estratégias que é diferente dos demais.

Geralmente utiliza-se o nível de significância (valor-p) de 0,05 como valor de corte para rejeitar a H_0 . Como o valor-p é menor do que 0,05 (0,002), entende-se que as diferenças entre algumas das médias são significativas e a hipótese nula é rejeitada. Neste caso, há a probabilidade de 0,2% das estratégias testadas terem desempenhos iguais. Porém, isso não significa que as estratégias sempre terão desempenhos diferentes entre si.

Tabela 13 - Análise de variância entre os ensaios FoIso1, FoIso2 e FoIso2+LV

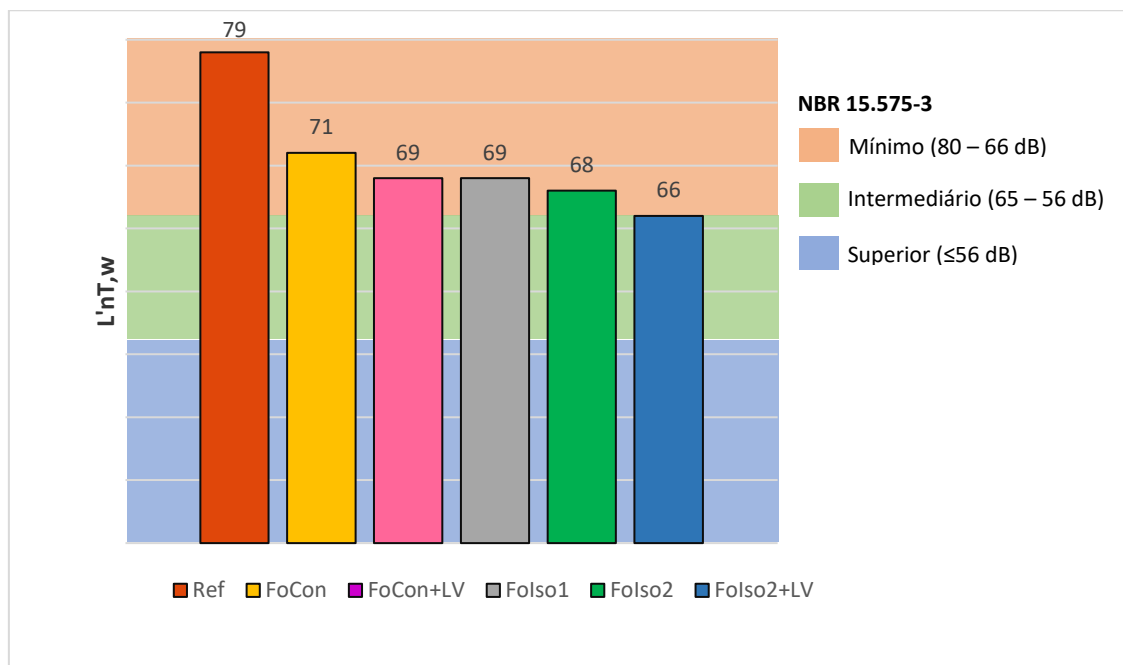
Fonte da variação	Soma dos quadrados	Grau de liberdade	Quadrado médio	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	14	2	7	21	0,002	5,143
Dentro dos grupos	2	6	0,333333			
Total	16	8				

Para confirmar que as médias são significativamente diferentes ao rejeitar a hipótese de igualdade (H_0), analisa-se o valor resultante da distribuição F que deve ser maior do que o F crítico. A distribuição F é a razão entre variância entre as amostras e a variância dentro das amostras (LARSON E FABER, 2015). O valor crítico é encontrado na tabela de distribuição F para $\alpha=0,05$ de acordo com os graus de liberdade. De acordo com o apresentado na Tabela 13, o F encontrado é de 21, e o valor crítico é de 5,14. Sendo $F > F_{\text{crítico}}$, comprova-se que a Hipótese nula é falsa e há diferença entre as médias. Conclui-se, portanto, que as médias encontradas entre os ensaios de forro isolados (FoIso1, FoIso2 e FoIso2+LV) não possuem desempenhos estatisticamente iguais apesar da pequena diferença entre elas. Há, no mínimo, uma média do grupo de testes expressivamente diferente.

O dado importante é que nenhum dos sistemas de forro testados na câmara acústica (CA1) no laboratório conseguiu alterar a classificação de desempenho ao ruído de impacto do nível mínimo para o nível intermediário (Figura 47). Presume-se que isso pode ser possível em um ambiente que possua um desempenho inicial melhor. Do mesmo modo, ficou claro que a redução dos incômodos provocados pelos ruídos de impacto produzidos no pavimento superior é algo limitado para ser apenas realizado de forma independente por quem está sendo o maior prejudicado. De qualquer modo, o estudo confirmou que é possível reduzir até 10 dB, apenas com utilização de forro de gesso acartonado com adição da manta de lã de vidro no entreforro. As outras estratégias com

instalação de isoladores de vibração e material flexível nas interfaces laje/forro e parede/forro devem ser analisadas com relação ao custo-benefício.

Figura 47-Comparativo entre os níveis globais $L'_{nT,w}$ de todos os sistemas de forro



3.4 Análise do custo-benefício

Inicialmente, apresenta-se a composição de custo para a instalação do Forro de gesso acartonado convencional (FoCon; Tabela 14), tomando como referência a cotação feita em empresas especializadas na cidade de João Pessoa, em dezembro de 2019, e a composição de custo unitário básico do Sistema de Preços Custos e Índices (SINAPI) referente ao mesmo período (12/2019) para o mesmo local. A média de custo pela cotação das empresas especializadas na cidade é igual a R\$ 61,50/m², enquanto a composição pela SINAPI-JP resultou em R\$46,16, com mão de obra inclusa.

Tabela 14- Composição do forro de gesso acartonado convencional (FoCon)

DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE FORRO	Empresa 1 (12/2019)	Empresa 2 (12/2019)	SINAPI JP 12/2019*	UNIDADE
Forro em drywall com placas de gesso acartonado liso de 12,5mm incluindo estrutura de sustentação (*)	R\$ 65,00 (com mão de obra inclusa)	R\$ 58,00 (com mão de obra inclusa)	R\$ 46,16	m²
COMPOSIÇÃO SEGUNDO GUIA SINAPI JP 10/19 PARA 1 m²*				
DESCRIÇÃO	QUANTI- DADE	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO POR m²
Arame galvanizado 10 bwg, 3,40 mm (0,0713 kg/m)	0,71	kg	R\$ 13,84	R\$0,98
Chapa de gesso acartonado, Standard (ST), cor branca, e = 12,5 mm, 1200 X 2400 mm	1,06	m²	R\$ 13,59	R\$14,49
Perfil canaleta, formato c, em aço zincado, para estrutura forro drywall, e = 0,5 mm, *46 x 18* (1 x h), comprimento 3m	2,40	m	R\$ 4,28	R\$10,27
Pendural ou presilha reguladora, em aço galvanizado, com corpo, mola e rebite, para perfil tipo canaleta de estrutura em forros drywall	2,21	m	R\$1,61	R\$ 3,56
Fita de papel reforçada com lâmina de metal para reforço de cantos de chapa de gesso para drywall	1,44	m	R\$ 2,01	R\$ 2,89
Massa de rejunte em pó para drywall	0,52	kg	R\$ 2,70	R\$ 1,40
Parafuso drywall, em aço fosfatizado, cabeça trombeta e ponta agulha (TA) 25mm	7,97	un	R\$ 0,04	R\$ 0,31
Parafuso zincado, autobrocante, flangeado, 4,2 mm x 19 mm	0,02	cento	R\$ 12,87	R\$ 0,28
Montador de estrutura metálica com encargos complementares	0,45	h	R\$ 12,34	R\$ 5,63
Servente com encargos complementares	0,45	h	R\$ 13,92	R\$6,35
			TOTAL	R\$ 46,16

(*) Baseado no guia SINAPI para a cidade de João Pessoa em dezembro de 2019.

Na sequência, são analisados os acréscimos baseados em todos os insumos utilizados nas variações dos sistemas de forro de gesso acartonado com conexões (laje-forro e paredes-forro) isoladas (FoIso1; FoIso2 e FoIso2+LV), que foram avaliadas em laboratório. A maior parte dos materiais tiveram o mesmo consumo nas três estratégias estudadas, mas houve a troca de materiais (lençol de borracha por mangueira pneumática de polietileno) e o acréscimo da manta de lã de vidro ensacada, sendo considerados os custos conforme os consumos a seguir (Tabela 15):

Tabela 15-Diferença no consumo dos materiais para cada proposta do forro isolado

SISTEMAS	Lençol de borracha natural telada 3mm		Mangueira pneumática de polietileno 20mm		Manta de lã de vidro 50 mm	
	Quant.	Custo	Quant.	Custo	Quant.	Custo
FoIso1	0,45 m ²	R\$ 42,75	-	-	-	-
FoIso2	0,13 m ²	R\$12,35	10,6 m	R\$ 37,10	-	-
FoIso2+LV	0,13 m ²	R\$12,35	10,6 m	R\$ 37,10	6,87 m ²	R\$ 151,14

Foi necessária a mão de obra de um serralheiro para a fabricação das peças especiais descritas no final da Tabela 15. Para montar toda a estrutura e placas, precisa-se de um montador de forro de gesso acartonado e um servente. Não há necessidade de mão de obra especializada, por isso foi utilizado o mesmo índice SINAPI/JP da Tabela 13. A Tabela 16 especifica todos os materiais utilizados nas três estratégias de isolamento, mostrando o valor unitário e o custo total por item referente ao forro de 6,87 m² que foi executado na câmara de recepção da CA1.

Tabela 16-Especificação de insumos e mão de obra para instalação dos sistemas de forro com isolamento

FORRO DE GESSO ACARTONADO LISO + ISOLAMENTO				
DESCRIÇÃO	QUANTI-DADE	UNIDA-DE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL (6,87 m²)
Placas de gesso acartonado liso de 12,5mm de espessura (1200 x 1800 mm)	6,87	m²	R\$ 13,59*	R\$ 93,40
Perfil F530 47x18mm de 50mm	15	m	R\$13,00	R\$ 65,00
Pendural de elastômeros duplos VE 1143-T	10	un	R\$ 82,00	R\$ 820,00
Lençol de borracha natural telada 3mm	0,45	m²	R\$ 95,00	R\$ 42,75
Manta de lã de vidro 50 mm	6,87	m²	R\$ 22,00	R\$ 151,14
Mangueira pneumática de polietileno 20mm	10,6	m	R\$3,50	R\$ 37,10
Cantoneira perfil L 2x1/8" 3mm de espessura de ferro	1	m	R\$ 15,00	R\$ 15,00
DESCRIÇÃO	QUANTI-DADE	UNIDA-DE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL (6,87 m²)
Perfil "U" 1"x1/8"x1" e 1mm de espessura em aço galvanizado	1	m	R\$ 11,00	R\$ 11,00
Arruelas de pressão de 5mm	50	un	R\$ 0,05	R\$ 2,50
Parafusos 5 x 70mm	10	un	R\$ 0,32	R\$ 3,30
Parafusos 8mm estrela	50	un	R\$ 0,21	R\$10,50
Buchas UX 8mm	50	un	R\$ 0,58	R\$ 29,00
Porcas de 5mm	10	un	R\$ 0,06	R\$ 0,60
Cola MS Híbrido selante cor cinza	2	un	R\$ 18,00	R\$ 36,00
Fita de papel para juntas em drywall (rolo de 52mmx150 m)	18,20	m	R\$ 50,00 (trocar por metro)	R\$ 6,07
Massa pronta para Drywall	3,57(*)	kg	R\$ 90,00 balde de 28 kgs	R\$ 11,47
Parafuso ponta agulha 25mm fenda Philips	80	milheiro	R\$ 55,00	R\$4,40
Montador de estrutura metálica com encargos complementares (*)	3,09	h	R\$ 12,34	R\$ 38,13
Servente com encargos complementares (*)	3,09	h	R\$ 13,92	R\$43,01

PEÇAS ESPECIAIS				
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
Barra em “U” 18x47x18mm de chapa de aço 3mm	1	m	R\$ 84,00	R\$ 84,00
Chapa galvanizada de 1,5mm para peças em “U” com abas 100 x 50 mm	0,25 x 1m	m	R\$ 84,00	R\$ 21,00
Serralheiro	16	h	R\$ 17,03	R\$ 272,48

(*) Baseado no guia SINAPI para a cidade de João Pessoa em dezembro de 2019.

Para entender qual estratégia teve melhor custo-benefício, ou seja, que teve o melhor desempenho com o menor gasto, os valores foram divididos por decibel de redução do ruído de cada estratégia (Tabela 17). Os custos totais apresentados na Tabela 16 correspondem aos sistemas de forro de 6,87m² de área instalados na CA1 em laboratório. O menor valor por decibel foi encontrado no sistema drywall convencional sem adição da lã de vidro, comprovando que as chapas de gesso acartonado possuem bom comportamento acústico e são responsáveis pelos resultados positivos. A lã de vidro adicionou R\$22,00 por metro quadro e também ajudou a melhorar do desempenho do sistema significativamente.

Tabela 17-Custo-benefício dos sistemas de forro estudados

SISTEMAS TESTADOS		Ganho de isolamento	Custo por m ²	Custo total (6,87m ²)	Custo por decibel de ganho de isolamento
Com instalação do tipo padrão de forro convencional em drywall					
FoCon	Forro de gesso acartonado convencional	8 dB	R\$ 56,38*	R\$ 387,37	R\$ 48,42
FoCon+LV	Forro de gesso acartonado convencional com manta de lã de vidro no entreforro	10 dB	R\$ 78,38	R\$ 538,47	R\$ 53,84
Com instalação de isoladores com pendurais de elastômeros duplos entre laje e forro drywall					
FoIso1	Forro de gesso acartonado com ligações entre forro e paredes isoladas por lençol de borracha natural 3mm	10 dB	R\$ 234,29	R\$ 1.609,61	R\$ 160,96
FoIso2	Forro de gesso acartonado com ligações isoladas entre forro e paredes por mangueira pneumática de polietileno	11 dB	R\$ 235,27	R\$ 1.616,31	R\$ 146,93
FoIso2+LV	Forro de gesso acartonado com ligações isoladas entre forro e paredes por mangueira pneumática de polietileno e com manta de lã vidro ensacada no entreforro	13 dB	R\$ 257,27	R\$ 1.767,45	R\$ 135,95

(*) Média aritmética de preços entre as duas empresas consultadas e o guia SINAPI em dezembro/2019

Os pendurais de elastômeros duplos (isoladores de vibração) foram os maiores responsáveis pelo aumento do preço final da estratégia de instalação do forro com isoladores entre a laje e o forro drywall (FoIso1; FoIso2 e FoIso2+LV). No processo, foram utilizados 10 pendurais de elastômeros duplos, ao custo unitário de R\$ 82,00, o que acrescentou R\$ 820,00 no valor final, triplicando o custo por decibel isolado. Este elemento não conferiu um isolamento significativo, o que não justifica sua utilização para uso residencial.

O forro de gesso acartonado convencional (FoCon) resultou no melhor custo-benefício, pois apenas com sua instalação padrão conseguiu reduzir 8 dB de ruído de impacto, devido ao bom desempenho das chapas de gesso acartonado. Ao comparar com os sistemas isolados (FoIso1; FoIso2 e FoIso2+LV), nota-se que há uma pequena diferença de, no máximo, 5 dB de desempenho, uma vantagem pequena ao considerar o preço.

A manta de lã de vidro ensacada, quando instalada no entreforro (FoCon+LV e FoIso2+LV) serviu, principalmente, para absorver o ruído aéreo gerado pelos ruídos de impacto produzidos durante os ensaios e ajudou a reduzir o efeito de caixa de ressonância referido na literatura, o que deve ter contribuído para minorar a amplificação do ruído que chega no ambiente de recepção. Ao comparar os desempenhos acústicos entre os sistemas FoCon e FoCon+LV e entre o FoIso2 e FoIso2+LV nota-se que a presença da manta de lã de vidro ensacada proporciona em média uma redução de 2 dB.

3.5 Análise comparativa com o forro de gesso comum

O forro de gesso comum em placas de 60x60 cm é largamente utilizado em edifícios habitacionais pelas vantagens econômicas que ele oferece, custando em média R\$ 29,52/m² (segundo o guia SINAPI de João Pessoa para dezembro de 2019) e com baixo custo para mão de obra. Contudo, seu comportamento acústico é inferior ao do gesso acartonado.

Pereira (2018) fez experimentos em laboratório para avaliar o desempenho do forro de gesso comum de acordo com a altura do entreforro. Os ensaios ocorreram na Câmara acústica 2 (CA2) de laje nervurada do LABEME (UFPB), que possui as mesmas dimensões e desempenho acústico similar à câmara CA1 usada nesta pesquisa. O forro comum (placas de gesso) foi submetido a testes com entreforro de 0,11m e 0,25 m. Nas duas situações, piorou o desempenho acústico, ocorrendo à amplificação do ruído de impacto entre 2 e 3 dB.

Ao testar o forro de gesso acartonado na CA1 do LABEME, foram obtidos resultados positivos (com redução dos ruídos de impacto) com o entreforro igual a 0,20 m. Da mesma forma, resultados semelhantes ocorreram em outras pesquisas tomadas aqui como referência, tais como: com entreforro de 0,10m e 0,30 m (MEDEIROS, 2003) e com 0,11 m (RYU *et. al*, 2018). Ademais, o sistema de forro de gesso acartonado permite facilmente a inserção de mantas termo acústicas, no espaço do entreforro, que conseguem

melhorar o isolamento do sistema, reduzindo os ruídos acústicos no ambiente de recepção.

3.6 Análise comparativa entre pesquisas de correção acústica

A análise comparativa foi realizada entre os estudos de correção acústica abordados no Capítulo 1, item 1.7. Esta revisão é importante para recapitular sobre o que já foi abordado na área e para destacar os avanços alcançados.

Medeiros (2003) e Ryu *et al.* (2018) estudaram formas de melhorar o isolamento do ruído de impacto através do forro do ambiente prejudicado, porém, adotando métodos diferentes. O primeiro, analisou o desempenho de diversas composições de gesso acartonado em diferentes alturas de entreforro. A melhor combinação (forro com duas placas de gesso acartonado justapostas, com lã de rocha de 50 mm sobre as placas do forro e entreforro de 0,30 m) alcançou 9 dB de redução dos ruídos de impacto com sistema de piso revestido por laminado de madeira mais manta de polietileno expandido e 6 dB utilizando revestimento cerâmico. Para os dois casos, o resultado é considerado baixo, visto que houve maior gasto de materiais e considerável perda de altura do pé-direito (Tabela 18).

No estudo feito por Ryu *et al.* (2018) avaliou-se o potencial de redução do ruído de impacto do sistema, composto por um painel absorvedor de ressonância, no qual observou-se ganhou máximo de 4 dB de isolamento (Tabela 18). Contudo, eles conseguiram comprovar que, apesar do resultado ser modesto, a absorção das frequências de ressonância influenciou na redução do nível global (L'_{nTw}). As duas propostas desenvolvidas pelos autores apresentam como vantagem a fácil instalação e fabricação dos elementos utilizados, mas não houve resposta com redução significativa do ruído de impacto, tendo ainda como questionável a relação custo-benefício.

Tabela 18-Comparativo com algumas pesquisas que tratam de estratégias para correção acústica

ESTRATÉGIAS		Maior ganho de isolamento
Proposta da autora (FoIso2+LV)	Forro de gesso acartonado com ligações isoladas por borracha natural 3mm e mangueira pneumática 20 mm + manta de lã de vidro ensacada 50mm e entreforro de 20 cm	13 dB
Proposta da autora (FoCon+LV)	Forro de gesso acartonado convencional com manta de lã de vidro no entreforro	10 dB
Medeiros (2003)	Forro com duas placas de gesso acartonado justapostas + lã de rocha de 50mm e entreforro de 30 cm em piso revestido com laminado de madeira mais manta de polietileno expandido	9 dB
RYU <i>et al.</i> (2018)	Forro composto camada de ar de 11 cm + painel de ressonância com furos de 50 mm + entreforro 50m+ lã de vidro de 50 mm + gesso acartonado perfurado	4 dB

Comparando com o presente trabalho, a solução com maior isolamento (FoIso2+LV) chegou a 13 dB de redução do ruído de impacto, ultrapassando em 4 dB o melhor resultado alcançado por Medeiros (2003) e em 7dB o resultado obtido por Ryu *et al.* (2018). A proposta com melhor custo-benefício apresentada na atual pesquisa (FoCon+LV) isolou 10 dB de ruído de impacto, se mantendo superior as estratégias de forro comparadas. Isto demonstra que forro de gesso acartonado convencional com apenas manta de lã de vidro (espessura de 50 mm) no espaço (20 cm) entre forro e laje pode ser uma configuração mais interessante, entre as avaliadas, para reduzir os problemas acústicos em questão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa avaliou o potencial de isolamento do ruído de impacto, quando adotadas estratégias aplicadas ao sistema de forro no ambiente receptor ao ruído. Buscou-se condições para o usuário agir contra o incômodo dentro da sua unidade residencial, através de soluções práticas e economicamente viáveis, de forma independente. Para tanto, foram testadas em laboratório estratégias de isolamento das vibrações de impacto em forros de gesso acartonado.

Os resultados indicaram que o forro de gesso acartonado foi mais eficiente para as altas frequências, entre 1000 e 3150 Hz em todas as medições, indicando ser uma característica interessante do material. O sistema convencional de sustentação desse tipo de forro apresentou potencial de isolar 8 dB dos ruídos de impacto. Ao adicionar uma manta de lã de vidro (50 mm) conseguiu-se adicionar 2 dB no potencial de isolamento. Em todos os testes, a referida manta apresentou o mesmo comportamento, melhorando o desempenho acústico do sistema ao absorver o ruído aéreo gerado pela máquina de impacto, provavelmente por reduzir os efeitos da frequência de ressonância no espaço entre o forro e a laje.

A estratégia para evitar pontes acústicas entre o forro e os outros elementos construtivos (laje/paredes dos ambientes), utilizando pendurais de elastômeros duplos (forro/laje) e borracha natural (forro/paredes) se mostrou pouco eficiente, não acrescentando quase nada no isolamento ao ruído de impacto. Ao substituir a borracha natural por mangueira pneumática nas ligações entre o gesso acartonado e as paredes, também não houve melhora significativa, ampliando apenas 1 dB na redução do ruído de impacto.

A decisão de uso combinado de todas as estratégias avaliadas resultou em ganho no isolamento máximo de 13 dB. Isto é, a adoção dos isoladores com pendurais de elastômeros duplos entre a laje e o forro em chapas de gesso acartonado; da mangueira pneumática nas ligações entre o forro e as paredes, e da manta de lã de vidro no entreforro, não foi suficiente para alterar a classificação do desempenho original ($L'_{nT,w}$ 79 dB), mantendo-se, neste caso, o sistema no nível de isolamento mínimo ($L'_{nT,w}$ 66 dB), conforme as faixas definidas na NBR 15575 (ABNT, 2013). Contudo, o sistema de forro isolado tem a capacidade de melhorar esta classificação se o ambiente tiver o desempenho

acústico inicial melhor do que o local de ensaios (79 dB), sendo possível chegar ao nível intermediário.

Levando-se em consideração os custos de cada estratégia testada, a simples instalação do forro de gesso acartonado convencional foi considerada a alternativa com melhor relação custo-benefício, ou seja, R\$48,42 por decibel de ganho de isolamento. Ao acrescentar a manta de lã de vidro, o custo por decibel subiu apenas R\$53,84. Em compensação tal manta melhorou o desempenho do sistema em 2 dB. Portanto, os resultados indicam que a combinação do forro com gesso acartonado, com sistema de sustentação convencional, adicionando-se a manta de lã no entreforro, se destaca como a opção mais viável, do ponto de vista do custo-benefício.

Com base nos resultados encontrados, a comparação entre os sistemas de forro com gesso acartonado e com placas de gesso comum, indicam que o primeiro tem desempenho ao ruído de impacto muito superior. O forro de gesso acartonado possibilita ganhos de isolamento dos ruídos de impacto no piso, enquanto as placas de gesso comum reduzem tal isolamento, ainda que poucos decibéis, devido ao efeito de caixa de ressonância. Portanto, o gesso acartonado pode ser considerado a melhor escolha, quando se trata de correção acústica por apresentar a melhor performance. Contudo, recomenda-se cautela, uma vez que o fenômeno precisa ser melhor investigado, através de ensaios comparativos com melhor análise e controle das variáveis.

Os materiais e dispositivos utilizados para isolar as pontes acústicas entre o forro/laje e forro/paredes aumentaram muito o custo das estratégias e não reduziram o ruído de impacto o suficiente para justificar o aumento do preço final. Os pendurais de elastômeros duplos (isoladores de vibração) foram os elementos mais onerosos (R\$82,00 cada) e são os principais responsáveis pelo aumento do custo da estratégia analisada. Porém, eles não são fabricados para uso residencial e sim para projetos de grande escala, com materiais mais pesados e vãos maiores. Por isso, seu potencial de isolamento não foi explorado ao máximo. Os materiais isoladores não foram eficientes pois as vibrações de impacto continuaram se propagando pelas conexões entre a laje e paredes.

De qualquer modo, a ideia da correção acústica aqui proposta pelo ambiente de recepção, bem como daqueles estudos que partiram do mesmo pressuposto não impediram que as vibrações fossem transmitidas através dos flancos, o que demonstra que esta é a maior limitação da técnica. Por não conseguir isolar totalmente o caminho das vibrações por transmissão indireta, os valores reduzidos aqui obtidos sempre serão

inferiores ao isolamento feito diretamente na fonte sonora, no ambiente de emissão, através da execução do piso flutuante.

Ademais, o forro de gesso acartonado, mesmo instalado com sistema de sustentação convencional, pode ser uma estratégia paliativa para ser utilizada, eventualmente, quando se precise adequar uma unidade autônoma residencial já construída, que se apresente com níveis de ruído de impacto acima do nível mínimo permitido pela NBR 15575 (ABNT, 2013). Por exemplo, quando o resultado de medições acusar $L'_{nT,w} = 89$ dB, a simples troca do forro de gesso comum, em placas (60 cm x 60 cm), por gesso acartonado poderá reduzir $L'_{nT,w}$ para 79 dB, dentro do limite do nível de desempenho mínimo. Cabe destacar que tal medida não significa reduzir o desconforto acústico, uma vez que a NBR 15575 (ABNT, 2013) é muito tolerante ao admitir 80 dB como limite superior da faixa definida com desempenho mínimo. O recomendado é o uso do piso flutuante no momento da construção do edifício, sendo previsto desde a fase de projeto. O custo desta medida é de responsabilidade do construtor, que deve garantir que a unidade habitacional esteja de acordo com a norma vigente.

Como recomendações para trabalhos futuros, indica-se:

- Aprofundar a análise comparativa entre o forro de gesso acartonado e o forro de gesso comum, realizando testes em laboratório e em campo;
- Verificar a influência da altura do entreforro na redução do ruído de impacto e no efeito de “caixa de ressonância”;
- Avaliar a influência do volume do ambiente e o aumento do ruído de impacto
- Desenvolver um dispositivo ou técnica, que consiga de maneira prática, amortecer as vibrações transmitidas através dos flancos diretamente para o ambiente receptor do ruído.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT - **NBR 15575-3** - Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - desempenho - Parte 3 - Requisitos para os sistemas de pisos internos. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT - **NBR 10152**. Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações. 2 ed. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT - **NBR 11957**: 1988. Reverberação – análise do tempo de reverberação em auditórios. Rio de Janeiro, 1988.

BISTAFA, Sylvio R. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. 1. ed. São Paulo: Blücher, 2006. 368 p. ISBN 978-85-212-0376-6.

BORGES, J. K.; PACHECO, F.; TUTIKIAN, B.; OLIVEIRA, M. F. An experimental study on the use of waste aggregate for acoustic attenuation: EVA and rice husk composites for impact noise reduction. **Construction And Building Materials**, [s. l.], v. 161, p.501-508, fev. 2018. Elsevier BV

BRÜEL & KJÆR. **Product Data: Sound Sources and Impact Sound Source for Building Acoustics**. 2013. Disponível em: <<https://www.bksv.com/en/products/>> Acesso em 28 de janeiro de 2019., il.

CARVALHO, Régio Paniago. **Acústica arquitetônica**. Brasília: Thesaurus, 2006. 167 p.

COELHO, F. C.; MOURA, N. F.; CORCE, B. P. Desempenho acústico de sistemas de piso: isolamento de lajes nervuradas ao ruído de impacto. *In: XXVII ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA*, 27., 2017, Brasília. **Anais [...]**. Brasília: SOBRAC, 2017. p. 1 - 8.

CORNACCHIA, Gianni Maria Machado. **Investigação in-situ do isolamento sonoro ao ruído de impacto em edifícios residenciais**. 2009. 142 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

DESTERRO ELETRICIDADE. **Frequência de onda sonora**. 2016. Disponível em <<https://www.asterroeletricidade.com.br/blog/eletrica/o-que-e-corrente-e-tensao-alternadas/>>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2019., il.

DRYWALL, Associação Brasileira dos Fabricantes de Chapas para Drywall (org.). **Desempenho acústico em sistemas drywall**. [s. l.], 2011. 12 p. *E-book*. Disponível em: <<http://drywall.org.br>> Acesso em: 28 janeiro 2019., il.

FERRAZ, Rafaela. **Atenuação de ruído de impacto em pisos de edificações de pavimentos múltiplos**. 2008. 156 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

GROAT, L. N.; WANG, D. **Architectural research methods**. 2. ed. Nova Jersey. John Wiley & Sons, 2013.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - **ISO 16283-2** - Acoustics Field measurement of sound insulation of building and of building elements. Part 2: Impact sound insulation., 2015.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION ISO - **ISO 10140-3**. Acoustics Laboratory measurement of sound insulation of building elements. Part 3 Measurement of impact sound insulation., 2010.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION ISO - **ISO 717-2** - Acoustics Rating of sound insulation in buildings and of building elements. Part 2 Impact sound insulation., 2013;

ISOVER. **Tabela FISPQ 4+ - Ficha de informação de segurança de produto químico**. 2016. 6 p. Disponível em: <<https://www.isover.com.br/construcao-civil/la-de-vidro-para-drywall/feltro-wallfelt>> Acesso em: 28 de janeiro de 2019.

KNAUF Drywall. **Manual de Instalação**. [s. l.], 2018. 60 p. *E-book*. Disponível em: <<http://www.knauf.com.br/wp-content/uploads/knauf/Manual%20de%20>

Instala%C3%A7%C3%A3o%20Knauf%20-%202018_0.pdf> Acesso em: 20 de setembro de 2018.

LARSON, Ron; FARBER, Betsy. **Estatística Aplicada**. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2015. 673 p.

LOSSO, Marco; VIVEIROS, Elvira. Gesso acartonado e isolamento acústico: teoria versus prática no Brasil. In: X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 5., 2004, São Paulo. **Anais...** . São Paulo: Entac, 2004

MEDEIROS, Pery Roberto Segala. **Forros em gesso acartonado: Combinações de utilização e desempenho como isolantes acústicos para ruído de impacto**. 2003. 199 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

MÉNDEZ, A. M.; STORNINI, A. J.; SALAZAR, E. B.; GIULIANO, G.; VELIS, A. G.; AMARILLA, B. C. **Acustica Arquitectonica**. Buenos Aires: Universidad del Museo Social Argentino, 1994. 238 p. ISBN 950-99514-5-5

MORAES, Sandra Regina Casagrande de. **O arquiteto e o mercado imobiliário residencial na cidade de São Paulo no século XXI (2000-2011)**. 2013. 416 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://tede.mackenzie.br/jspui/handle/tede/478>>. Acesso em: 15 nov. 2017

MORAIS, J. M. S. C.; MELO, A. B.; ARCOVERDE, M.; ALBUQUERQUE, G.; MOURA, D. Avaliação do desempenho ao ruído aéreo de dois tipos de laje (pré-moldada e nervurada) segundo preceitos da NBR 15575. In: XXVIII ENCONTRO DA SOBRAC. 28., 2018, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: SOBRAC, 2018.

NETO, M. F. F.; BERTOLI, S.R. Critérios de desempenho acústico em edifícios residenciais. **Acústica e Vibrações**, Santa Maria, v. 43, p.19-29, dez. 2011.

OLIVEIRA, Marco Aurélio de. **Estudo da eficiência da duplicação de janelas na melhoria do isolamento acústico destes componentes**. 2007. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

PARK, Sang Hee; LEE, Pyoung Jik. Effects of floor impact noise on psychophysiological responses. **Building And Environment**. [s. l.], v. 116, p.173-181, maio 2017. Elsevier BV

PEREIRA, Daniel Augusto de Moura. **Desenvolvimento de ferramentas para predição de isolamento do ruído de impacto em edificações de pavimentos múltiplos com laje nervurada**. 2018. 224 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

PEREYRON, Daniel. **Estudo de tipologias de lajes quanto ao isolamento ao ruído de impacto**. 2008. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2008;

RYU, Jongkwan; JEON, Jin Yong. Influence of noise sensitivity on annoyance of indoor and outdoor noises in residential buildings. **Applied Acoustics**, [s. l.], v. 72, n. 6, p.336-340, maio 2011. Elsevier BV.

RYU, Jongkwan; SONG, Hansol; KIM, Yonghee. Effect of the suspended ceiling with low-frequency resonant panel absorber on heavyweight floor impact sound in the building. **Building And Environment**. [s. l.], v. 139, p.1-7, jul. 2018. Elsevier BV.

SANTANA, Wylliam Bessa *et al.* Rating of acoustic performance levels of NBR 15575 (2013) based on user perception: A case study in the Brazilian Amazon. **Building Acoustics**, [s.l.], v. 24, n. 4, p.239-254, 13 nov. 2017.

SANTOS, F. A.; PIMENTEL, R. L.; MELO, A. B. Avaliação do isolamento acústico ao ruído de impacto em sistemas de piso com materiais resilientes e tipologias de lajes diferentes. In: XXVIII ENCONTRO DA SOBRAC. 28., 2018, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: SOBRAC, 2018.

SILVA, Pérides. **Acústica arquitetônica e condicionamento de ar**. 5. ed. Belo Horizonte: Edtal, 2005. 368 p.

SOUZA, L. C. L.; ALMEIDA, M. G.; BRAGANÇA, L. **Bê-a-bá da acústica arquitetônica: ouvindo a arquitetura**. 4. ed. São Carlos: Edufscar, 2011. 148 p.

TUTIKIAN, B. F.; ZUCHETTO, L. K.; SOUZA, R. P. de; OLIVEIRA, M. F. de. Uso de agregado leve de EVA em contrapiso argamassado para isolamento ao ruído de impacto em edificações residenciais. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 3, p. 295-306, jul./set. 2017

VILLA, Simone Barbosa. **Morar em Apartamentos: A produção dos espaços privados e semi-privados nos edifícios ofertados pelo mercado imobiliário no século XXI em São Paulo e seus impactos na cidade de Ribeirão Preto. Critérios para avaliação pós-ocupação**. 2008. 360 f. Tese (Doutorado) - Curso de Tecnologia da Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

VILLA, S. B.; SARAMAGO, R. C.; ALVES, C. A. Avaliação pós-ocupação em edifícios de apartamentos: a qualidade espacial e ambiental em Ribeirão Preto/SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4., 2015, Viçosa-MG. **Anais...** Viçosa-MG: UFV, 2015.

APÊNDICE A**RESULTADOS DOS ENSAIOS DOS NÍVEIS DE RUÍDO DE IMPACTO (Li)**

Amostra: Revestimento cerâmico, contrapiso de argamassa cimentícia; laje pré-moldada convencional sem forro no ambiente receptor (Ref)

Número do ensaio: 1/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 1.

Tabela 19-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra Ref

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	73,2	72,9	73,2	71,9	72,8
125	65,1	63,8	62,7	63	63,8
160	75,3	72,9	73,3	73,1	73,8
200	72,2	72,3	75,5	74,6	73,9
250	71,1	72,8	74,2	75,1	73,6
315	74,9	74,6	77,1	76,7	76,0
400	76,1	75,8	74,7	73,9	75,2
500	75,2	74,8	76,1	73,9	75,1
630	76,3	77,7	77,6	77,7	77,4
800	70,7	70	70	71,1	70,5
1000	77,2	75,4	76,4	75,6	76,2
1250	74,9	73,9	74,7	74,9	74,6
1600	70,4	69,9	71,6	70,9	70,7
2000	75,8	76,3	75,8	76	76,0
2500	73,4	74,4	74,1	72,8	73,7
3150	71,3	71,6	72,2	71,6	71,7

Amostra: Revestimento cerâmico, contrapiso de argamassa cimentícia; laje pré-moldada convencional sem forro no ambiente receptor (Ref)

Número do ensaio: 1/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 2.

Tabela 20-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra Ref

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	70,6	71,3	72,2	71,2	71,4
125	69	69	68,7	69,4	69,0
160	80,3	81,3	80,1	80,7	80,6
200	73,8	74	72,2	72,4	73,2
250	78,4	76	77,7	77,1	77,4
315	81,9	81,8	82,1	80,8	81,7
400	77,6	77,4	76,2	76,8	77,0
500	78,2	78	78,7	76,3	77,9
630	78,9	78,2	79,3	81,5	79,7
800	68	69,2	69,6	72,8	70,3
1000	72,7	72,7	73,9	73,1	73,1
1250	77	76,9	77,3	77,1	77,1
1600	80,3	80,8	80,8	80,1	80,5
2000	78,7	77,9	77,9	78,2	78,2
2500	77,1	76,2	77,8	78,2	77,4
3150	78,1	77	77,9	78,7	78,0

Amostra: Revestimento cerâmico, contrapiso de argamassa cimentícia; laje pré-moldada convencional sem forro no ambiente receptor (Ref)

Número do ensaio: 1/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 3.

Tabela 21-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra Ref

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	73,7	70,8	73,7	74,9	73,5
125	72,6	72,4	72,4	70,8	72,1
160	81,6	79,8	78,2	76,1	79,4
200	75,2	74,1	74,5	76	75,0
250	79	78,2	80,6	78,8	79,2
315	76,6	75,2	76,5	76,6	76,3
400	75,3	74,5	74,6	74,5	74,7
500	74,6	76,1	75,5	73,7	75,1
630	79,3	79,2	78,1	77,5	78,6
800	71,9	72	71,2	70,3	71,4
1000	76,2	75	75,4	75,8	75,6
1250	75	75,8	76,7	76,6	76,1
1600	73,7	73,5	74	72,9	73,5
2000	73,9	75	73,3	73,2	73,9
2500	70,5	72,8	72,2	72,6	72,1
3150	70,4	73	72,6	73,1	72,4

Amostra: Revestimento cerâmico, contrapiso de argamassa cimentícia; laje pré-moldada convencional sem forro no ambiente receptor (Ref)

Número do ensaio: 1/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 4.

Tabela 22-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra Ref

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	69,6	72,2	74,7	72,5	72,6
125	62,8	65,2	63,7	62,5	63,7
160	75,6	75	74,5	74,3	74,9
200	77,1	75,1	75,2	77,1	76,2
250	75,3	75,3	79,2	78,9	77,6
315	72,3	71,3	72,7	72,3	72,2
400	72,9	73,4	71,8	73,4	72,9
500	71,5	73,8	72,7	71,9	72,6
630	77	79,5	76,9	77,8	77,9
800	72,7	72,8	71,3	72,2	72,3
1000	75,2	77,4	76,2	76,3	76,3
1250	78,5	78,5	77,8	77,7	78,1
1600	74,5	74,9	74,4	74,1	74,5
2000	75,6	74,4	75,6	73,4	74,8
2500	71,9	72,8	72,3	73	72,5
3150	72,8	73,4	72,7	72,1	72,8

Amostra: Revestimento cerâmico, contrapiso de argamassa cimentícia; laje pré-moldada convencional sem forro no ambiente receptor (Ref)

Número do ensaio: 1/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** média final das posições 1, 2, 3 e 4.

Tabela 23-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra Ref do Ensaio 1

Média níveis ruído de impacto (li) na posição da fonte da emissão de ruído					
Frequências (Hz)	Média Posição 1 (dB)	Média Posição 2 (dB)	Média Posição 3 (dB)	Média Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	72,8	71,4	73,5	72,6	72,6
125	63,8	69,0	72,1	63,7	68,6
160	73,8	80,6	79,4	74,9	78,1
200	73,9	73,2	75,0	76,2	74,7
250	73,6	77,4	79,2	77,6	77,4
315	76,0	81,7	76,3	72,2	77,9
400	75,2	77,0	74,7	72,9	75,2
500	75,1	77,9	75,1	72,6	75,6
630	77,4	79,7	78,6	77,9	78,5
800	70,5	70,3	71,4	72,3	71,2
1000	76,2	73,1	75,6	76,3	75,5
1250	74,6	77,1	76,1	78,1	76,7
1600	70,7	80,5	73,5	74,5	76,4
2000	76,0	78,2	73,9	74,8	76,0
2500	73,7	77,4	72,1	72,5	74,5
3150	71,7	78,0	72,4	72,8	74,5

Amostra: Revestimento cerâmico, contrapiso de argamassa cimentícia; laje pré-moldada convencional sem forro no ambiente receptor (Ref)

Número do ensaio: 1/3 | **Correção da Média Final do Ruído de Impacto (Li):** Não houve correção do ruído de impacto através do ruído de fundo.

Tabela 24-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra Ref do Ensaio 1

Frequências (Hz)	Ruído de fundo (dB)	Média do ruído de impacto (Li) (dB)	Diferença entre Li e ruído de impacto (dB)	Correção de Li (dB)
100	31,9	72,6	40,7	72,6
125	42,0	68,6	26,6	68,6
160	44,0	78,1	34,1	78,1
200	54,5	74,7	20,2	74,7
250	50,7	77,4	26,7	77,4
315	45,8	77,9	32,1	77,9
400	48,3	75,2	26,9	75,2
500	46,6	75,6	29,0	75,6
630	45,2	78,5	33,3	78,5
800	45,3	71,2	25,9	71,2
1000	43,3	75,5	32,2	75,5
1250	42,2	76,7	34,5	76,7
1600	42,8	76,4	33,6	76,4
2000	41,8	76,0	34,2	76,0
2500	39,4	74,5	35,1	74,5
3150	35,9	74,5	38,6	74,5

Amostra: Revestimento cerâmico, contrapiso de argamassa cimentícia; laje pré-moldada convencional sem forro no ambiente receptor (Ref)

Número do ensaio: 2/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 1.

Tabela 25-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra Ref

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	75	75,5	73	74,9	74,7
125	72	70,4	70,9	70,7	71,0
160	79,6	78,4	78,1	77,5	78,5
200	75,5	71,8	78,5	75,5	75,9
250	73,1	75,9	75,5	77,1	75,6
315	77,3	78,3	78,1	79,6	78,4
400	73,4	73,8	73,3	73,1	73,4
500	73,7	71,6	73	72	72,7
630	81,3	79,1	79,1	79	79,7
800	73,6	73,6	74,4	75,1	74,2
1000	76	76,3	76,7	77,8	76,8
1250	75,7	75,5	74,8	74,5	75,2
1600	70,9	71,5	70,9	71,3	71,2
2000	74,3	73,1	74,6	74,6	74,2
2500	72	72,8	72,3	72,5	72,4
3150	73,6	71,6	74,4	74,4	73,6

Amostra: Revestimento cerâmico, contrapiso de argamassa cimentícia; laje pré-moldada convencional sem forro no ambiente receptor (Ref)

Número do ensaio: 2/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 2.

Tabela 26-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra Ref

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	75,1	74,5	74,6	75,8	75,0
125	69	67,3	67,9	67,5	68,0
160	78,8	78	78,7	79,2	78,7
200	75	73,9	73,7	72	73,8
250	77,9	77,7	77,3	77,4	77,6
315	80,9	79,3	78,8	78,4	79,5
400	77	75,8	76,4	76,8	76,5
500	76,3	75,5	78,3	76,6	76,8
630	77,3	77,9	77,9	78	77,8
800	70	69	69,4	73,3	70,8
1000	73,2	72,5	74,2	73,9	73,5
1250	77,8	77,5	77,6	76,8	77,4
1600	77,9	78,3	78,4	76,9	77,9
2000	77,6	79,3	78,6	78,2	78,5
2500	76,7	76,5	76,3	76,4	76,5
3150	78,9	78,4	77,7	78,5	78,4

Amostra: Revestimento cerâmico, contrapiso de argamassa cimentícia; laje pré-moldada convencional sem forro no ambiente receptor (Ref)

Número do ensaio: 2/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 3.

Tabela 27-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra Ref

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	76,8	76,5	76,1	77,1	76,6
125	66,4	68,6	69,5	66	67,9
160	79,6	78,5	77,6	75,9	78,1
200	78,7	75,4	77,2	75,8	77,0
250	80,3	82,5	82,9	83,2	82,4
315	76,3	76,5	77,1	76,2	76,5
400	73,6	73	75,5	75,5	74,5
500	75,3	73,1	74,4	72,2	73,9
630	79,8	78,5	78,9	78,8	79,0
800	74,6	75,4	74,3	74,3	74,7
1000	74,2	72,7	73,1	73,4	73,4
1250	76,3	76,6	77,3	76,8	76,8
1600	71,9	72,5	71,5	72,3	72,1
2000	73	72,9	73	73,1	73,0
2500	75,5	75	75,6	74,6	75,2
3150	74,1	74,1	75,1	75,1	74,6

Amostra: Revestimento cerâmico, contrapiso de argamassa cimentícia; laje pré-moldada convencional sem forro no ambiente receptor (Ref)

Número do ensaio: 2/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 4.

Tabela 28-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra Ref

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	63,8	65,2	65,3	62,1	64,3
125	60,2	60,5	59	57,6	59,5
160	74,5	72,5	72,8	72,2	73,1
200	74,1	74,6	74,9	77,3	75,4
250	78,1	78,6	81,5	80,3	79,8
315	72,1	72,5	74,2	72,6	72,9
400	76,9	74,3	74,3	77	75,8
500	76,1	75,5	73,7	76,2	75,5
630	77,9	79,1	77,9	78,7	78,4
800	73	72,2	73,1	73,3	72,9
1000	79,9	77	77,8	78,5	78,4
1250	77,6	76,3	75,8	76,4	76,6
1600	77,4	76,4	76,2	77,3	76,9
2000	76,2	75,4	76,4	75	75,8
2500	76,6	77,4	77,8	76	77,0
3150	73,6	74,1	74,1	72,7	73,7

Amostra: Revestimento cerâmico, contrapiso de argamassa cimentícia; laje pré-moldada convencional sem forro no ambiente receptor (Ref)

Número do ensaio: 2/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** média final das posições 1, 2, 3 e 4.

Tabela 29-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra Ref do Ensaio 2

Média níveis ruído de impacto (li) na posição da fonte da emissão de ruído					
Frequências (Hz)	Média Posição 1 (dB)	Média Posição 2 (dB)	Média Posição 3 (dB)	Média Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	74,7	75,0	76,6	64,3	74,4
125	71,0	68,0	67,9	59,5	68,1
160	78,5	78,7	78,1	73,1	77,6
200	75,9	73,8	77,0	75,4	75,7
250	75,6	77,6	82,4	79,8	79,6
315	78,4	79,5	76,5	72,9	77,4
400	73,4	76,5	74,5	75,8	75,2
500	72,7	76,8	73,9	75,5	75,0
630	79,7	77,8	79,0	78,4	78,8
800	74,2	70,8	74,7	72,9	73,4
1000	76,8	73,5	73,4	78,4	76,1
1250	75,2	77,4	76,8	76,6	76,6
1600	71,2	77,9	72,1	76,9	75,4
2000	74,2	78,5	73,0	75,8	75,9
2500	72,4	76,5	75,2	77,0	75,6
3150	73,6	78,4	74,6	73,7	75,6

Amostra: Revestimento cerâmico, contrapiso de argamassa cimentícia; laje pré-moldada convencional sem forro no ambiente receptor (Ref)

Número do ensaio: 2/3 | **Correção da Média Final do Ruído de Impacto (Li):** Não houve correção do ruído de impacto através do ruído de fundo.

Tabela 30-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra Ref do Ensaio 2

Frequências (Hz)	Ruído de fundo (dB)	Média do ruído de impacto (Li) (dB)	Diferença entre Li e ruído de impacto (dB)	Correção de Li (dB)
100	34,4	74,4	40,0	74,4
125	44,3	68,1	23,8	68,1
160	43,3	77,6	34,3	77,6
200	50,4	75,7	25,3	75,7
250	44,4	79,6	35,2	79,6
315	43,5	77,4	33,9	77,4
400	45,2	75,2	30,0	75,2
500	42,9	75,0	32,1	75,0
630	42,5	78,8	36,3	78,8
800	42,9	73,4	30,5	73,4
1000	40,9	76,1	35,2	76,1
1250	38,6	76,6	38,0	76,6
1600	38,4	75,4	37,0	75,4
2000	36,8	75,9	39,1	75,9
2500	34,0	75,6	41,6	75,6
3150	31,5	75,6	44,1	75,6

Amostra: Revestimento cerâmico, contrapiso de argamassa cimentícia; laje pré-moldada convencional sem forro no ambiente receptor (Ref)

Número do ensaio: 3/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 1.

Tabela 31-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra Ref

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	78,4	75,8	78,3	74,3	77,0
125	65	65,7	68,2	66	66,4
160	76,8	77	77,8	76,1	77,0
200	75	74,9	70,7	74,3	74,0
250	75,9	77,8	73	76,4	76,1
315	78,1	77,7	77	77	77,5
400	75,6	75	77,1	73,4	75,5
500	74,8	75,2	74,9	75	75,0
630	77,1	79,1	77,1	77,4	77,8
800	70,6	71	71,5	71,7	71,2
1000	78,7	77,2	77,8	77	77,7
1250	77,8	77,3	77,7	76,3	77,3
1600	73,6	73,1	73,8	73	73,4
2000	76,5	76	76,6	75,7	76,2
2500	76,2	75,9	75,5	75,9	75,9
3150	74,8	74,3	73,7	75,1	74,5

Amostra: Revestimento cerâmico, contrapiso de argamassa cimentícia; laje pré-moldada convencional sem forro no ambiente receptor (Ref)

Número do ensaio: 3/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 2.

Tabela 32-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra Ref

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	74	74,6	71,7	76,1	74,4
125	66,2	68,2	67,9	67,3	67,5
160	78,6	80	78,2	80,9	79,6
200	72,9	72,7	73,4	73,4	73,1
250	80,9	77,4	80	77,7	79,3
315	81	81,4	81	82,4	81,5
400	76,5	77,8	77,5	77,5	77,4
500	76,7	76,6	77,4	77,2	77,0
630	81,1	78	79,7	78,7	79,5
800	70,7	70,8	72,2	70,4	71,1
1000	76,6	76,2	77,6	77,6	77,0
1250	78,9	79,4	78,4	79,3	79,0
1600	79,2	78,5	79,2	78,8	78,9
2000	76,8	78,5	78,5	76,6	77,7
2500	74,9	75,9	74,8	75,5	75,3
3150	77,1	77,6	77,3	77	77,3

Amostra: Revestimento cerâmico, contrapiso de argamassa cimentícia; laje pré-moldada convencional sem forro no ambiente receptor (Ref)

Número do ensaio: 3/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 3.

Tabela 33-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra Ref

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	76,9	74,8	78,7	75,9	76,8
125	69,9	70,8	72	70,4	70,8
160	80	79	79,9	77,9	79,3
200	76,1	77,1	74,2	73,8	75,5
250	78,6	82,7	81,6	82,7	81,7
315	79,6	78,5	80,7	78,7	79,5
400	75,8	74	74,4	73,6	74,5
500	73,7	75	74,3	74,3	74,3
630	81,3	80,9	79,7	79,6	80,4
800	75,5	76	73,5	75,8	75,3
1000	76	74	74,4	74,3	74,7
1250	76,8	77,6	75	76,4	76,5
1600	73,8	72,4	72,4	72,4	72,8
2000	74	73	73,3	73,3	73,4
2500	76,1	73,6	72,9	73,1	74,1
3150	73,4	72,8	72,2	72,7	72,8

Amostra: Revestimento cerâmico, contrapiso de argamassa cimentícia; laje pré-moldada convencional sem forro no ambiente receptor (Ref)

Número do ensaio: 3/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 4.

Tabela 34-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra Ref

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	70,4	74,3	72,1	73,2	72,7
125	67	67	66	66,7	66,7
160	79,9	79,9	78,9	81,5	80,2
200	72	73,3	73,5	73,1	73,0
250	77,5	75,5	77,1	75,8	76,6
315	75,6	77,4	75,9	75	76,1
400	73	72,3	72,7	73	72,8
500	74,1	73,2	72,5	73,4	73,3
630	76,6	78,3	78,4	77,3	77,7
800	78,1	78,2	77,6	77	77,8
1000	77,8	79,7	77,2	77	78,1
1250	79,6	79,5	79,4	79,8	79,6
1600	77,2	76,8	77	77,1	77,0
2000	79,2	78,5	80,5	78,5	79,3
2500	74,1	73,7	73,6	74,3	73,9
3150	75,8	75,9	74,7	76,4	75,7

Amostra: Revestimento cerâmico, contrapiso de argamassa cimentícia; laje pré-moldada convencional sem forro no ambiente receptor (Ref)

Número do ensaio: 3/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** média final das posições 1, 2, 3 e 4.

Tabela 35-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra Ref do Ensaio 3

Média níveis ruído de impacto (li) na posição da fonte da emissão de ruído					
Frequências (Hz)	Média Posição 1 (dB)	Média Posição 2 (dB)	Média Posição 3 (dB)	Média Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	77,0	74,4	76,8	72,7	75,6
125	66,4	67,5	70,8	66,7	68,3
160	77,0	79,6	79,3	80,2	79,1
200	74,0	73,1	75,5	73,0	74,0
250	76,1	79,3	81,7	76,6	79,0
315	77,5	81,5	79,5	76,1	79,1
400	75,5	77,4	74,5	72,8	75,3
500	75,0	77,0	74,3	73,3	75,1
630	77,8	79,5	80,4	77,7	79,0
800	71,2	71,1	75,3	77,8	74,8
1000	77,7	77,0	74,7	78,1	77,1
1250	77,3	79,0	76,5	79,6	78,3
1600	73,4	78,9	72,8	77,0	76,3
2000	76,2	77,7	73,4	79,3	77,1
2500	75,9	75,3	74,1	73,9	74,9
3150	74,5	77,3	72,8	75,7	75,4

Amostra: Revestimento cerâmico, contrapiso de argamassa cimentícia; laje pré-moldada convencional sem forro no ambiente receptor (Ref)

Número do ensaio: 3/3 | **Correção da Média Final do Ruído de Impacto (Li):** Não houve correção do ruído de impacto através do ruído de fundo.

Tabela 36-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra Ref do Ensaio 3

Frequências (Hz)	Ruído de fundo (dB)	Média do ruído de impacto (Li) (dB)	Diferença entre Li e ruído de impacto (dB)	Correção de Li (dB)
100	32,2	75,6	43,4	75,6
125	42,4	68,3	25,9	68,3
160	37,9	79,1	41,2	79,1
200	40,8	74,0	33,2	74,0
250	42,4	79,0	36,6	79,0
315	39,2	79,1	39,9	79,1
400	38,0	75,3	37,3	75,3
500	35,6	75,1	39,5	75,1
630	37,2	79,0	41,8	79,0
800	36,8	74,8	38,0	74,8
1000	33,7	77,1	43,4	77,1
1250	31,4	78,3	46,9	78,3
1600	30,6	76,3	45,7	76,3
2000	29,9	77,1	47,2	77,1
2500	26,9	74,9	48,0	74,9
3150	24,1	75,4	51,3	75,4

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional (FoCon)

Número do ensaio: 1/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 1.

Tabela 37-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	71,6	71,4	76,8	73,4	73,9
125	61,7	58,3	64,9	63,1	62,6
160	70,8	69,4	71,7	71,4	70,9
200	75,4	75,7	73,9	77,1	75,7
250	75,4	76,9	73,8	77,3	76,1
315	75,9	76,2	78,9	75,3	76,8
400	74,8	75,5	77,1	75,5	75,8
500	72,6	73,1	74	74	73,5
630	78,2	77	78,4	80,1	78,6
800	76,2	75,8	76,8	75,5	76,1
1000	77,7	78,9	77,2	75,3	77,5
1250	72,5	72,2	73,8	73,4	73,0
1600	69,4	69,5	70,4	70,3	69,9
2000	67,4	65,9	66,5	66,4	66,6
2500	63,4	63,8	62,6	62,5	63,1
3150	61,4	62,1	62	61,6	61,8

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional (FoCon)

Número do ensaio: 1/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 2.

Tabela 38-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	66,2	65,9	73,5	70,8	70,3
125	64,4	61,1	68,6	67,7	66,3
160	66,1	66,4	68	66,4	66,8
200	73,8	73,8	73,7	74,3	73,9
250	72,3	73,2	71,6	72,9	72,5
315	74,4	74,9	76,6	75,3	75,4
400	79,1	78	80,4	77,3	78,9
500	71,8	72,6	71,9	73,2	72,4
630	77,4	77,6	75,5	76,7	76,9
800	71,6	72,4	72,8	72,3	72,3
1000	73,2	72,9	72,2	73,6	73,0
1250	72,9	72,7	73,6	73,4	73,2
1600	71	70,6	70,4	70,1	70,5
2000	66,1	66,5	66,1	66,3	66,3
2500	59,9	59,6	59,8	60,5	60,0
3150	62,1	62	62,7	62,5	62,3

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional (FoCon)

Número do ensaio: 1/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 3.

Tabela 39-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	74,1	71,6	70,3	69,8	71,8
125	61,1	59,8	64,1	62	62,0
160	75,7	71,1	72,1	69,7	72,8
200	71,7	72,7	75,3	73,6	73,5
250	75,9	78,1	75,7	77,1	76,8
315	73,1	73,7	75,9	74,3	74,4
400	80,1	80,4	77,6	77,1	79,0
500	76,6	78,5	77,8	76,8	77,5
630	77	78,3	76,9	76,5	77,2
800	70,8	71	70,8	71,5	71,0
1000	71,4	71,7	71,6	71,8	71,6
1250	68,1	67	66,9	67	67,3
1600	66,6	65,7	65	64,3	65,5
2000	60,1	59,6	58,9	59	59,4
2500	57,4	56,6	56,6	55,7	56,6
3150	55,9	56,3	57,4	56,8	56,6

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional (FoCon)

Número do ensaio: 1/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 4.

Tabela 40-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	71,5	72,6	69,7	74,4	72,4
125	63,1	67,4	62,5	67,2	65,6
160	72,3	73,2	72,7	73,9	73,1
200	77,6	75,8	74,2	72,8	75,5
250	79,2	79,1	77,9	76,2	78,3
315	71,2	73,7	75,5	73,2	73,7
400	71,1	70,1	71,4	73,2	71,6
500	74,2	74,5	73,5	72,4	73,7
630	77,7	77,6	76,3	76,1	77,0
800	69,8	70,7	69,3	70,1	70,0
1000	72	73,9	74,7	74,7	74,0
1250	73,8	74,5	74	74	74,1
1600	70	70,8	71,4	71,9	71,1
2000	68,1	68,7	69,7	69,5	69,0
2500	60,3	60,2	60,1	59,7	60,1
3150	59,4	59,2	59,9	60,2	59,7

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional (FoCon)

Número do ensaio: 1/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** média final das posições 1, 2, 3 e 4.

Tabela 41-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon do Ensaio 1

Média níveis ruído de impacto (Li) na posição da fonte da emissão de ruído					
Frequências (Hz)	Média Posição 1 (dB)	Média Posição 2 (dB)	Média Posição 3 (dB)	Média Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	73,9	70,3	71,8	72,4	72,3
125	62,6	66,3	62,0	65,6	64,5
160	70,9	66,8	72,8	73,1	71,5
200	75,7	73,9	73,5	75,5	74,7
250	76,1	72,5	76,8	78,3	76,4
315	76,8	75,4	74,4	73,7	75,2
400	75,8	78,9	79,0	71,6	77,2
500	73,5	72,4	77,5	73,7	74,7
630	78,6	76,9	77,2	77,0	77,5
800	76,1	72,3	71,0	70,0	73,0
1000	77,5	73,0	71,6	74,0	74,6
1250	73,0	73,2	67,3	74,1	72,5
1600	69,9	70,5	65,5	71,1	69,7
2000	66,6	66,3	59,4	69,0	66,5
2500	63,1	60,0	56,6	60,1	60,5
3150	61,8	62,3	56,6	59,7	60,6

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional (FoCon)

Número do ensaio: 1/3 | **Correção da Média Final do Ruído de Impacto (Li):** Não houve correção do ruído de impacto através do ruído de fundo.

Tabela 42-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon do Ensaio 1

Frequências (Hz)	Ruído de fundo (dB)	Média do ruído de impacto (Li) (dB)	Diferença entre Li e ruído de impacto (dB)	Correção de Li (dB)
100	37,2	72,3	35,1	72,3
125	48,9	64,5	15,6	64,5
160	47,8	71,5	23,7	71,5
200	58,9	74,7	15,8	74,7
250	49,2	76,4	27,2	76,4
315	48,1	75,2	27,1	75,2
400	50,8	77,2	26,4	77,2
500	46,5	74,7	28,2	74,7
630	47,1	77,5	30,4	77,5
800	46,9	73,0	26,1	73,0
1000	46,0	74,6	28,6	74,6
1250	46,5	72,5	26,0	72,5
1600	45,5	69,7	24,2	68,4
2000	45,0	66,5	21,5	65,2
2500	42,7	60,5	17,8	59,2
3150	39,3	60,6	21,3	60,6

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional (FoCon)

Número do ensaio: 2/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 1.

Tabela 43-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	70	71,5	74	70,9	71,9
125	60,9	62,4	61,5	63,6	62,2
160	72	73,5	74,5	74,2	73,7
200	73,9	75,9	72,7	75	74,5
250	78,8	79,4	77	78,6	78,5
315	77,8	77,8	80,6	77,5	78,6
400	75,4	72,5	74,9	73,5	74,2
500	71,9	72,9	72,9	73,8	72,9
630	77,7	76	78	77,9	77,5
800	71,6	70,7	71,2	72,9	71,7
1000	75	77,2	75,6	75,9	76,0
1250	74,1	72,5	73,6	72,8	73,3
1600	71,8	69,5	70,8	71,4	71,0
2000	70,5	70,1	70,2	70,3	70,3
2500	65,8	65,8	65,8	66,3	65,9
3150	64	64,1	63,1	63,7	63,7

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional (FoCon)

Número do ensaio: 2/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 2.

Tabela 44-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	70,5	78,3	77,1	69,5	75,4
125	65	68,3	67,2	65,5	66,7
160	77,5	80,7	80,2	80,6	79,9
200	74,8	74,8	75,1	74,9	74,9
250	79,1	77,4	78,6	79,2	78,6
315	75,5	74,7	74,5	73,2	74,6
400	77,9	78,7	75,5	76,3	77,3
500	76,2	74,8	73,9	74,3	74,9
630	78,5	77,1	76,3	77,1	77,3
800	71,8	70,2	70,1	69,9	70,6
1000	71,1	69,6	71,1	71,7	70,9
1250	69,1	68,7	68,7	69,6	69,0
1600	68,7	69,7	69,4	69,9	69,4
2000	67,5	67,7	67	67,2	67,4
2500	60,1	60,2	60	60,2	60,1
3150	60,4	60,4	60,4	61	60,6

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional (FoCon)

Número do ensaio: 2/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 3.

Tabela 45-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	74,8	74,3	72,4	69,5	73,2
125	64,7	61,9	63,1	63	63,3
160	73,9	75,4	73,6	72,6	74,0
200	76	78,1	77,7	77,3	77,3
250	81,8	82,6	80,8	80,4	81,5
315	76,3	77,6	76,5	77,9	77,1
400	72	72,7	71,5	71,7	72,0
500	75,1	76,4	75,7	74,4	75,5
630	78,6	80,2	78,3	79,1	79,1
800	73,1	74,7	72,7	75	74,0
1000	73,4	73,4	75,3	74,3	74,2
1250	71,8	71,7	73,3	72,4	72,3
1600	68,8	69,7	69,9	69,3	69,4
2000	66,5	66,9	67,7	67,7	67,2
2500	62,5	61,6	62,1	62,2	62,1
3150	59,9	61,3	61,7	61,3	61,1

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional (FoCon)

Número do ensaio: 2/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 4.

Tabela 46-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	72,5	74,6	71	76,2	74,0
125	65	63,9	61,6	65,5	64,2
160	70,2	74,1	71,3	72,7	72,3
200	77,1	80,7	78,4	77	78,6
250	78,8	76,8	76,9	74,9	77,1
315	73,6	75,6	74,4	74,8	74,7
400	75,7	76,1	74,6	75,4	75,5
500	73,2	73,7	73,9	73,7	73,6
630	73,6	74,4	74,4	76,9	75,0
800	66,7	66,6	66,3	66,5	66,5
1000	72,1	73,3	71,1	71,6	72,1
1250	71,2	72,6	71,2	72,2	71,8
1600	67,8	69,3	68,7	70,6	69,2
2000	69,8	69,9	70,9	69,7	70,1
2500	62,7	62,9	63	62,2	62,7
3150	58,9	58,6	60,7	60,1	59,7

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional (FoCon)

Número do ensaio: 2/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** média final das posições 1, 2, 3 e 4.

Tabela 47-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon do Ensaio 2

Média níveis ruído de impacto (li) na posição da fonte da emissão de ruído					
Frequências (Hz)	Média Posição 1 (dB)	Média Posição 2 (dB)	Média Posição 3 (dB)	Média Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	71,9	75,4	73,2	74,0	73,8
125	62,2	66,7	63,3	64,2	64,4
160	73,7	79,9	74,0	72,3	76,1
200	74,5	74,9	77,3	78,6	76,7
250	78,5	78,6	81,5	77,1	79,2
315	78,6	74,6	77,1	74,7	76,6
400	74,2	77,3	72,0	75,5	75,2
500	72,9	74,9	75,5	73,6	74,3
630	77,5	77,3	79,1	75,0	77,5
800	71,7	70,6	74,0	66,5	71,4
1000	76,0	70,9	74,2	72,1	73,7
1250	73,3	69,0	72,3	71,8	71,9
1600	71,0	69,4	69,4	69,2	69,8
2000	70,3	67,4	67,2	70,1	69,0
2500	65,9	60,1	62,1	62,7	63,2
3150	63,7	60,6	61,1	59,7	61,6

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional (FoCon)

Número do ensaio: 2/3 | **Correção da Média Final do Ruído de Impacto (Li):** Não houve correção do ruído de impacto através do ruído de fundo.

Tabela 48-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon do Ensaio 2

Frequências (Hz)	Ruído de fundo (dB)	Média do ruído de impacto (Li) (dB)	Diferença entre Li e ruído de impacto (dB)	Correção de Li (dB)
100	30,6	73,8	43,2	73,8
125	41,6	64,4	22,8	64,4
160	40,4	76,1	35,7	76,1
200	39,8	76,7	36,9	76,7
250	38,9	79,2	40,3	79,2
315	35,0	76,6	41,6	76,6
400	33,6	75,2	41,6	75,2
500	34,2	74,3	40,1	74,3
630	35,0	77,5	42,5	77,5
800	34,0	71,4	37,4	71,4
1000	34,7	73,7	39,0	73,7
1250	35,5	71,9	36,4	71,9
1600	35,0	69,8	34,8	68,5
2000	34,5	69,0	34,5	67,7
2500	33,0	63,2	30,2	61,9
3150	31,2	61,6	30,4	61,6

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional (FoCon)

Número do ensaio: 3/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 1.

Tabela 49-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	68,3	68,7	74,6	73,1	72,0
125	61,2	64,8	64,3	64,7	64,0
160	71,9	71	72,2	72,8	72,0
200	73,8	75	74,2	74,7	74,4
250	76,3	76,9	74,4	75,2	75,8
315	74,6	75,5	79,3	76,6	76,9
400	76,7	76,4	77,8	75,7	76,7
500	71,8	72,2	71	72,5	71,9
630	79,9	77,3	78,3	76,5	78,2
800	77,9	77,3	76,7	76,5	77,1
1000	76,8	76,6	75,7	76,2	76,3
1250	74,1	73,8	73,4	73,5	73,7
1600	72,3	72,2	71,5	71,1	71,8
2000	67,7	68,5	67,9	68,5	68,2
2500	65,1	65,5	64,8	64,2	64,9
3150	66,4	65,8	65,8	65,1	65,8

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional (FoCon)

Número do ensaio: 3/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 2.

Tabela 50-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	64,7	75,4	71,6	63	71,3
125	62,6	68,2	62,4	61,3	64,6
160	70,7	73,6	71,9	71,1	72,0
200	74,4	74	76,3	74,3	74,9
250	80,4	78,3	79,2	79,5	79,4
315	73,9	74,4	73,7	74,9	74,3
400	77,2	77,4	75,6	76,9	76,8
500	77	77,3	77,4	77,7	77,4
630	77,9	80	77,9	77,7	78,5
800	70,2	68,9	69,5	69,7	69,6
1000	72,8	72,4	72,1	71,3	72,2
1250	73,4	73,9	72,6	74,2	73,6
1600	70,9	72,5	71,6	71,6	71,7
2000	66,7	66,1	67	67,1	66,7
2500	60,9	60,3	61,2	61,4	61,0
3150	63	62,6	63,3	63,4	63,1

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional (FoCon)

Número do ensaio: 3/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 3.

Tabela 51-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	73,2	71,2	68,8	69,5	71,0
125	66,1	62,7	62,3	61,4	63,5
160	74	75,8	74,5	72,9	74,4
200	73,1	74,4	77,5	76,7	75,8
250	79,1	80,1	79,4	79,5	79,5
315	77,7	76,1	77,6	76,6	77,1
400	75,7	75,4	75	76,6	75,7
500	76	77,1	76,5	75,6	76,3
630	77,7	80	78	77,4	78,4
800	72,1	73,2	72,5	73	72,7
1000	73,3	75,1	74,1	73,9	74,1
1250	68,9	69	70,3	68,4	69,2
1600	67,4	67,1	67,1	67,1	67,2
2000	63,5	64,4	64,9	64	64,2
2500	60,1	59,7	60,7	60,6	60,3
3150	60,4	59,9	60,9	61,2	60,6

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional (FoCon)

Número do ensaio: 3/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 4.

Tabela 52-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	69,2	64,3	67	71,9	69,0
125	59,3	57,2	56,5	61,1	58,9
160	69,5	68,6	68,9	70,7	69,5
200	74,9	77,7	77,4	76,1	76,7
250	78,2	79,6	79,6	76,4	78,6
315	72,9	73,9	74	74,2	73,8
400	70,1	70,2	70,1	71,4	70,5
500	72,8	72,5	75	72,8	73,4
630	75,9	74,9	76,1	76,2	75,8
800	65,4	66,6	66,6	69,2	67,2
1000	70,9	72,2	72,8	72,9	72,3
1250	70,8	71,1	70,4	72	71,1
1600	66	67,3	66,9	68,7	67,3
2000	67	65,6	66,8	67,3	66,7
2500	61,1	61,3	59,6	59,3	60,4
3150	61,9	62,1	61,3	60,7	61,5

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional (FoCon)

Número do ensaio: 3/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** média final das posições 1, 2, 3 e 4.

Tabela 53-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon do Ensaio 3

Média níveis ruído de impacto (Li) na posição da fonte da emissão de ruído					
Frequências (Hz)	Média Posição 1 (dB)	Média Posição 2 (dB)	Média Posição 3 (dB)	Média Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	72,0	71,3	71,0	69,0	71,0
125	64,0	64,6	63,5	58,9	63,2
160	72,0	72,0	74,4	69,5	72,3
200	74,4	74,9	75,8	76,7	75,5
250	75,8	79,4	79,5	78,6	78,6
315	76,9	74,3	77,1	73,8	75,7
400	76,7	76,8	75,7	70,5	75,6
500	71,9	77,4	76,3	73,4	75,3
630	78,2	78,5	78,4	75,8	77,8
800	77,1	69,6	72,7	67,2	73,3
1000	76,3	72,2	74,1	72,3	74,1
1250	73,7	73,6	69,2	71,1	72,3
1600	71,8	71,7	67,2	67,3	70,1
2000	68,2	66,7	64,2	66,7	66,7
2500	64,9	61,0	60,3	60,4	62,1
3150	65,8	63,1	60,6	61,5	63,2

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional (FoCon)

Número do ensaio: 3/3 | **Correção da Média Final do Ruído de Impacto (Li):** Não houve correção do ruído de impacto através do ruído de fundo.

Tabela 54-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon do Ensaio 3

Frequências (Hz)	Ruído de fundo (dB)	Média do ruído de impacto (Li) (dB)	Diferença entre Li e ruído de impacto (dB)	Correção de Li (dB)
100	32,5	71,0	38,5	71,0
125	40,8	63,2	22,4	63,2
160	40,9	72,3	31,4	72,3
200	42,3	75,5	33,2	75,5
250	37,5	78,6	41,1	78,6
315	40,2	75,7	35,5	75,7
400	36,6	75,6	39,0	75,6
500	34,5	75,3	40,8	75,3
630	32,7	77,8	45,1	77,8
800	32,5	73,3	40,8	73,3
1000	32,6	74,1	41,5	74,1
1250	32,5	72,3	39,8	72,3
1600	32,3	70,1	37,8	70,1
2000	32,0	66,7	34,7	66,7
2500	30,3	62,1	31,8	62,1
3150	29,1	63,2	34,1	63,2

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional com manta de lã de vidro ensacada 50mm (FoCon+LV)

Número do ensaio: 1/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 1.

Tabela 55-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	62,7	65,4	70,9	68,1	67,8
125	55,8	58	60,8	57,3	58,4
160	74,6	72,3	74,3	74	73,9
200	74,2	73,5	71,7	71,1	72,8
250	74,6	76	74,2	76,8	75,5
315	77	79	80,3	77	78,6
400	71,4	72,1	73,4	72,2	72,3
500	71,8	72,2	72,3	73,1	72,4
630	73,9	74,6	75,9	74,7	74,8
800	75,4	73,5	74,4	74	74,4
1000	73,5	74,8	73,4	72,7	73,7
1250	73,9	73,9	73,2	73,9	73,7
1600	71,7	70,7	71,4	71,4	71,3
2000	67,9	66,5	67,9	67,8	67,6
2500	61,6	62,8	62,7	62,5	62,4
3150	56,1	56,6	56,7	57,1	56,6

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional com manta de lã de vidro ensacada 50mm (FoCon+LV)

Número do ensaio: 1/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 2.

Tabela 56-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	66,3	71,2	70,5	67,8	69,4
125	54,8	57,9	59,2	56,8	57,5
160	71,9	72,5	73	72,8	72,6
200	71,7	71,6	71,6	70,6	71,4
250	77,2	77,8	77,8	79,9	78,3
315	72	72,8	73,6	73,9	73,1
400	71	70,7	71,5	70,7	71,0
500	73,5	72,6	72,8	72,4	72,8
630	77,2	77,1	76	77,7	77,0
800	71	69,9	70,4	70,2	70,4
1000	70,1	69,8	71,3	69,9	70,3
1250	69	69	70,2	68,9	69,3
1600	67,9	69,9	69,5	69,6	69,3
2000	65,6	65,2	66	65,5	65,6
2500	57,3	58	57,9	57,1	57,6
3150	52,9	53,6	52,8	52,7	53,0

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional com manta de lã de vidro ensacada 50mm (FoCon+LV)

Número do ensaio: 1/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 3.

Tabela 57-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	68,7	66,5	68,1	68,6	68,1
125	61,5	63	61,8	62,3	62,2
160	79,3	77,2	78,3	78,4	78,4
200	73,8	72,6	78	76,9	75,9
250	78,5	78,9	79,2	81,3	79,6
315	74	75	74,7	75,2	74,7
400	71	71,4	70,8	70,1	70,9
500	71,5	72,7	72,1	73,3	72,5
630	76,7	77	79,4	78,9	78,2
800	72,1	73,2	72,4	72,4	72,5
1000	70,6	70,1	71,5	71,1	70,9
1250	71,1	71,7	71,1	70,8	71,2
1600	67	67,4	66,4	67,6	67,1
2000	64,3	64,9	64,2	64,6	64,5
2500	57,4	57,6	58,3	58,6	58,0
3150	53,2	53,5	54,6	54,3	53,9

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional com manta de lã de vidro ensacada 50mm (FoCon+LV)

Número do ensaio: 1/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 4.

Tabela 58-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	70	67,2	66,8	71,7	69,4
125	60,4	59,8	59,3	63,1	60,9
160	72,4	69,4	68,1	70,7	70,4
200	70,3	69,7	72,3	69,9	70,7
250	74,3	72,7	74,5	72	73,5
315	72,8	70,4	74,1	72,2	72,6
400	70,1	71,9	73,7	70,9	71,9
500	71,6	72,8	73,9	72,1	72,7
630	72,5	74,3	74,2	73,8	73,8
800	71,9	74,2	72,7	75,1	73,7
1000	73,2	71,8	71,3	72,6	72,3
1250	69,6	71,3	70,2	69,6	70,2
1600	70,9	72,1	70,9	70,1	71,1
2000	67,6	67,7	67,1	67	67,4
2500	58,8	59,9	59,5	58,6	59,2
3150	53,4	53	53	53,1	53,1

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional com manta de lã de vidro ensacada 50mm (FoCon+LV)

Número do ensaio: 1/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** média final das posições 1, 2, 3 e 4.

Tabela 59-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV do Ensaio 1

Média níveis ruído de impacto (li) na posição da fonte da emissão de ruído					
Frequências (Hz)	Média Posição 1 (dB)	Média Posição 2 (dB)	Média Posição 3 (dB)	Média Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	67,8	69,4	68,1	69,4	68,7
125	58,4	57,5	62,2	60,9	60,1
160	73,9	72,6	78,4	70,4	74,9
200	72,8	71,4	75,9	70,7	73,2
250	75,5	78,3	79,6	73,5	77,4
315	78,6	73,1	74,7	72,6	75,4
400	72,3	71,0	70,9	71,9	71,6
500	72,4	72,8	72,5	72,7	72,6
630	74,8	77,0	78,2	73,8	76,3
800	74,4	70,4	72,5	73,7	73,0
1000	73,7	70,3	70,9	72,3	72,0
1250	73,7	69,3	71,2	70,2	71,5
1600	71,3	69,3	67,1	71,1	70,0
2000	67,6	65,6	64,5	67,4	66,4
2500	62,4	57,6	58,0	59,2	59,8
3150	56,6	53,0	53,9	53,1	54,5

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional com manta de lã de vidro ensacada 50mm (FoCon+LV)

Número do ensaio: 1/3 | **Correção da Média Final do Ruído de Impacto (Li):** Não houve correção do ruído de impacto através do ruído de fundo.

Tabela 60-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV do Ensaio 1

Frequências (Hz)	Ruído de fundo (dB)	Média do ruído de impacto (Li) (dB)	Diferença entre Li e ruído de impacto (dB)	Correção de Li (dB)
100	37,6	68,7	31,1	68,7
125	49,9	60,1	10,2	60,1
160	52,4	74,9	22,5	74,9
200	56,1	73,2	17,1	73,2
250	48,5	77,4	28,9	77,4
315	46,4	75,4	29,0	75,4
400	45,9	71,6	25,7	71,6
500	44,2	72,6	28,4	72,6
630	45,8	76,3	30,5	76,3
800	45,5	73,0	27,5	73,0
1000	47,8	72,0	24,2	72,0
1250	45,8	71,5	25,7	71,5
1600	44,9	70,0	25,1	70,0
2000	43,1	66,4	23,3	66,4
2500	40,4	59,8	19,4	59,8
3150	38,6	54,5	15,9	54,5

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional com manta de lã de vidro ensacada 50mm (FoCon+LV)

Número do ensaio: 2/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 1.

Tabela 61-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	69,9	69,7	76,4	74,6	73,6
125	60,5	58,4	64,9	63,3	62,5
160	75,9	73,1	75,9	75,6	75,3
200	73,9	74,1	73,5	72,6	73,6
250	70,1	71,2	71,1	71,2	70,9
315	69,4	70,5	72,2	69,8	70,6
400	69,8	70,5	73,3	70,8	71,3
500	71,5	71,1	71,5	72,8	71,8
630	75	74,8	74,5	75,4	74,9
800	70,2	69,9	69,5	69,5	69,8
1000	74,4	74,2	74,2	73,9	74,2
1250	71,5	72,6	71,4	71,6	71,8
1600	67,3	67,6	67,6	67,5	67,5
2000	63,8	64,1	64,7	64,2	64,2
2500	60	60,6	60,8	60,9	60,6
3150	55,1	54,6	55,1	55,2	55,0

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional com manta de lã de vidro ensacada 50mm (FoCon+LV)

Número do ensaio: 2/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 2.

Tabela 62-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	65,1	73,7	73,3	65,2	71,1
125	56,8	63,5	66,7	58,6	63,1
160	70,8	72,4	72,3	70,8	71,6
200	69,7	68,9	68,9	69,5	69,3
250	77,7	74,5	76	75,9	76,2
315	77	74,5	76,2	73,2	75,5
400	74,3	75,9	73,3	72,6	74,2
500	72,8	72,9	71,9	72,1	72,4
630	77,6	76,1	75	75,7	76,2
800	69	69,1	70,9	69,8	69,8
1000	73,1	71,8	73,7	73,5	73,1
1250	71,4	69,8	72,1	71,8	71,4
1600	67,3	67,7	67,8	68,9	68,0
2000	65,1	65,3	65,7	66,8	65,8
2500	56,9	57,1	57,1	57,6	57,2
3150	53,2	54,7	54,3	55,2	54,4

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional com manta de lã de vidro ensacada 50mm (FoCon+LV)

Número do ensaio: 2/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 3.

Tabela 63-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	70,4	68,8	65,8	63,6	67,9
125	64,6	64,5	63,7	58,6	63,4
160	72,5	73,7	72,4	71,6	72,6
200	74	74,1	76,7	76,9	75,6
250	77,1	77,8	76,6	77,7	77,3
315	73,2	76,1	76,5	73,7	75,1
400	73,8	72,4	71,3	71,9	72,5
500	71,9	72,8	73,4	73,2	72,9
630	78,9	78,9	78,9	78,7	78,9
800	74,5	74,4	73,7	74	74,2
1000	72,8	72,9	75,3	74,8	74,1
1250	73,3	73,5	73,3	72,8	73,2
1600	67	67,7	66,4	67,8	67,3
2000	63,4	63,8	64	62,7	63,5
2500	59,5	58,6	59,1	59,5	59,2
3150	55,3	54,9	54,7	54,8	54,9

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional com manta de lã de vidro ensacada 50mm (FoCon+LV)

Número do ensaio: 2/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 4.

Tabela 64-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	67,7	65,8	66,5	69,1	67,5
125	54,7	58,3	56,4	55,1	56,4
160	67,9	69,1	69,8	69,8	69,2
200	75,3	76,5	76,3	73,3	75,5
250	80,7	78,2	79,7	78,4	79,4
315	70,2	69,4	69,2	68,5	69,4
400	72,8	72,8	71,9	73,1	72,7
500	73	72,5	74	70,7	72,7
630	76,1	78,6	78,6	78,5	78,1
800	72,2	72,6	72,2	72,1	72,3
1000	74,7	73,5	74,4	72,8	73,9
1250	74,1	74,5	75,1	74,8	74,6
1600	70	69,8	68,6	69,8	69,6
2000	68,3	68,2	67,3	66,8	67,7
2500	61,5	62,3	61,4	62,3	61,9
3150	56,5	57,1	58	58	57,4

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional com manta de lã de vidro ensacada 50mm (FoCon+LV)

Número do ensaio: 2/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** média final das posições 1, 2, 3 e 4.

Tabela 65-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV do Ensaio 2

Média níveis ruído de impacto (li) na posição da fonte da emissão de ruído					
Frequências (Hz)	Média Posição 1 (dB)	Média Posição 2 (dB)	Média Posição 3 (dB)	Média Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	73,6	71,1	67,9	67,5	70,7
125	62,5	63,1	63,4	56,4	62,1
160	75,3	71,6	72,6	69,2	72,7
200	73,6	69,3	75,6	75,5	74,1
250	70,9	76,2	77,3	79,4	76,9
315	70,6	75,5	75,1	69,4	73,4
400	71,3	74,2	72,5	72,7	72,8
500	71,8	72,4	72,9	72,7	72,5
630	74,9	76,2	78,9	78,1	77,3
800	69,8	69,8	74,2	72,3	71,9
1000	74,2	73,1	74,1	73,9	73,8
1250	71,8	71,4	73,2	74,6	73,0
1600	67,5	68,0	67,3	69,6	68,2
2000	64,2	65,8	63,5	67,7	65,6
2500	60,6	57,2	59,2	61,9	60,0
3150	55,0	54,4	54,9	57,4	55,6

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional com manta de lã de vidro ensacada 50mm (FoCon+LV)

Número do ensaio: 2/3 | **Correção da Média Final do Ruído de Impacto (Li):** Não houve correção do ruído de impacto através do ruído de fundo.

Tabela 66-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV do Ensaio 2

Frequências (Hz)	Ruído de fundo (dB)	Média do ruído de impacto (Li) (dB)	Diferença entre Li e ruído de impacto (dB)	Correção de Li (dB)
100	29,0	70,7	41,7	70,7
125	39,8	62,1	22,3	62,1
160	40,6	72,7	32,1	72,7
200	41,3	74,1	32,8	74,1
250	34,0	76,9	42,9	76,9
315	35,6	73,4	37,8	73,4
400	35,2	72,8	37,6	72,8
500	36,1	72,5	36,4	72,5
630	37,3	77,3	40,0	77,3
800	38,4	71,9	33,5	71,9
1000	39,0	73,8	34,8	73,8
1250	39,4	73,0	33,6	73,0
1600	38,2	68,2	30,0	68,2
2000	38,0	65,6	27,6	65,6
2500	36,0	60,0	24,0	60,0
3150	34,9	55,6	20,7	55,6

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional com manta de lã de vidro ensacada 50mm (FoCon+LV)

Número do ensaio: 3/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 1.

Tabela 67-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	71,3	69,4	72,7	71,4	71,4
125	60,4	59,2	63,9	62,2	61,8
160	73,2	71,6	75,3	74,5	73,9
200	74,2	73,2	71,8	70,8	72,7
250	74,6	74,7	73,2	73,8	74,1
315	71,3	71,9	73,3	71	72,0
400	73	72,5	76,9	72,2	74,1
500	71,3	71,3	72,3	72,3	71,8
630	76,5	76,3	76,5	75,4	76,2
800	70,3	69,7	69,4	69,1	69,6
1000	75,1	74,9	74	73,2	74,4
1250	70,7	70,7	71,1	71,1	70,9
1600	66,9	67,4	68,4	67,6	67,6
2000	65,2	64,8	64,3	64,9	64,8
2500	60,3	60	58,6	59,8	59,7
3150	53,9	53,6	53,8	53,1	53,6

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional com manta de lã de vidro ensacada 50mm (FoCon+LV)

Número do ensaio: 3/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 2.

Tabela 68-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	62,2	69,1	67,1	60,9	66,1
125	52,4	60,1	58,2	54,7	57,3
160	68,2	71,1	71,4	69,9	70,3
200	72,8	73,1	73,8	72	73,0
250	78,7	77,9	79,5	78,1	78,6
315	77,1	78,4	78,3	75,2	77,4
400	80	79,2	76,8	77	78,5
500	75,3	75,3	75	73,6	74,9
630	75	74,3	74	75,1	74,6
800	64,4	64,2	66,7	64,7	65,1
1000	70	68,9	69,1	70,1	69,6
1250	72,1	71,7	70,8	72,1	71,7
1600	69,6	70,2	69,6	70,3	69,9
2000	65,2	65,3	66,6	66,4	65,9
2500	57,6	57,5	57,9	57,9	57,7
3150	54,4	55,3	54,8	54,9	54,9

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional com manta de lã de vidro ensacada 50mm (FoCon+LV)

Número do ensaio: 3/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 3.

Tabela 69-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	65,5	64,4	63,8	57,9	63,7
125	59,9	57,6	60,3	52,8	58,5
160	72,6	74,4	72,3	70,6	72,7
200	73,6	77,7	75,8	76,4	76,1
250	79,9	79,5	77,1	76,1	78,4
315	74	73,5	73,5	74,3	73,8
400	70,9	73,5	73,3	70,5	72,3
500	73,1	74,1	73,8	71,5	73,2
630	76,6	76,5	76,2	73,9	75,9
800	74,4	73,5	71	66,9	72,3
1000	68,3	68,2	68,4	65,9	67,8
1250	73,7	72,6	71,8	72,9	72,8
1600	67,3	68,5	68,4	69,9	68,6
2000	62,9	64,3	65,2	64,1	64,2
2500	58,9	59,2	59,5	60,6	59,6
3150	53,6	54,2	54,6	55,2	54,4

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional com manta de lã de vidro ensacada 50mm (FoCon+LV)

Número do ensaio: 3/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 4.

Tabela 70-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	68,1	64,4	65,8	70,2	67,7
125	59,3	61,6	58,5	58,3	59,6
160	70,5	71,9	69,7	72	71,1
200	76,1	78,1	78,7	76,1	77,4
250	78,5	77,8	78,3	76,8	77,9
315	70,1	68,5	68,9	69,1	69,2
400	73,9	72,8	71	73,4	72,9
500	72,4	72,2	73,2	70,2	72,1
630	78,1	78,2	79,1	77,8	78,3
800	71,3	73,1	73	72,4	72,5
1000	73	72,8	73,7	72,3	73,0
1250	72,2	73,5	73,7	73,1	73,2
1600	69,1	70,5	68,3	70,8	69,8
2000	69	68,5	68,6	68,5	68,7
2500	60	61,9	61,7	62,6	61,6
3150	56,2	57,3	57,4	57,9	57,2

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional com manta de lã de vidro ensacada 50mm (FoCon+LV)

Número do ensaio: 3/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** média final das posições 1, 2, 3 e 4.

Tabela 71-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV do Ensaio 3

Média níveis ruído de impacto (li) na posição da fonte da emissão de ruído					
Frequências (Hz)	Média Posição 1 (dB)	Média Posição 2 (dB)	Média Posição 3 (dB)	Média Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	71,4	66,1	63,7	67,7	68,1
125	61,8	57,3	58,5	59,6	59,6
160	73,9	70,3	72,7	71,1	72,2
200	72,7	73,0	76,1	77,4	75,3
250	74,1	78,6	78,4	77,9	77,6
315	72,0	77,4	73,8	69,2	74,1
400	74,1	78,5	72,3	72,9	75,2
500	71,8	74,9	73,2	72,1	73,2
630	76,2	74,6	75,9	78,3	76,5
800	69,6	65,1	72,3	72,5	70,7
1000	74,4	69,6	67,8	73,0	71,9
1250	70,9	71,7	72,8	73,2	72,2
1600	67,6	69,9	68,6	69,8	69,1
2000	64,8	65,9	64,2	68,7	66,3
2500	59,7	57,7	59,6	61,6	59,9
3150	53,6	54,9	54,4	57,2	55,3

Amostra: Forro de gesso acartonado convencional com manta de lã de vidro ensacada 50mm (FoCon+LV)

Número do ensaio: 3/3 | **Correção da Média Final do Ruído de Impacto (Li):** Não houve correção do ruído de impacto através do ruído de fundo.

Tabela 72-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoCon+LV do Ensaio 3

Frequências (Hz)	Ruído de fundo (dB)	Média do ruído de impacto (Li) (dB)	Diferença entre Li e ruído de impacto (dB)	Correção de Li (dB)
100	30,9	70,7	39,8	70,7
125	45,2	62,1	16,9	62,1
160	38,2	72,7	34,5	72,7
200	43,1	74,1	31,0	74,1
250	38,7	76,9	38,2	76,9
315	38,3	73,4	35,1	73,4
400	38,4	72,8	34,4	72,8
500	38,4	72,5	34,1	72,5
630	37,7	77,3	39,6	77,3
800	36,5	71,9	35,4	71,9
1000	37,4	73,8	36,4	73,8
1250	36,8	73,0	36,2	73,0
1600	36,1	68,2	32,1	68,2
2000	35,8	65,6	29,8	65,6
2500	34,9	60,0	25,1	60,0
3150	33,4	55,6	22,2	55,6

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração e lençol de borracha natural 3mm (FoIso1)

Número do ensaio: 1/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 1.

Tabela 73-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	68,8	68,1	71	67,8	69,1
125	60,6	58,3	61,2	60,6	60,3
160	77,8	75,7	76,7	77,4	77,0
200	77,5	78,4	77,6	76	77,5
250	78,7	76,5	74,5	78,8	77,5
315	77,4	75,7	77,1	77,3	76,9
400	73,8	73,2	74,1	75	74,1
500	71,2	73,1	73,9	74,3	73,3
630	76,1	75,6	75,4	76,1	75,8
800	69,4	69,5	69,4	68,5	69,2
1000	71,6	71,2	70,3	69,7	70,8
1250	70,6	70,5	69	69,1	69,9
1600	66,3	65,6	65,8	65,6	65,8
2000	66,6	65,2	66,5	66,4	66,2
2500	60,2	60,6	60,9	59,6	60,4
3150	58,6	58,7	58,8	58,1	58,6

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração e lençol de borracha natural 3mm (FoIso1)

Número do ensaio: 1/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 2.

Tabela 74-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	67,8	70,9	69	66,1	68,8
125	61,9	62,6	60,9	59,8	61,4
160	79,5	79,1	78	79,3	79,0
200	74,7	71,9	74,2	76,1	74,5
250	77,3	75,2	78,2	79,5	77,8
315	79,8	78	78,2	79,1	78,8
400	74,4	76,6	74,6	74,4	75,1
500	77	75,8	77	74,7	76,2
630	78,3	77,2	76,3	78,2	77,6
800	65,5	67,5	67,6	66,6	66,9
1000	69	69,5	68,3	69,7	69,2
1250	71,6	72,7	71,6	72,9	72,2
1600	72,8	74	74,2	75	74,1
2000	67,4	67,5	67,5	66,8	67,3
2500	59,5	60,3	59,7	60,3	60,0
3150	58,7	59,7	59,5	58,9	59,2

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração e lençol de borracha natural 3mm (FoIso1)

Número do ensaio: 1/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 3.

Tabela 75-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	68,9	65,7	71,3	69,7	69,3
125	65,6	57,8	61,3	61,4	62,4
160	69,1	67,7	68,4	70,3	69,0
200	72,2	73,8	75	73,7	73,8
250	71,5	74,6	72	71,9	72,7
315	75,3	74,5	73,6	73,9	74,4
400	73,4	73,7	72,8	71,6	72,9
500	74,6	75,8	73,5	73,9	74,5
630	78,4	76	77,3	76,4	77,1
800	72,9	72,2	72,1	72,9	72,5
1000	71	71,2	71,7	70,2	71,1
1250	73,1	72,1	72,4	70,9	72,2
1600	68,3	69,7	69,3	67,6	68,8
2000	63,4	62,9	62,4	62,3	62,8
2500	62,2	60,3	60,1	61,1	61,0
3150	55,5	54,9	55,8	55,5	55,4

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração e lençol de borracha natural 3mm (FoIso1)

Número do ensaio: 1/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 4.

Tabela 76-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	68,4	70,5	71,8	69,3	70,2
125	59,5	58,1	59,9	61,3	59,8
160	70,7	72,5	74,4	73,2	72,9
200	74,2	73,8	75,7	73,8	74,4
250	81,1	81,5	78,3	75,7	79,7
315	76,5	76,3	75,3	75,3	75,9
400	69,2	69,4	68,5	70,6	69,5
500	72,9	71,3	72,4	71,8	72,1
630	74,4	76	75,8	76,2	75,7
800	75,8	76,3	75,9	75,2	75,8
1000	74,2	72,7	73,7	73,4	73,5
1250	74,2	73,7	73,9	73,9	73,9
1600	72,3	71,1	70,4	71,3	71,3
2000	69,3	67,5	67,5	66,6	67,8
2500	61	60	60,1	60,7	60,5
3150	59,8	59,1	58,8	59,1	59,2

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração e lençol de borracha natural 3mm (FoIso1)

Número do ensaio: 1/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** média final das posições 1, 2, 3 e 4.

Tabela 77-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1 do Ensaio 1

Média níveis ruído de impacto (li) na posição da fonte da emissão de ruído					
Frequências (Hz)	Média Posição 1 (dB)	Média Posição 2 (dB)	Média Posição 3 (dB)	Média Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	69,1	68,8	69,3	70,2	69,4
125	60,3	61,4	62,4	59,8	61,1
160	77,0	79,0	69,0	72,9	75,9
200	77,5	74,5	73,8	74,4	75,3
250	77,5	77,8	72,7	79,7	77,6
315	76,9	78,8	74,4	75,9	76,8
400	74,1	75,1	72,9	69,5	73,4
500	73,3	76,2	74,5	72,1	74,3
630	75,8	77,6	77,1	75,7	76,6
800	69,2	66,9	72,5	75,8	72,4
1000	70,8	69,2	71,1	73,5	71,4
1250	69,9	72,2	72,2	73,9	72,3
1600	65,8	74,1	68,8	71,3	71,0
2000	66,2	67,3	62,8	67,8	66,4
2500	60,4	60,0	61,0	60,5	60,5
3150	58,6	59,2	55,4	59,2	58,4

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração e lençol de borracha natural 3mm (FoIso1)

Número do ensaio: 1/3 | **Correção da Média Final do Ruído de Impacto (Li):** Não houve correção do ruído de impacto através do ruído de fundo.

Tabela 78-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1 do Ensaio 1

Frequências (Hz)	Ruído de fundo (dB)	Média do ruído de impacto (Li) (dB)	Diferença entre Li e ruído de impacto (dB)	Correção de Li (dB)
100	30,9	69,4	38,5	69,4
125	43,8	61,1	17,3	61,1
160	45,9	75,9	30,0	75,9
200	46,2	75,3	29,1	75,3
250	40,8	77,6	36,8	77,6
315	42,5	76,8	34,3	76,8
400	43,1	73,4	30,3	73,4
500	42,5	74,3	31,8	74,3
630	43,4	76,6	33,2	76,6
800	42,4	72,4	30,0	72,4
1000	42,5	71,4	28,9	71,4
1250	41,8	72,3	30,5	72,3
1600	41,5	71,0	29,5	69,7
2000	40,4	66,4	26,0	65,1
2500	36,6	60,5	23,9	59,2
3150	34,6	58,4	23,8	58,4

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração e lençol de borracha natural 3mm (FoIso1)

Número do ensaio: 2/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 1.

Tabela 79-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	68,8	69,6	71,4	67,8	69,6
125	59,7	61,4	63,6	61,7	61,8
160	74,7	75,3	76,2	80	77,1
200	76,9	76,9	78,5	78,2	77,7
250	77	74,5	76,7	78,4	76,9
315	74,1	74,2	74,6	75,4	74,6
400	73,2	73,2	73,6	72,6	73,2
500	70,5	71,8	72,7	70,7	71,5
630	74,5	75,4	74,9	74,9	74,9
800	65,5	66,1	66	65,8	65,9
1000	69,5	70,9	69	69,6	69,8
1250	70	68,3	69,2	69,4	69,3
1600	65,4	64,3	65,4	65,9	65,3
2000	63,8	63,9	64,3	64	64,0
2500	58,6	59,2	59,5	60	59,4
3150	56,7	57,2	57	57,2	57,0

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração e lençol de borracha natural 3mm (FoIso1)

Número do ensaio: 2/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 2.

Tabela 80-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	67,5	64,7	65	64,5	65,6
125	52,1	55,6	55,2	53,2	54,3
160	67,5	68,5	67,7	69	68,2
200	76,3	76,7	78,5	75,7	76,9
250	81,5	79,7	81,7	82	81,3
315	73,8	73,7	73,4	74,2	73,8
400	74,5	75,7	75	74,2	74,9
500	75,4	76,7	76,9	74,4	76,0
630	75,8	75,8	76,6	77,6	76,5
800	64,3	66,3	65,4	66	65,6
1000	70	71,8	71,3	69,9	70,8
1250	72,1	72,3	71,9	73,3	72,4
1600	72,1	71,2	72,6	73	72,3
2000	65,7	67,4	66,3	66,9	66,6
2500	59,4	59,8	59,8	60,6	59,9
3150	57,3	57,5	57,7	57,6	57,5

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração e lençol de borracha natural 3mm (FoIso1)

Número do ensaio: 2/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 3.

Tabela 81-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	68,9	64,7	69,8	65	67,7
125	58,6	58,5	58,2	54,4	57,7
160	71,6	70,9	71,2	72,1	71,5
200	74,7	78,8	74,8	75,8	76,4
250	73,6	77,1	73,5	75	75,1
315	74,5	70,2	72,5	72,4	72,7
400	68,7	68,3	67,3	67,2	67,9
500	69	68,8	67,5	68,1	68,4
630	75,4	74,5	75,6	75,9	75,4
800	63,1	63,5	63	63,1	63,2
1000	70,1	71	70,4	70,3	70,5
1250	72,2	70,9	72,8	71,3	71,9
1600	67,1	67,6	67,6	67,2	67,4
2000	65,6	64,6	66,2	65,7	65,6
2500	55,6	55,7	54,9	55,9	55,5
3150	53,2	53,1	52,9	52,9	53,0

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração e lençol de borracha natural 3mm (FoIso1)

Número do ensaio: 2/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 4.

Tabela 82-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	69,2	69,9	70,1	67,3	69,3
125	61,5	57,9	61,7	58,8	60,3
160	70,2	70,7	70,7	70,7	70,6
200	74,4	75,1	74,9	73,9	74,6
250	76,3	76,9	75,7	76,6	76,4
315	73,1	72,8	73,2	71,4	72,7
400	71,4	71,8	68,3	71,6	71,0
500	72,1	72,4	70,8	70,8	71,6
630	75,2	75	75,9	75,8	75,5
800	72,1	72,2	72,8	70,7	72,0
1000	72,5	72,4	72,5	71,5	72,2
1250	74,6	74,7	73,9	74,6	74,5
1600	69,5	70,1	71,2	69,3	70,1
2000	65,9	65,8	65,2	65,8	65,7
2500	62,3	62,2	62,3	64,1	62,8
3150	60,4	60,2	60,6	59,6	60,2

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração e lençol de borracha natural 3mm (FoIso1)

Número do ensaio: 2/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** média final das posições 1, 2, 3 e 4.

Tabela 83-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1 do Ensaio 2

Média níveis ruído de impacto (li) na posição da fonte da emissão de ruído					
Frequências (Hz)	Média Posição 1 (dB)	Média Posição 2 (dB)	Média Posição 3 (dB)	Média Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	69,6	65,6	67,7	69,3	68,3
125	61,8	54,3	57,7	60,3	59,4
160	77,1	68,2	71,5	70,6	73,2
200	77,7	76,9	76,4	74,6	76,5
250	76,9	81,3	75,1	76,4	78,1
315	74,6	73,8	72,7	72,7	73,5
400	73,2	74,9	67,9	71,0	72,4
500	71,5	76,0	68,4	71,6	72,7
630	74,9	76,5	75,4	75,5	75,6
800	65,9	65,6	63,2	72,0	68,0
1000	69,8	70,8	70,5	72,2	70,9
1250	69,3	72,4	71,9	74,5	72,4
1600	65,3	72,3	67,4	70,1	69,5
2000	64,0	66,6	65,6	65,7	65,6
2500	59,4	59,9	55,5	62,8	60,1
3150	57,0	57,5	53,0	60,2	57,6

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração e lençol de borracha natural 3mm (FoIso1)

Número do ensaio: 2/3 | **Correção da Média Final do Ruído de Impacto (Li):** Não houve correção do ruído de impacto através do ruído de fundo.

Tabela 84-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1 do Ensaio 2

Frequências (Hz)	Ruído de fundo (dB)	Média do ruído de impacto (Li) (dB)	Diferença entre Li e ruído de impacto (dB)	Correção de Li (dB)
100	30,9	68,3	37,4	68,3
125	43,8	59,4	15,6	59,4
160	45,9	73,2	27,3	73,2
200	46,2	76,5	30,3	76,5
250	40,8	78,1	37,3	78,1
315	42,5	73,5	31,0	73,5
400	43,1	72,4	29,3	72,4
500	42,5	72,7	30,2	72,7
630	43,4	75,6	32,2	75,6
800	42,4	68,0	25,6	68,0
1000	42,5	70,9	28,4	70,9
1250	41,8	72,4	30,6	72,4
1600	41,5	69,5	28,0	68,2
2000	40,4	65,6	25,2	64,3
2500	36,6	60,1	23,5	58,8
3150	34,6	57,6	23,0	57,6

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração e lençol de borracha natural 3mm (FoIso1)

Número do ensaio: 3/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 1.

Tabela 85-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	68,2	70,8	71	71,1	70,4
125	65,4	63,8	66,7	64	65,1
160	71	70,8	73,5	72,9	72,2
200	75,7	75,2	74,6	75,3	75,2
250	78,8	79,2	75,8	78,6	78,3
315	74	72,7	72,9	72,2	73,0
400	73,8	74,6	76,2	75,9	75,2
500	70,2	72,8	71,9	73,9	72,4
630	73,8	75	74,5	76,6	75,1
800	68	68	65,3	67,4	67,3
1000	70,7	72,2	71	72,4	71,6
1250	72,4	72,4	72,8	72	72,4
1600	71,2	67,2	66,7	68	68,7
2000	63,9	63,1	64,7	63,9	63,9
2500	61,3	61,2	61,7	60,9	61,3
3150	57,6	58,4	59	59,3	58,6

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração e lençol de borracha natural 3mm (FoIso1)

Número do ensaio: 3/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 2.

Tabela 86-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	62,3	62,6	61,4	64,1	62,7
125	51,6	55,4	53,9	52,9	53,7
160	73,8	76,1	73	75,5	74,8
200	57,7	73,9	77,4	75,3	74,5
250	78,6	78,3	81	81,4	80,0
315	75	74,1	74,4	75,1	74,7
400	74,3	76,4	74,1	75	75,0
500	71,6	72,3	71	71,5	71,6
630	76,4	76,8	74,1	75,4	75,8
800	68,5	68,7	69,9	68,7	69,0
1000	71,6	72,4	71,6	71,5	71,8
1250	71,2	71,2	70,4	70,6	70,9
1600	69,5	70,2	68,8	69,3	69,5
2000	63,9	65	65,3	64,5	64,7
2500	58	58,4	58,6	58,5	58,4
3150	58,3	58,8	58,8	59	58,7

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração e lençol de borracha natural 3mm (FoIso1)

Número do ensaio: 3/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 3.

Tabela 87-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	68,9	66,2	71,2	71,4	69,9
125	57,9	58,5	61,3	60,7	59,8
160	75,5	77,2	76,8	78,6	77,2
200	78,7	80,7	79,4	79	79,5
250	82,1	81,2	77,9	78,6	80,3
315	76,6	76,3	75,6	76	76,1
400	72,2	73,7	71,7	72,8	72,7
500	73,7	74,2	73,2	72,6	73,5
630	76,1	76,2	77,9	77,1	76,9
800	71,1	71,4	71	72,1	71,4
1000	72,2	71,3	70,5	70,1	71,1
1250	70,9	71,2	71,8	71	71,2
1600	69,4	69,3	68,1	68,2	68,8
2000	64	64,3	63,8	64,2	64,1
2500	57	58,5	57,7	57,4	57,7
3150	56,7	58,1	57,9	57,2	57,5

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração e lençol de borracha natural 3mm (FoIso1)

Número do ensaio: 3/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 4.

Tabela 88-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	64,4	68	68,4	65,2	66,8
125	55,3	55,5	58,9	59,5	57,7
160	70,4	71,3	71,1	70,6	70,9
200	75,6	71,1	75,2	74,3	74,4
250	78,7	77,4	76,9	76,4	77,4
315	71,7	71,2	70,9	70,4	71,1
400	70,7	69,7	68,5	70,6	70,0
500	69,7	69	68,2	69	69,0
630	76,2	75,4	75,7	75,9	75,8
800	70,9	70,3	72,1	71,2	71,2
1000	71,6	70,7	72,4	72	71,7
1250	71,4	71,6	72,8	71,8	71,9
1600	67,4	67,2	68,7	68,3	67,9
2000	64,5	64,5	63,5	64,4	64,2
2500	58,7	60,1	58,3	58,4	58,9
3150	59,9	58,4	58,4	58,1	58,8

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração e lençol de borracha natural 3mm (FoIso1)

Número do ensaio: 3/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** média final das posições 1, 2, 3 e 4.

Tabela 89-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1 do Ensaio 3

Média níveis ruído de impacto (li) na posição da fonte da emissão de ruído					
Frequências (Hz)	Média Posição 1 (dB)	Média Posição 2 (dB)	Média Posição 3 (dB)	Média Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	70,4	62,7	69,9	66,8	68,4
125	65,1	53,7	59,8	57,7	61,0
160	72,2	74,8	77,2	70,9	74,4
200	75,2	74,5	79,5	74,4	76,5
250	78,3	80,0	80,3	77,4	79,2
315	73,0	74,7	76,1	71,1	74,1
400	75,2	75,0	72,7	70,0	73,7
500	72,4	71,6	73,5	69,0	71,9
630	75,1	75,8	76,9	75,8	75,9
800	67,3	69,0	71,4	71,2	70,0
1000	71,6	71,8	71,1	71,7	71,6
1250	72,4	70,9	71,2	71,9	71,7
1600	68,7	69,5	68,8	67,9	68,8
2000	63,9	64,7	64,1	64,2	64,3
2500	61,3	58,4	57,7	58,9	59,3
3150	58,6	58,7	57,5	58,8	58,4

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração e lençol de borracha natural 3mm (FoIso1)

Número do ensaio: 3/3 | **Correção da Média Final do Ruído de Impacto (Li):** Não houve correção do ruído de impacto através do ruído de fundo.

Tabela 90-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso1 do Ensaio 3

Frequências (Hz)	Ruído de fundo (dB)	Média do ruído de impacto (Li) (dB)	Diferença entre Li e ruído de impacto (dB)	Correção de Li (dB)
100	29,5	68,4	38,9	68,4
125	40,1	61,0	20,9	61,0
160	38,0	74,4	36,4	74,4
200	37,9	76,5	38,6	76,5
250	34,1	79,2	45,1	79,2
315	35,8	74,1	38,3	74,1
400	35,4	73,7	38,3	73,7
500	33,3	71,9	38,6	71,9
630	33,8	75,9	42,1	75,9
800	33,1	70,0	36,9	70,0
1000	32,8	71,6	38,8	71,6
1250	33,4	71,7	38,3	71,7
1600	34,0	68,8	34,8	67,5
2000	34,2	64,3	30,1	63,0
2500	32,9	59,3	26,4	58,0
3150	32,2	58,4	26,2	58,4

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm e mangueira pneumática de polietileno 20mm (FoIso2)

Número do ensaio: 1/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 1.

Tabela 91-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	66,8	68,9	71,5	64,3	68,7
125	61,2	56	60,4	59,8	59,7
160	76,4	74,8	77,2	74,4	75,9
200	76,2	75,7	76,4	78	76,7
250	80	80	80,2	80	80,1
315	77	76	77	74,6	76,3
400	77,4	76	77,1	78	77,2
500	72,7	73,2	73,7	74	73,4
630	78,8	80,3	79,5	77,8	79,2
800	73,3	72,8	73	71,3	72,7
1000	75,5	76,9	74,9	76	75,9
1250	72,8	73,4	72,5	72,9	72,9
1600	68,4	67,8	68,4	67,5	68,0
2000	65,9	64,2	65,2	64,9	65,1
2500	60,5	60,6	60,5	60	60,4
3150	59,3	59,5	59,8	60,4	59,8

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm e mangueira pneumática de polietileno 20mm (FoIso2)

Número do ensaio: 1/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 2.

Tabela 92-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	66	63,3	61,2	61,7	63,5
125	56,1	58,9	52,1	55,5	56,3
160	67,5	67,8	67	71,8	69,0
200	74,9	75,9	78,9	76,6	76,8
250	82,9	84,4	82,6	82,2	83,1
315	77,5	77,3	78,4	78	77,8
400	78,8	79,2	78,5	76,8	78,4
500	74,7	75,1	76,5	76,1	75,7
630	78	78,2	77,6	77,8	77,9
800	70	69,3	69,5	67,4	69,2
1000	73	73,8	73,5	73,6	73,5
1250	72,4	73,9	73,1	72,5	73,0
1600	70,6	70,5	70,9	69,8	70,5
2000	66,7	65,8	66,4	66,3	66,3
2500	59	59,8	59,6	59,3	59,4
3150	56,6	57,1	56,7	56,9	56,8

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm e mangueira pneumática de polietileno 20mm (FoIso2)

Número do ensaio: 1/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 3.

Tabela 93-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	58,7	61,7	65,7	63,5	63,1
125	54,1	52,3	58,3	56,5	55,9
160	70	70	70,9	72	70,8
200	77,4	77,7	76,6	77,6	77,3
250	75,8	78,2	77,1	78	77,4
315	76,5	74,4	77,4	75	76,0
400	73,5	73	73,6	73,8	73,5
500	72	72,3	73,8	74,2	73,2
630	75,6	74,4	74,8	76,2	75,3
800	63,1	66,6	69	71,5	68,6
1000	69	69,2	69,3	69,8	69,3
1250	75,1	74,7	74,2	75	74,8
1600	68,1	66,5	65,8	66,6	66,8
2000	64,8	64,6	64,5	64,9	64,7
2500	58	58,2	58,5	58,2	58,2
3150	54,9	55,8	55,4	55,6	55,4

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm e mangueira pneumática de polietileno 20mm (FoIso2)

Número do ensaio: 1/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 4.

Tabela 94-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	65,9	67,8	68,6	68,3	67,8
125	55,9	60	60,3	59	59,1
160	67	69,5	67,3	68	68,1
200	74,1	74,3	75,8	72,3	74,3
250	76,7	74,3	75,7	74,2	75,4
315	72,6	73,7	72,9	73,9	73,3
400	74,9	74,2	74,2	75	74,6
500	75,5	73,6	73,6	74,3	74,3
630	76,8	76,6	77	76,8	76,8
800	70,6	70,8	70,4	70,8	70,7
1000	75,5	74,3	75	74,8	74,9
1250	73,4	72,4	73,4	73,2	73,1
1600	71,9	71,4	70,7	68,9	70,9
2000	67,4	65,9	65,4	65,4	66,1
2500	60,3	60,6	59,4	60,8	60,3
3150	58	58,2	57,7	57,6	57,9

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm e mangueira pneumática de polietileno 20mm (FoIso2)

Número do ensaio: 1/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** média final das posições 1, 2, 3 e 4.

Tabela 95-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2 do Ensaio 1

Média níveis ruído de impacto (li) na posição da fonte da emissão de ruído					
Frequências (Hz)	Média Posição 1 (dB)	Média Posição 2 (dB)	Média Posição 3 (dB)	Média Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	68,7	63,5	63,1	67,8	66,4
125	59,7	56,3	55,9	59,1	58,1
160	75,9	69,0	70,8	68,1	72,1
200	76,7	76,8	77,3	74,3	76,4
250	80,1	83,1	77,4	75,4	79,9
315	76,3	77,8	76,0	73,3	76,1
400	77,2	78,4	73,5	74,6	76,4
500	73,4	75,7	73,2	74,3	74,3
630	79,2	77,9	75,3	76,8	77,5
800	72,7	69,2	68,6	70,7	70,6
1000	75,9	73,5	69,3	74,9	74,0
1250	72,9	73,0	74,8	73,1	73,5
1600	68,0	70,5	66,8	70,9	69,4
2000	65,1	66,3	64,7	66,1	65,6
2500	60,4	59,4	58,2	60,3	59,7
3150	59,8	56,8	55,4	57,9	57,8

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm e mangueira pneumática de polietileno 20mm (FoIso2)

Número do ensaio: 1/3 | **Correção da Média Final do Ruído de Impacto (Li):** Não houve correção do ruído de impacto através do ruído de fundo.

Tabela 96-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2 do Ensaio 1

Frequências (Hz)	Ruído de fundo (dB)	Média do ruído de impacto (Li) (dB)	Diferença entre Li e ruído de impacto (dB)	Correção de Li (dB)
100	28,4	66,4	38,0	66,4
125	42,9	58,1	15,2	58,1
160	46,0	72,1	26,1	72,1
200	46,6	76,4	29,8	76,4
250	39,9	79,9	40,0	79,9
315	40,3	76,1	35,8	76,1
400	41,9	76,4	34,5	76,4
500	43,3	74,3	31,0	74,3
630	42,9	77,5	34,6	77,5
800	42,2	70,6	28,4	70,6
1000	42,0	74,0	32,0	74,0
1250	40,0	73,5	33,5	73,5
1600	39,4	69,4	30,0	68,1
2000	37,8	65,6	27,8	64,3
2500	36,9	59,7	22,8	58,4
3150	35,3	57,8	22,5	57,8

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm e mangueira pneumática de polietileno 20mm (FoIso2)

Número do ensaio: 2/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 1.

Tabela 97-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	66,7	70,1	71,6	65,9	69,2
125	58,5	56,9	61,3	58,8	59,2
160	70,9	71,1	70,5	71,1	70,9
200	75,8	75,6	76,1	76,3	76,0
250	80,8	82	80,7	81,1	81,2
315	78,8	78,6	78,2	75,5	78,0
400	73,7	75,8	76,2	75,8	75,5
500	72,5	73,5	72,7	74,8	73,5
630	79,7	80,2	79	77,8	79,3
800	73,8	73,2	73,8	72,8	73,4
1000	76,4	77,6	75,3	77,6	76,8
1250	73,2	73,4	72,8	73	73,1
1600	67,1	67,9	68,2	67,8	67,8
2000	65,7	65,6	65,6	65,4	65,6
2500	60,3	60,4	60,6	61,3	60,7
3150	59,5	59	59,7	59,9	59,5

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm e mangueira pneumática de polietileno 20mm (FoIso2)

Número do ensaio: 2/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 2.

Tabela 98-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	68,9	67,9	68	66	67,8
125	54,8	55,8	53,9	55	54,9
160	74,6	74,2	73,2	74,2	74,1
200	76,2	71,9	73,6	74,6	74,4
250	79,5	76,8	76,3	77,2	77,6
315	74,9	76,7	75	75,4	75,6
400	71,5	72,3	70,8	70,2	71,3
500	73,2	73,6	75,6	73,2	74,0
630	78,1	77,9	77,2	78,1	77,8
800	68,8	69,2	69,5	68,8	69,1
1000	73,5	74,4	74,4	74,5	74,2
1250	73,8	74,1	74,6	74,2	74,2
1600	67,6	67,7	66,4	66,8	67,2
2000	65,4	64,8	65,4	65,1	65,2
2500	59,8	59,1	59,8	59,1	59,5
3150	56,5	56,2	56,2	56,8	56,4

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm e mangueira pneumática de polietileno 20mm (FoIso2)

Número do ensaio: 2/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 3.

Tabela 99-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	72,8	71	73,7	69,7	72,1
125	57,7	55	57,5	55,2	56,5
160	70,3	72,1	73,7	73,6	72,6
200	77,1	79,1	77,8	78,2	78,1
250	79,7	81,7	78,8	78,8	79,9
315	77	74,6	76,2	73,9	75,6
400	75,4	73,7	74,6	73,9	74,5
500	72,3	71,6	71,8	71,4	71,8
630	73,9	73,6	74,5	75	74,3
800	68	67,7	66,7	68	67,6
1000	72,5	71,6	71,7	72	72,0
1250	72,6	72,5	71,8	71,9	72,2
1600	66,7	67	66,8	66,6	66,8
2000	64,1	63,2	63,2	62,9	63,4
2500	55,2	54,5	54,8	54,6	54,8
3150	52,1	52,7	52,2	52,2	52,3

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm e mangueira pneumática de polietileno 20mm (FoIso2)

Número do ensaio: 2/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 4.

Tabela 100-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	65,6	68	70,6	68,7	68,6
125	54,9	58,4	61,1	57,8	58,6
160	68,2	69,7	68	68,3	68,6
200	72,9	74,2	74,6	71,4	73,4
250	76,1	74,2	75,1	73,6	74,9
315	72,4	74,2	73	73,4	73,3
400	75	74,8	74,3	74,6	74,7
500	73,9	73,8	73,4	74	73,8
630	76,3	75,6	77,4	76,4	76,5
800	69,7	70,5	69,8	69,8	70,0
1000	73,9	74,4	74,3	74,5	74,3
1250	72,8	73	72,8	72,9	72,9
1600	70,2	70	70,8	70,5	70,4
2000	65,7	65	64,4	65,4	65,2
2500	59,8	60,4	59,2	60,3	60,0
3150	57,4	57,4	57,2	57,6	57,4

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm e mangueira pneumática de polietileno 20mm (FoIso2)

Número do ensaio: 2/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** média final das posições 1, 2, 3 e 4.

Tabela 101-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2 do Ensaio 2

Média níveis ruído de impacto (li) na posição da fonte da emissão de ruído					
Frequências (Hz)	Média Posição 1 (dB)	Média Posição 2 (dB)	Média Posição 3 (dB)	Média Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	69,2	67,8	72,1	68,6	69,7
125	59,2	54,9	56,5	58,6	57,6
160	70,9	74,1	72,6	68,6	72,0
200	76,0	74,4	78,1	73,4	75,8
250	81,2	77,6	79,9	74,9	79,0
315	78,0	75,6	75,6	73,3	75,9
400	75,5	71,3	74,5	74,7	74,2
500	73,5	74,0	71,8	73,8	73,3
630	79,3	77,8	74,3	76,5	77,3
800	73,4	69,1	67,6	70,0	70,6
1000	76,8	74,2	72,0	74,3	74,7
1250	73,1	74,2	72,2	72,9	73,2
1600	67,8	67,2	66,8	70,4	68,3
2000	65,6	65,2	63,4	65,2	64,9
2500	60,7	59,5	54,8	60,0	59,2
3150	59,5	56,4	52,3	57,4	57,1

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm e mangueira pneumática de polietileno 20mm (FoIso2)

Número do ensaio: 2/3 | **Correção da Média Final do Ruído de Impacto (Li):** Não houve correção do ruído de impacto através do ruído de fundo.

Tabela 102-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2 do Ensaio 2

Frequências (Hz)	Ruído de fundo (dB)	Média do ruído de impacto (Li) (dB)	Diferença entre Li e ruído de impacto (dB)	Correção de Li (dB)
100	28,4	69,7	41,3	69,7
125	42,9	57,6	14,7	57,6
160	46,0	72,0	26,0	72,0
200	46,6	75,8	29,2	75,8
250	39,9	79,0	39,1	79,0
315	40,3	75,9	35,6	75,9
400	41,9	74,2	32,3	74,2
500	43,3	73,3	30,0	73,3
630	42,9	77,3	34,4	77,3
800	42,2	70,6	28,4	70,6
1000	42,0	74,7	32,7	74,7
1250	40,0	73,2	33,2	73,2
1600	39,4	68,3	28,9	67,0
2000	37,8	64,9	27,1	63,6
2500	36,9	59,2	22,3	57,9
3150	35,3	57,1	21,8	57,1

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm e mangueira pneumática de polietileno 20mm (FoIso2)

Número do ensaio: 3/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 1.

Tabela 103-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	64	68,1	70,6	65,2	67,7
125	63,2	57,8	61,6	61,9	61,5
160	81,2	78,7	80,1	77,5	79,6
200	75,8	76,5	76,5	77,2	76,5
250	76,3	78,5	77,9	78,4	77,9
315	76,9	75,8	78	75	76,6
400	75,4	74,7	76,7	75,7	75,7
500	71,8	73,3	73,7	74,6	73,5
630	76,2	76,9	76,8	75,5	76,4
800	71,7	72,1	71,9	71,7	71,9
1000	74	74,9	73	74,5	74,2
1250	70,6	71,1	70,6	71,6	71,0
1600	67,2	66,1	67,2	66,9	66,9
2000	64,1	62,4	62,5	63,3	63,1
2500	62,2	62,3	61,3	62	62,0
3150	57,5	57,2	57,3	57,2	57,3

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm e mangueira pneumática de polietileno 20mm (FoIso2)

Número do ensaio: 3/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 2.

Tabela 104-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	65,5	63,5	62,9	65,1	64,4
125	51,1	54,4	50,7	51,9	52,3
160	71,1	70,8	69,7	71,9	70,9
200	77,7	75,2	77,7	77,9	77,3
250	83,4	80,9	81,6	81,5	82,0
315	79,2	78,9	79,2	78,3	78,9
400	77,3	78,1	76,4	75,9	77,0
500	76,4	76,8	77,2	76,6	76,8
630	79	79,2	79,4	78,4	79,0
800	70,4	69,3	70,6	69,4	70,0
1000	74,4	75,1	75	74	74,6
1250	74,9	75,1	75,7	74,4	75,1
1600	73,3	75,2	72,3	72	73,4
2000	67,4	66,9	67,4	67,2	67,2
2500	60,6	60,4	60,7	60,8	60,6
3150	58,9	58,6	58,7	58,9	58,8

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm e mangueira pneumática de polietileno 20mm (FoIso2)

Número do ensaio: 3/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 3.

Tabela 105-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	72,1	70,4	71,9	69,1	71,0
125	57,3	55,4	56,5	55,1	56,2
160	73,9	72,3	73,2	73,7	73,3
200	78,5	79,3	78,8	78,4	78,8
250	79,2	80,5	79,6	79	79,6
315	77,6	73,7	76,1	74,8	75,8
400	74,5	73	74,2	74,2	74,0
500	71,6	71,6	71,4	71,7	71,6
630	75,1	73,7	75,3	75	74,8
800	67,5	67	66,6	68	67,3
1000	72	71,3	71,4	71,9	71,7
1250	72,2	72,7	72,1	72	72,3
1600	68,1	67,5	66,1	66,7	67,2
2000	64,1	64	63,5	64,4	64,0
2500	56,5	55	55	54,7	55,4
3150	52,9	52,9	52,9	52,3	52,8

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm e mangueira pneumática de polietileno 20mm (FoIso2)

Número do ensaio: 3/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 4.

Tabela 106-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	70,5	69	66,5	68,8	68,9
125	60	59,1	56,5	58,9	58,8
160	73,1	73,2	70,7	70,6	72,1
200	74,9	71,9	72,7	74	73,5
250	76,5	75	79,1	77,3	77,2
315	73	73,5	72,8	73,1	73,1
400	70,5	73,4	72,1	70,8	71,9
500	72,9	73,1	72,3	72,2	72,6
630	76,4	74,7	74,3	73	74,8
800	68,2	68,4	68,2	68,1	68,2
1000	73,3	73,5	73,4	73,1	73,3
1250	72,3	72,6	71,6	72,1	72,2
1600	68,9	68	68,1	68,3	68,3
2000	63,3	63,6	62,2	62,8	63,0
2500	56,9	58,1	57,8	57,6	57,6
3150	54,6	54,6	54,2	55,4	54,7

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm e mangueira pneumática de polietileno 20mm (FoIso2)

Número do ensaio: 3/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** média final das posições 1, 2, 3 e 4.

Tabela 107-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2 do Ensaio 3

Média níveis ruído de impacto (li) na posição da fonte da emissão de ruído					
Frequências (Hz)	Média Posição 1 (dB)	Média Posição 2 (dB)	Média Posição 3 (dB)	Média Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	67,7	64,4	71,0	68,9	68,6
125	61,5	52,3	56,2	58,8	58,4
160	79,6	70,9	73,3	72,1	75,5
200	76,5	77,3	78,8	73,5	76,9
250	77,9	82,0	79,6	77,2	79,6
315	76,6	78,9	75,8	73,1	76,6
400	75,7	77,0	74,0	71,9	75,0
500	73,5	76,8	71,6	72,6	74,1
630	76,4	79,0	74,8	74,8	76,6
800	71,9	70,0	67,3	68,2	69,7
1000	74,2	74,6	71,7	73,3	73,6
1250	71,0	75,1	72,3	72,2	72,9
1600	66,9	73,4	67,2	68,3	69,9
2000	63,1	67,2	64,0	63,0	64,7
2500	62,0	60,6	55,4	57,6	59,6
3150	57,3	58,8	52,8	54,7	56,5

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm e mangueira pneumática de polietileno 20mm (FoIso2)

Número do ensaio: 3/3 | **Correção da Média Final do Ruído de Impacto (Li):** Não houve correção do ruído de impacto através do ruído de fundo.

Tabela 108-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2 do Ensaio 3

Frequências (Hz)	Ruído de fundo (dB)	Média do ruído de impacto (Li) (dB)	Diferença entre Li e ruído de impacto (dB)	Correção de Li (dB)
100	28,4	68,6	40,2	68,6
125	42,9	58,4	15,5	58,4
160	46,0	75,5	29,5	75,5
200	46,6	76,9	30,3	76,9
250	39,9	79,6	39,7	79,6
315	40,3	76,6	36,3	76,6
400	41,9	75,0	33,1	75,0
500	43,3	74,1	30,8	74,1
630	42,9	76,6	33,7	76,6
800	42,2	69,7	27,5	69,7
1000	42,0	73,6	31,6	73,6
1250	40,0	72,9	32,9	72,9
1600	39,4	69,9	30,5	68,6
2000	37,8	64,7	26,9	63,4
2500	36,9	59,6	22,7	58,3
3150	35,3	56,5	21,2	56,5

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm mangueira pneumática de polietileno 20mm com manta de Lã de vidro ensacada 50mm (FoIso2+LV)

Número do ensaio: 1/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 1.

Tabela 109-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	64,4	62,3	63,9	60,3	63,0
125	55,8	52,2	55,3	55,7	55,0
160	65,6	66,4	67,6	65,4	66,3
200	71,7	72,3	73,6	73,5	72,8
250	81,1	80,3	82	77,7	80,5
315	73	71,7	71,7	71,1	71,9
400	70,6	69,1	69,9	70,1	70,0
500	70,5	70,6	69,5	70,2	70,2
630	78	76,3	75,6	75,2	76,4
800	70,1	69,5	68,9	68,8	69,4
1000	72,9	74,3	72,1	74,5	73,6
1250	67,7	67	67	67,7	67,4
1600	62,9	62,7	63,2	63,6	63,1
2000	60,2	60,2	59,8	60,6	60,2
2500	54,5	54,9	56,2	55,5	55,3
3150	45,4	45,2	45,7	45,3	45,4

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm mangueira pneumática de polietileno 20mm com manta de Lã de vidro ensacada 50mm (FoIso2+LV)

Número do ensaio: 1/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 2.

Tabela 110-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	60,6	61,8	62,6	60,5	61,5
125	51,9	55,3	54	52,9	53,7
160	73,7	72	72,3	74,9	73,4
200	77,6	74,9	78	73,9	76,4
250	78,3	76,7	75,4	77,7	77,2
315	75	72,4	75	72,6	73,9
400	76,2	77,9	74,9	76,6	76,5
500	76,8	76,6	75,7	76,4	76,4
630	78,6	79,1	77	78,4	78,3
800	65,7	64,9	65,2	64,2	65,0
1000	70,1	70,6	69,2	70,8	70,2
1250	70,4	71,6	70,3	72	71,1
1600	70,1	70,5	70,5	70,5	70,4
2000	65,3	63,6	64,4	64,6	64,5
2500	57,5	56,7	57,5	57	57,2
3150	50,7	50,2	51,7	50,9	50,9

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm mangueira pneumática de polietileno 20mm com manta de Lã de vidro ensacada 50mm (FoIso2+LV)

Número do ensaio: 1/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 3.

Tabela 111-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	63,5	67,9	71,2	69,1	68,7
125	58,6	58,5	63,1	61,7	60,9
160	73,1	74,8	75,4	75,6	74,8
200	74,7	73,7	76,4	74,5	74,9
250	78,8	78,2	77	78,1	78,1
315	75,9	77,1	77,4	75,6	76,6
400	72,3	72,2	70,5	73,2	72,2
500	73,5	72,7	72,6	72,5	72,8
630	78,8	77,3	78,4	79	78,4
800	73,7	72,4	73,7	75,3	73,9
1000	74	74,2	73,8	75,1	74,3
1250	71,9	69,7	71	70,6	70,9
1600	65,6	66,2	65	66	65,7
2000	62,3	62,5	62,6	63	62,6
2500	54,3	54,1	53,6	54,4	54,1
3150	47,9	48,4	48,9	48,8	48,5

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm mangueira pneumática de polietileno 20mm com manta de Lã de vidro ensacada 50mm (FoIso2+LV)

Número do ensaio: 1/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 4.

Tabela 112-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	68,8	69,7	72,1	67,2	69,8
125	58,5	58,4	60,5	57,1	58,8
160	71,2	68,3	69,4	68,1	69,4
200	72,3	70,2	73,7	70,6	71,9
250	73,6	73,5	73,1	72,3	73,2
315	72	70,1	71,9	70,3	71,2
400	72,1	71,6	73,2	72,6	72,4
500	74,1	73,4	72,6	73,1	73,3
630	75,5	77,3	75,7	76,3	76,3
800	71,5	69,4	69,7	69,4	70,1
1000	73	72,9	73,2	73,5	73,2
1250	71,6	73	69,6	71,6	71,6
1600	68,3	68,8	67,8	69,5	68,6
2000	63,4	61,9	62,9	61,8	62,6
2500	55,5	56,2	55,2	55,6	55,6
3150	48,7	48,5	47,7	48,2	48,3

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm mangueira pneumática de polietileno 20mm com manta de lã de vidro ensacada 50mm (FoIso2+LV)

Número do ensaio: 1/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** média final das posições 1, 2, 3 e 4.

Tabela 113-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV do Ensaio 1

Média níveis ruído de impacto (li) na posição da fonte da emissão de ruído					
Frequências (Hz)	Média Posição 1 (dB)	Média Posição 2 (dB)	Média Posição 3 (dB)	Média Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	63,0	61,5	68,7	69,8	67,1
125	55,0	53,7	60,9	58,8	58,0
160	66,3	73,4	74,8	69,4	72,1
200	72,8	76,4	74,9	71,9	74,4
250	80,5	77,2	78,1	73,2	78,0
315	71,9	73,9	76,6	71,2	73,9
400	70,0	76,5	72,2	72,4	73,5
500	70,2	76,4	72,8	73,3	73,8
630	76,4	78,3	78,4	76,3	77,5
800	69,4	65,0	73,9	70,1	70,7
1000	73,6	70,2	74,3	73,2	73,1
1250	67,4	71,1	70,9	71,6	70,5
1600	63,1	70,4	65,7	68,6	67,8
2000	60,2	64,5	62,6	62,6	62,7
2500	55,3	57,2	54,1	55,6	55,7
3150	45,4	50,9	48,5	48,3	48,7

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm mangueira pneumática de polietileno 20mm com manta de Lã de vidro ensacada 50mm (FoIso2+LV)

Número do ensaio: 1/3 | **Correção da Média Final do Ruído de Impacto (Li):** Houve correção do ruído de impacto através do ruído de fundo na frequência 3150 Hz.

Tabela 114-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV do Ensaio 1

Frequências (Hz)	Ruído de fundo (dB)	Média do ruído de impacto (Li) (dB)	Diferença entre Li e ruído de impacto (dB)	Correção de Li (dB)
100	33,0	67,1	34,1	67,1
125	45,7	58,0	12,3	58,0
160	51,4	72,1	20,7	72,1
200	55,5	74,4	18,9	74,4
250	51,3	78,0	26,7	78,0
315	52,3	73,9	21,6	73,9
400	48,7	73,5	24,8	73,5
500	50,1	73,8	23,7	73,8
630	48,6	77,5	28,9	77,5
800	49,6	70,7	21,1	70,7
1000	47,3	73,1	25,8	73,1
1250	44,6	70,5	25,9	70,5
1600	46,4	67,8	21,4	66,5
2000	44,5	62,7	18,2	61,4
2500	41,3	55,7	14,4	54,4
3150	40,0	48,7	8,7	48,1

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm mangueira pneumática de polietileno 20mm com manta de Lã de vidro ensacada 50mm (FoIso2+LV)

Número do ensaio: 2/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 1.

Tabela 115-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	60,2	60,6	61,9	57,4	60,3
125	52,1	53,2	54,8	51,3	53,1
160	66,7	67,9	69,4	66,2	67,7
200	68,7	72,7	72,6	71,6	71,7
250	77,1	78,9	80,2	77,7	78,6
315	71,2	71,7	71,2	70,6	71,2
400	71,7	70,6	71,2	70,7	71,1
500	71,1	70,3	69,4	70,8	70,4
630	77,9	75,4	75,9	74,8	76,2
800	70,3	69,7	69,7	70	69,9
1000	72,6	74,4	72,7	73,9	73,5
1250	67,9	67,3	67,3	68	67,6
1600	63,6	62,7	63,1	62,8	63,1
2000	60,1	60,5	59,9	60,2	60,2
2500	55,1	55,9	55,5	54,7	55,3
3150	45,6	45,7	45,9	45,2	45,6

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm mangueira pneumática de polietileno 20mm com manta de Lã de vidro ensacada 50mm (FoIso2+LV)

Número do ensaio: 2/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 2.

Tabela 116-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	60,3	60	60,7	58,7	60,0
125	51,3	49,8	53,1	51,1	51,5
160	69,8	69,5	70,1	70,9	70,1
200	78,1	76,4	77,6	74,5	76,9
250	80	80,3	78,4	80,2	79,8
315	74,9	72,9	73,7	72,3	73,6
400	73,6	74,8	72,7	73,6	73,7
500	73,6	72,6	71,8	73,4	72,9
630	78,9	77,5	76,8	77	77,6
800	68,5	66,9	66	65,7	66,9
1000	72,1	72,9	70,6	72,3	72,1
1250	71,1	71,9	69,9	71,6	71,2
1600	68,6	67,8	67,3	66,2	67,6
2000	62,2	61,4	63,9	62	62,5
2500	55,2	55,4	54,7	54,2	54,9
3150	47,6	48,3	47,5	47	47,6

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm mangueira pneumática de polietileno 20mm com manta de Lã de vidro ensacada 50mm (FoIso2+LV)

Número do ensaio: 2/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 3.

Tabela 117-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	57,5	55,2	58,4	51,8	56,4
125	53,2	51,7	55,4	51,3	53,2
160	71,9	73,4	75,3	74	73,8
200	77,6	77,6	79,9	77,9	78,4
250	74,2	74,8	74	74,3	74,3
315	71,8	71,7	72	71,4	71,7
400	72,4	70,3	70,1	70,5	70,9
500	74,5	76,2	75	75,3	75,3
630	77,4	78	77,2	78,6	77,8
800	66	66,2	65,3	64,9	65,6
1000	68,8	68,8	68,6	69,7	69,0
1250	73,8	72,5	72,2	72,8	72,9
1600	66,1	65,6	65,1	65,5	65,6
2000	63,8	64,8	62,8	63,9	63,9
2500	55,1	55,2	55	55,5	55,2
3150	48,7	48,5	47,8	47,5	48,2

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm mangueira pneumática de polietileno 20mm com manta de Lã de vidro ensacada 50mm (FoIso2+LV)

Número do ensaio: 2/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 4.

Tabela 118-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	64,5	63,9	67,1	65,3	65,4
125	58,7	57,2	59,2	57,9	58,3
160	72,1	72,2	73,9	73,6	73,0
200	70,7	74	75,3	74,3	73,9
250	69,4	69,1	69,6	68	69,1
315	73	72,4	72,1	70,9	72,2
400	73,4	71,8	72,7	73,8	73,0
500	72,5	73,1	72,6	72,3	72,6
630	77,7	77,8	78,7	77,7	78,0
800	74,3	74,2	75,8	74,1	74,7
1000	75,2	76	76,5	77	76,2
1250	72,9	72,2	71,3	72,3	72,2
1600	68,3	69,6	69,4	69,4	69,2
2000	65,1	66,2	65	65,6	65,5
2500	56,9	56,6	57,2	57	56,9
3150	50,1	50,5	50,5	50,4	50,4

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm mangueira pneumática de polietileno 20mm com manta de lã de vidro ensacada 50mm (FoIso2+LV)

Número do ensaio: 2/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** média final das posições 1, 2, 3 e 4.

Tabela 119-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV do Ensaio 2

Média níveis ruído de impacto (li) na posição da fonte da emissão de ruído					
Frequências (Hz)	Média Posição 1 (dB)	Média Posição 2 (dB)	Média Posição 3 (dB)	Média Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	60,3	60,0	56,4	65,4	61,7
125	53,1	51,5	53,2	58,3	54,9
160	67,7	70,1	73,8	73,0	71,8
200	71,7	76,9	78,4	73,9	75,9
250	78,6	79,8	74,3	69,1	77,1
315	71,2	73,6	71,7	72,2	72,3
400	71,1	73,7	70,9	73,0	72,4
500	70,4	72,9	75,3	72,6	73,2
630	76,2	77,6	77,8	78,0	77,5
800	69,9	66,9	65,6	74,7	70,8
1000	73,5	72,1	69,0	76,2	73,4
1250	67,6	71,2	72,9	72,2	71,4
1600	63,1	67,6	65,6	69,2	66,9
2000	60,2	62,5	63,9	65,5	63,4
2500	55,3	54,9	55,2	56,9	55,7
3150	45,6	47,6	48,2	50,4	48,3

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm mangueira pneumática de polietileno 20mm com manta de Lã de vidro ensacada 50mm (FoIso2+LV)

Número do ensaio: 2/3 | **Correção da Média Final do Ruído de Impacto (Li):** Houve correção do ruído de impacto através do ruído de fundo nas frequências 125 e 3150 Hz.

Tabela 120-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV do Ensaio 2

Frequências (Hz)	Ruído de fundo (dB)	Média do ruído de impacto (Li) (dB)	Diferença entre Li e ruído de impacto (dB)	Correção de Li (dB)
100	33,0	61,7	28,7	61,7
125	45,7	54,9	9,2	54,3
160	51,4	71,8	20,4	71,8
200	55,5	75,9	20,4	75,9
250	51,3	77,1	25,8	77,1
315	52,3	72,3	20,0	72,3
400	48,7	72,4	23,7	72,4
500	50,1	73,2	23,1	73,2
630	48,6	77,5	28,9	77,5
800	49,6	70,8	21,2	70,8
1000	47,3	73,4	26,1	73,4
1250	44,6	71,4	26,8	71,4
1600	46,4	66,9	20,5	65,6
2000	44,5	63,4	18,9	62,1
2500	41,3	55,7	14,4	54,4
3150	40,0	48,3	8,3	47,6

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm mangueira pneumática de polietileno 20mm com manta de Lã de vidro ensacada 50mm (FoIso2+LV)

Número do ensaio: 3/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 1.

Tabela 121-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	71,1	69,9	72,2	71,7	71,3
125	61,4	60,1	62	59,4	60,8
160	79,3	77,7	78,4	78,1	78,4
200	76,9	77,6	76,2	75,6	76,6
250	76,5	75	73,6	76,4	75,5
315	72,4	74,5	71,9	72,4	72,9
400	75,8	76,5	75,9	75,3	75,9
500	74,7	75,9	75,9	74,5	75,3
630	78,2	77,1	77,2	77,4	77,5
800	72,7	72,2	71,5	72	72,1
1000	75	74,6	73	75,2	74,5
1250	70,3	70	69,5	70,4	70,1
1600	65,8	66	65,9	66,1	66,0
2000	65,2	66,1	64,5	64,8	65,2
2500	58	58,1	57,7	57,8	57,9
3150	49,4	49,5	49,5	49,8	49,6

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm mangueira pneumática de polietileno 20mm com manta de Lã de vidro ensacada 50mm (FoIso2+LV)

Número do ensaio: 3/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 2.

Tabela 122-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	65,2	66,4	66,4	65,9	66,0
125	53,6	52,7	54,6	54,6	53,9
160	72,8	72,4	73,3	74,7	73,4
200	78,8	75,3	76,8	76,9	77,1
250	79,9	81,2	79,5	82	80,8
315	78,6	78,2	79,6	77	78,4
400	72,9	75,6	73,2	75,6	74,5
500	71,3	71,6	70,6	71,3	71,2
630	78,6	79,6	81,5	77,6	79,6
800	68,2	67,8	68	67,6	67,9
1000	76,2	75,1	74,4	75,7	75,4
1250	74,6	74	72,5	74,5	74,0
1600	69	66,8	66	65,9	67,1
2000	63,7	62,3	63,7	62,6	63,1
2500	56,7	57,2	57,3	56,9	57,0
3150	49,4	49,1	49,2	49,1	49,2

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm mangueira pneumática de polietileno 20mm com manta de Lã de vidro ensacada 50mm (FoIso2+LV)

Número do ensaio: 3/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 3.

Tabela 123-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	66,3	66,3	71,3	68,6	68,6
125	63,8	57,7	67,1	59,5	63,5
160	74,9	75,4	77,1	75,5	75,8
200	76,1	76,1	77,6	75,3	76,4
250	77,7	76,1	74,5	77	76,5
315	74,9	76,2	74	74,2	74,9
400	72,6	72,9	71,7	73,7	72,8
500	73,2	73	71,3	71,7	72,4
630	77	75,9	77,2	77,4	76,9
800	71,5	70,8	70,4	71,2	71,0
1000	74,8	73,8	73,5	73,2	73,9
1250	71,8	71,6	73	72,3	72,2
1600	67,3	67,1	66,7	67,6	67,2
2000	63,9	63,2	64,3	64,4	64,0
2500	54,6	54,4	54,2	54	54,3
3150	49,8	49,6	50	49,2	49,7

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm mangueira pneumática de polietileno 20mm com manta de Lã de vidro ensacada 50mm (FoIso2+LV)

Número do ensaio: 3/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** 4.

Tabela 124-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV

Níveis de ruído de impacto (Li) das posições dos microfones					
Frequências (Hz)	Posição 1 (dB)	Posição 2 (dB)	Posição 3 (dB)	Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	63,1	63,8	67,6	64,3	65,1
125	56,3	58,2	59,2	58,2	58,1
160	71,7	73,2	74,5	73,2	73,3
200	72,4	74,9	75,5	74,9	74,6
250	71,2	69	70,1	68,6	69,8
315	72,5	72,6	73,1	70,7	72,3
400	72,2	72,3	73,4	73,9	73,0
500	73,9	73,3	73,7	72,7	73,4
630	77,6	77,6	79,3	77,3	78,0
800	74,4	74,4	75	74,6	74,6
1000	76,8	75,7	77	76	76,4
1250	71,6	70,8	71,6	71,2	71,3
1600	68,1	70,2	68,9	69,3	69,2
2000	65,2	64,9	64,7	65,2	65,0
2500	56,9	56,5	57,1	57,5	57,0
3150	50	50,7	50,1	49,4	50,1

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm mangueira pneumática de polietileno 20mm com manta de lã de vidro ensacada 50mm (FoIso2+LV)

Número do ensaio: 3/3 | **Posição da fonte de emissão de impacto:** média final das posições 1, 2, 3 e 4.

Tabela 125-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV do Ensaio 3

Média níveis ruído de impacto (li) na posição da fonte da emissão de ruído					
Frequências (Hz)	Média Posição 1 (dB)	Média Posição 2 (dB)	Média Posição 3 (dB)	Média Posição 4 (dB)	Média Li (dB)
100	71,3	66,0	68,6	65,1	68,5
125	60,8	53,9	63,5	58,1	60,4
160	78,4	73,4	75,8	73,3	75,8
200	76,6	77,1	76,4	74,6	76,3
250	75,5	80,8	76,5	69,8	77,2
315	72,9	78,4	74,9	72,3	75,4
400	75,9	74,5	72,8	73,0	74,2
500	75,3	71,2	72,4	73,4	73,3
630	77,5	79,6	76,9	78,0	78,1
800	72,1	67,9	71,0	74,6	72,0
1000	74,5	75,4	73,9	76,4	75,2
1250	70,1	74,0	72,2	71,3	72,1
1600	66,0	67,1	67,2	69,2	67,5
2000	65,2	63,1	64,0	65,0	64,4
2500	57,9	57,0	54,3	57,0	56,8
3150	49,6	49,2	49,7	50,1	49,6

Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm mangueira pneumática de polietileno 20mm com manta de Lã de vidro ensacada 50mm (FoIso2+LV)

Número do ensaio: 3/3 | **Correção da Média Final do Ruído de Impacto (Li):** Houve correção do ruído de impacto através do ruído de fundo na frequência 3150 Hz.

Tabela 126-Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra FoIso2+LV do Ensaio 3

Frequências (Hz)	Ruído de fundo (dB)	Média do ruído de impacto (Li) (dB)	Diferença entre Li e ruído de impacto (dB)	Correção de Li (dB)
100	33,0	68,5	35,5	68,5
125	45,7	60,4	14,7	60,4
160	51,4	75,8	24,4	75,8
200	55,5	76,3	20,8	76,3
250	51,3	77,2	25,9	77,2
315	52,3	75,4	23,1	75,4
400	48,7	74,2	25,5	74,2
500	50,1	73,3	23,2	73,3
630	48,6	78,1	29,5	78,1
800	49,6	72,0	22,4	72,0
1000	47,3	75,2	27,9	75,2
1250	44,6	72,1	27,5	72,1
1600	46,4	67,5	21,1	66,2
2000	44,5	64,4	19,9	63,1
2500	41,3	56,8	15,5	55,5
3150	40,0	49,6	9,6	49,1

APÊNDICE B**RESULTADOS DOS ENSAIOS DO TEMPO DE REVERBERAÇÃO (TR)****Local:** Câmara acústica 01 (laje pré-moldada convencional)**Sistema de forro:** sem forro no ambiente receptor (Ref)**Posição do microfone:** 1

Tabela 127-Tempo de reverberação da CA1 da amostra Ref na posição 1

Frequências (Hz)	T 20 (s)	T 30 (s)	MÉDIA T 20/T 30 (s)
50	2,21	2,21	2,21
63	2,17	2,24	2,21
80	1,06	2,32	1,69
100	1,45	1,6	1,53
125	2,1	2,04	2,07
160	1,69	1,71	1,70
200	1,95	1,95	1,95
250	1,78	1,77	1,78
315	1,64	1,72	1,68
400	1,32	1,5	1,41
500	1,24	1,45	1,35
630	1,06	1,21	1,14
800	1,01	1,18	1,10
1000	1,11	1,1	1,11
1250	1,11	1,18	1,15
1600	0,99	1,03	1,01
2000	1,11	1,07	1,09
2500	1	1	1,00
3150	0,9	0,92	0,91
4000	0,82	0,83	0,83
5000	0,79	0,78	0,79

Posição do microfone: 2

Tabela 128-Tempo de reverberação da CA1 da amostra Ref na posição 2

Frequências (Hz)	T 20 (s)	T 30 (s)	MÉDIA T 20/T 30 (s)
50	1,53	2,12	1,83
63	2,19	2,24	2,22
80	1,18	1,63	1,41
100	1,73	1,96	1,85
125	2,16	2,17	2,17
160	1,84	1,85	1,85
200	1,93	2	1,97
250	1,55	1,65	1,60
315	1,62	1,81	1,72
400	1,5	1,42	1,46
500	1,37	1,39	1,38
630	1,29	1,37	1,33
800	1,25	1,18	1,22
1000	1,06	1,06	1,06
1250	1,16	1,13	1,15
1600	1,08	1,08	1,08
2000	1,04	1,09	1,07
2500	0,99	1	1,00
3150	0,96	0,93	0,95
4000	0,85	0,84	0,85
5000	0,78	0,78	0,78

Posição do microfone: 3

Tabela 129-Tempo de reverberação da CA1 da amostra Ref na posição 3

Frequências (Hz)	T 20 (s)	T 30 (s)	MÉDIA T 20/T 30 (s)
50	1,61	1,96	1,79
63	1,86	1,91	1,89
80	1,48	2,1	1,79
100	2,4	2,14	2,27
125	1,65	1,72	1,69
160	1,83	1,75	1,79
200	2,07	2,07	2,07
250	1,8	1,79	1,80
315	1,13	1,24	1,19
400	1,28	1,29	1,29
500	1,52	1,4	1,46
630	1,46	1,43	1,45
800	1,26	1,19	1,23
1000	1,21	1,15	1,18
1250	1,06	1,12	1,09
1600	1,04	1,04	1,04
2000	1,07	1,05	1,06
2500	1,09	1,03	1,06
3150	0,97	0,92	0,95
4000	0,81	0,82	0,82
5000	0,81	0,78	0,80

Média do tempo de reverberação da CA1 amostra Ref

Tabela 130-Média do tempo de reverberação da CA1 da amostra Ref

Frequências (Hz)	Média T posição	Média T posição	Média T posição	Média T final (s)
	1 (s)	2 (s)	3 (s)	
50	1,61	1,96	1,79	1,9
63	1,86	1,91	1,89	2,1
80	1,48	2,1	1,79	1,6
100	2,4	2,14	2,27	1,9
125	1,65	1,72	1,69	2,0
160	1,83	1,75	1,79	1,8
200	2,07	2,07	2,07	2,0
250	1,8	1,79	1,80	1,7
315	1,13	1,24	1,19	1,5
400	1,28	1,29	1,29	1,4
500	1,52	1,4	1,46	1,4
630	1,46	1,43	1,45	1,3
800	1,26	1,19	1,23	1,2
1000	1,21	1,15	1,18	1,1
1250	1,06	1,12	1,09	1,1
1600	1,04	1,04	1,04	1,0
2000	1,07	1,05	1,06	1,1
2500	1,09	1,03	1,06	1,0
3150	0,97	0,92	0,95	0,9
4000	0,81	0,82	0,82	0,8
5000	0,81	0,78	0,80	0,8

Local: Câmara acústica 01 (laje pré-moldada convencional)**Sistema de forro:** Forro de gesso acartonado convencional (FoCon)**Posição do microfone:** 1

Tabela 131-Tempo de reverberação da CA1 da amostra FoCon na posição 1

Frequências (Hz)	T 20 (s)	T 30 (s)	MÉDIA T 20/T 30 (s)
50	1,29	1,24	1,27
63	1,31	1,22	1,27
80	1,18	1,24	1,21
100	1,45	1,45	1,45
125	1,82	1,97	1,90
160	2,29	2,28	2,29
200	1,89	1,89	1,89
250	1,52	1,63	1,58
315	1,12	1,27	1,20
400	1,02	1,15	1,09
500	1,13	1,39	1,26
630	1,25	1,21	1,23
800	1,09	1,08	1,09
1000	1,03	1,04	1,04
1250	1,14	1,18	1,16
1600	1,01	1,11	1,06
2000	1,18	1,12	1,15
2500	1,02	0,98	1,00
3150	0,88	0,92	0,90
4000	0,84	0,84	0,84
5000	0,78	0,8	0,79

Posição do microfone: 2

Tabela 132-Tempo de reverberação da CA1 da amostra FoCon na posição 2

Frequências (Hz)	T 20 (s)	T 30 (s)	MÉDIA T 20/T 30 (s)
50	1,26	1,35	1,31
63	1,45	1,41	1,43
80	1,31	1,33	1,32
100	1,49	1,49	1,49
125	1,73	1,98	1,86
160	2,42	2,45	2,44
200	2,12	2,07	2,10
250	2,1	2,07	2,09
315	1,66	1,61	1,64
400	1,25	1,34	1,30
500	1,26	1,38	1,32
630	1,27	1,31	1,29
800	1,16	1,16	1,16
1000	1,15	1,12	1,14
1250	1,07	1,12	1,10
1600	1,18	1,11	1,15
2000	1,12	1,07	1,10
2500	1,05	1,02	1,04
3150	0,97	0,94	0,96
4000	0,84	0,83	0,84
5000	0,8	0,8	0,80

Posição do microfone: 3

Tabela 133-Tempo de reverberação da CA1 da amostra FoCon na posição 3

Frequências (Hz)	T 20 (s)	T 30 (s)	MÉDIA T 20/T 30 (s)
50	1,3	1,28	1,29
63	1,32	1,26	1,29
80	1,16	1,26	1,21
100	1,51	1,51	1,51
125	1,88	2,16	2,02
160	2,33	2,52	2,43
200	2,31	1,97	2,14
250	1,89	1,78	1,84
315	1,22	1,41	1,32
400	1,14	1,12	1,13
500	1,53	1,51	1,52
630	1,19	1,29	1,24
800	1,07	1,14	1,11
1000	0,99	1,04	1,02
1250	1,15	1,14	1,15
1600	1,05	1,04	1,05
2000	1,05	1,04	1,05
2500	0,94	0,98	0,96
3150	0,89	0,9	0,90
4000	0,84	0,84	0,84
5000	0,8	0,8	0,80

Média do tempo de reverberação da CA1 amostra FoCon

Tabela 134-Média do tempo de reverberação da CA1 da amostra FoCon

Frequências (Hz)	Média T posição	Média T posição	Média T posição	Média T final (s)
	1 (s)	2 (s)	3 (s)	
50	1,27	1,31	1,29	1,3
63	1,27	1,43	1,29	1,3
80	1,21	1,32	1,21	1,2
100	1,45	1,49	1,51	1,5
125	1,90	1,86	2,02	1,9
160	2,29	2,44	2,43	2,4
200	1,89	2,10	2,14	2,0
250	1,58	2,09	1,84	1,8
315	1,20	1,64	1,32	1,4
400	1,09	1,30	1,13	1,2
500	1,26	1,32	1,52	1,4
630	1,23	1,29	1,24	1,3
800	1,09	1,16	1,11	1,1
1000	1,04	1,14	1,02	1,1
1250	1,16	1,10	1,15	1,1
1600	1,06	1,15	1,05	1,1
2000	1,15	1,10	1,05	1,1
2500	1,00	1,04	0,96	1,0
3150	0,90	0,96	0,90	0,9
4000	0,84	0,84	0,84	0,8
5000	0,79	0,80	0,80	0,8

Local: Câmara acústica 01 (laje pré-moldada convencional)

Sistema de forro: Forro de gesso acartonado convencional com manta de lã de vidro ensacada 50 mm (FoCon+LV)

Posição do microfone: 1

Tabela 135-Tempo de reverberação da CA1 da amostra FoCon+LV na posição 1

Frequências (Hz)	T 20 (s)	T 30 (s)	MÉDIA T 20/T 30 (s)
50	0,87	0,57	0,72
63	0,88	0,74	0,81
80	0,48	0,47	0,48
100	0,69	0,74	0,72
125	1,01	0,99	1,00
160	1,48	1,67	1,58
200	1,87	1,88	1,88
250	1,51	1,68	1,60
315	1,4	1,43	1,42
400	1,46	1,37	1,42
500	1,7	1,69	1,70
630	1,25	1,3	1,28
800	1,12	1,2	1,16
1000	1,22	1,11	1,17
1250	1,12	1,18	1,15
1600	1,17	1,11	1,14
2000	1,07	1,08	1,08
2500	1,01	1,06	1,04
3150	0,87	0,9	0,89
4000	0,87	0,87	0,87
5000	0,82	0,82	0,82

Posição do microfone: 2

Tabela 136-Tempo de reverberação da CA1 da amostra FoCon+LV na posição 2

Frequências (Hz)	T 20 (s)	T 30 (s)	MÉDIA T 20/T 30 (s)
50	0,46	0,41	0,44
63	0,51	0,54	0,53
80	0,6	0,58	0,59
100	0,81	0,8	0,81
125	0,94	0,92	0,93
160	1,65	1,82	1,74
200	1,74	1,81	1,78
250	2,35	2,31	2,33
315	1,4	1,32	1,36
400	1,22	1,23	1,23
500	1,46	1,36	1,41
630	1,24	1,17	1,21
800	1,17	1,18	1,18
1000	1,16	1,14	1,15
1250	1,11	1,2	1,16
1600	1,11	1,12	1,12
2000	1,19	1,14	1,17
2500	1,04	1,06	1,05
3150	0,85	0,89	0,87
4000	0,84	0,85	0,85
5000	0,79	0,82	0,81

Posição do microfone: 3

Tabela 137-Tempo de reverberação da CA1 da amostra FoCon+LV na posição 3

Frequências (Hz)	T 20 (s)	T 30 (s)	MÉDIA T 20/T 30 (s)
50	0,63	0,67	0,65
63	0,62	0,65	0,64
80	1,24	0,64	0,94
100	0,8	0,76	0,78
125	1,09	0,94	1,02
160	1,55	1,61	1,58
200	1,74	1,74	1,74
250	1,69	1,94	1,82
315	1,27	1,24	1,26
400	1,06	1,32	1,19
500	1,33	1,43	1,38
630	1,32	1,25	1,29
800	1,2	1,2	1,20
1000	1,18	1,15	1,17
1250	1,08	1,14	1,11
1600	1,04	1,07	1,06
2000	1,04	1,08	1,06
2500	1,03	1,03	1,03
3150	0,93	0,9	0,92
4000	0,83	0,86	0,85
5000	0,81	0,82	0,82

Média do tempo de reverberação da CA1 amostra FoCon+LV

Tabela 138-Média do tempo de reverberação da CA1 da amostra FoCon+LV

Frequências (Hz)	Média T posição	Média T posição	Média T posição	Média T final (s)
	1 (s)	2 (s)	3 (s)	
50	0,72	0,44	0,65	0,6
63	0,81	0,53	0,64	0,7
80	0,48	0,59	0,94	0,7
100	0,72	0,81	0,78	0,8
125	1,00	0,93	1,02	1,0
160	1,58	1,74	1,58	1,6
200	1,88	1,78	1,74	1,8
250	1,60	2,33	1,82	1,9
315	1,42	1,36	1,26	1,3
400	1,42	1,23	1,19	1,3
500	1,70	1,41	1,38	1,5
630	1,28	1,21	1,29	1,3
800	1,16	1,18	1,20	1,2
1000	1,17	1,15	1,17	1,2
1250	1,15	1,16	1,11	1,1
1600	1,14	1,12	1,06	1,1
2000	1,08	1,17	1,06	1,1
2500	1,04	1,05	1,03	1,0
3150	0,89	0,87	0,92	0,9
4000	0,87	0,85	0,85	0,9
5000	0,82	0,81	0,82	0,8

Local: Câmara acústica 01 (laje pré-moldada convencional)

Sistema de forro: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração e lençol de borracha natural 3 mm (FoIso1)

Posição do microfone: 1

Tabela 139-Tempo de reverberação da CA1 da amostra FoIso1 na posição 1

Frequências (Hz)	T 20 (s)	T 30 (s)	MÉDIA T 20/T 30 (s)
50	2,17	2,26	2,22
63	2,14	2,13	2,14
80	1,49	1,61	1,55
100	1,39	1,37	1,38
125	1,71	1,89	1,80
160	2,16	2,09	2,13
200	1,93	1,92	1,93
250	2,04	1,97	2,01
315	1,48	1,54	1,51
400	1,22	1,23	1,23
500	1,23	1,26	1,25
630	1,17	1,2	1,19
800	1,1	1,15	1,13
1000	1,18	1,21	1,20
1250	1,2	1,21	1,21
1600	1,16	1,17	1,17
2000	1,22	1,16	1,19
2500	1,09	1,09	1,09
3150	0,98	0,95	0,97
4000	0,88	0,87	0,88
5000	0,85	0,85	0,85

Posição do microfone: 2

Tabela 140-Tempo de reverberação da CA1 da amostra FoIso1 na posição 2

Frequências (Hz)	T 20 (s)	T 30 (s)	MÉDIA T 20/T 30 (s)
50	1,63	1,95	1,79
63	2,13	2,13	2,13
80	1,54	1,5	1,52
100	1,37	1,37	1,37
125	1,93	1,95	1,94
160	1,97	1,96	1,97
200	1,81	1,86	1,84
250	1,89	1,93	1,91
315	1,47	1,7	1,59
400	1,32	1,33	1,33
500	1,37	1,35	1,36
630	1,37	1,24	1,31
800	1,12	1,15	1,14
1000	1,02	1,12	1,07
1250	1,3	1,31	1,31
1600	1,26	1,26	1,26
2000	1,2	1,13	1,17
2500	1,14	1,13	1,14
3150	0,96	0,98	0,97
4000	0,91	0,94	0,93
5000	0,87	0,88	0,88

Posição do microfone: 3

Tabela 141-Tempo de reverberação da CA1 da amostra FoIso1 na posição 3

Frequências (Hz)	T 20 (s)	T 30 (s)	MÉDIA T 20/T 30 (s)
50	2,04	2,15	2,10
63	2,12	2,14	2,13
80	1,46	1,57	1,52
100	1,37	1,36	1,37
125	1,48	1,61	1,55
160	2,16	2,07	2,12
200	2,19	2,08	2,14
250	2,21	2,12	2,17
315	1,49	1,63	1,56
400	1,36	1,22	1,29
500	1,24	1,26	1,25
630	1,24	1,2	1,22
800	1,03	1,13	1,08
1000	1,13	1,15	1,14
1250	1,19	1,21	1,20
1600	1,15	1,16	1,16
2000	1,15	1,21	1,18
2500	1,07	1,07	1,07
3150	0,95	0,96	0,96
4000	0,88	0,87	0,88
5000	0,84	0,87	0,86

Média do tempo de reverberação da CA1 amostra FoIso1

Tabela 142-Média do tempo de reverberação da CA1 da amostra FoIso1

Frequências (Hz)	Média T posição	Média T posição	Média T posição	Média T final (s)
	1 (s)	2 (s)	3 (s)	
50	2,22	1,79	2,10	2,0
63	2,14	2,13	2,13	2,1
80	1,55	1,52	1,52	1,5
100	1,38	1,37	1,37	1,4
125	1,80	1,94	1,55	1,8
160	2,13	1,97	2,12	2,1
200	1,93	1,84	2,14	2,0
250	2,01	1,91	2,17	2,0
315	1,51	1,59	1,56	1,6
400	1,23	1,33	1,29	1,3
500	1,25	1,36	1,25	1,3
630	1,19	1,31	1,22	1,2
800	1,13	1,14	1,08	1,1
1000	1,20	1,07	1,14	1,1
1250	1,21	1,31	1,20	1,2
1600	1,17	1,26	1,16	1,2
2000	1,19	1,17	1,18	1,2
2500	1,09	1,14	1,07	1,1
3150	0,97	0,97	0,96	1,0
4000	0,88	0,93	0,88	0,9
5000	0,85	0,88	0,86	0,9

Local: Câmara acústica 01 (laje pré-moldada convencional)

Sistema de forro: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3 mm e mangueira pneumática 20mm (FoIso2)

Posição do microfone: 1

Tabela 143-Tempo de reverberação da CA1 da amostra FoIso2 na posição 1

Frequências (Hz)	T 20 (s)	T 30 (s)	MÉDIA T 20/T 30 (s)
50	1,75	2,54	2,15
63	1,93	2,12	2,03
80	1,22	1,89	1,56
100	1,33	1,3	1,32
125	1,09	1,27	1,18
160	1,78	1,75	1,77
200	2,19	2,25	2,22
250	1,87	1,97	1,92
315	1,95	1,91	1,93
400	1,89	1,69	1,79
500	2,2	2,13	2,17
630	1,93	1,96	1,95
800	2,03	1,96	2,00
1000	1,81	1,9	1,86
1250	1,79	1,86	1,83
1600	1,75	1,69	1,72
2000	1,59	1,63	1,61
2500	1,46	1,47	1,47
3150	1,26	1,26	1,26
4000	1,18	1,15	1,17
5000	1,08	1,06	1,07

Posição do microfone: 2

Tabela 144-Tempo de reverberação da CA1 da amostra FoIso2 na posição 2

Frequências (Hz)	T 20 (s)	T 30 (s)	MÉDIA T 20/T 30 (s)
50	1,98	2,05	2,02
63	2,06	2,1	2,08
80	1,79	1,61	1,70
100	1,35	1,32	1,34
125	1,04	1,33	1,19
160	1,73	1,7	1,72
200	2,37	2,39	2,38
250	2,05	2,22	2,14
315	2,09	2,08	2,09
400	1,92	1,91	1,92
500	2,19	2,16	2,18
630	1,99	2,13	2,06
800	1,92	2	1,96
1000	1,9	1,89	1,90
1250	1,9	1,82	1,86
1600	1,74	1,72	1,73
2000	1,66	1,6	1,63
2500	1,49	1,51	1,50
3150	1,27	1,25	1,26
4000	1,17	1,1	1,14
5000	1,07	1,06	1,07

Posição do microfone: 3

Tabela 145-Tempo de reverberação da CA1 da amostra FoIso2 na posição 3

Frequências (Hz)	T 20 (s)	T 30 (s)	MÉDIA T 20/T 30 (s)
50	2,09	2,14	2,12
63	2,08	2,09	2,09
80	1,49	1,54	1,52
100	1,32	1,32	1,32
125	1,8	1,95	1,88
160	2,14	2,13	2,14
200	2,19	2,25	2,22
250	1,92	2,01	1,97
315	2,11	2,16	2,14
400	1,69	1,73	1,71
500	2,2	2,22	2,21
630	1,93	2,06	2,00
800	1,84	2,02	1,93
1000	1,77	1,8	1,79
1250	1,66	1,71	1,69
1600	1,78	1,7	1,74
2000	1,65	1,6	1,63
2500	1,5	1,49	1,50
3150	1,27	1,22	1,25
4000	1,12	1,09	1,11
5000	1,08	1,03	1,06

Média do tempo de reverberação da CA1 amostra FoIso2

Tabela 146-Média do tempo de reverberação da CA1 da amostra FoIso2

Frequências (Hz)	Média T posição	Média T posição	Média T posição	Média T final (s)
	1 (s)	2 (s)	3 (s)	
50	2,15	2,02	2,12	2,1
63	2,03	2,08	2,09	2,1
80	1,56	1,70	1,52	1,6
100	1,32	1,34	1,32	1,3
125	1,18	1,19	1,88	1,4
160	1,77	1,72	2,14	1,9
200	2,22	2,38	2,22	2,3
250	1,92	2,14	1,97	2,0
315	1,93	2,09	2,14	2,1
400	1,79	1,92	1,71	1,8
500	2,17	2,18	2,21	2,2
630	1,95	2,06	2,00	2,0
800	2,00	1,96	1,93	2,0
1000	1,86	1,90	1,79	1,8
1250	1,83	1,86	1,69	1,8
1600	1,72	1,73	1,74	1,7
2000	1,61	1,63	1,63	1,6
2500	1,47	1,50	1,50	1,5
3150	1,26	1,26	1,25	1,3
4000	1,17	1,14	1,11	1,1
5000	1,07	1,07	1,06	1,1

Local: Câmara acústica 01 (laje pré-moldada convencional)**Sistema de forro:** Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, borracha natural 3 mm, mangueira pneumática 20 mm e manta de lã de vidro 50 mm (FoIso2+LV)**Posição do microfone:** 1

Tabela 147-Tempo de reverberação da CA1 da amostra FoIso2+LV na posição 1

Frequências (Hz)	T 20 (s)	T 30 (s)	MÉDIA T 20/T 30 (s)
50	0,5	0,54	0,52
63	0,67	0,76	0,72
80	0,64	0,86	0,75
100	0,63	0,66	0,65
125	0,87	1,39	1,13
160	1,96	1,89	1,93
200	2,18	2,18	2,18
250	2,02	1,97	2,00
315	1,98	1,97	1,98
400	1,9	1,85	1,88
500	1,82	1,67	1,75
630	1,87	1,83	1,85
800	1,92	1,87	1,90
1000	1,85	1,81	1,83
1250	1,79	1,74	1,77
1600	1,75	1,66	1,71
2000	1,7	1,63	1,67
2500	1,49	1,48	1,49
3150	1,18	1,21	1,20
4000	1,09	1,13	1,11
5000	1,05	1,03	1,04

Posição do microfone: 2

Tabela 148-Tempo de reverberação da CA1 da amostra FoIso2+LV na posição 2

Frequências (Hz)	T 20 (s)	T 30 (s)	MÉDIA T 20/T 30 (s)
50	0,72	0,85	0,79
63	0,92	0,77	0,85
80	0,63	3,11	1,87
100	0,69	0,72	0,71
125	1,41	1,51	1,46
160	1,92	1,96	1,94
200	1,89	2,1	2,00
250	1,7	1,82	1,76
315	2,05	1,92	1,99
400	1,96	2,05	2,01
500	2,03	1,95	1,99
630	1,96	2,04	2,00
800	2,1	1,95	2,03
1000	1,82	1,74	1,78
1250	1,78	1,8	1,79
1600	1,54	1,58	1,56
2000	1,62	1,61	1,62
2500	1,57	1,51	1,54
3150	1,27	1,22	1,25
4000	1,13	1,12	1,13
5000	1,03	1,02	1,03

Posição do microfone: 3

Tabela 149-Tempo de reverberação da CA1 da amostra FoIso2+LV na posição 3

Frequências (Hz)	T 20 (s)	T 30 (s)	MÉDIA T 20/T 30 (s)
50	0,71	0,71	0,71
63	0,64	0,79	0,72
80	0,45	1,31	0,88
100	0,68	0,7	0,69
125	1,02	1,37	1,20
160	1,83	1,83	1,83
200	2,33	2,34	2,34
250	1,62	1,83	1,73
315	2,04	1,98	2,01
400	1,8	1,85	1,83
500	2,08	2,04	2,06
630	1,97	2,05	2,01
800	1,86	1,95	1,91
1000	1,77	1,82	1,80
1250	1,87	1,77	1,82
1600	1,73	1,65	1,69
2000	1,62	1,62	1,62
2500	1,48	1,45	1,47
3150	1,19	1,23	1,21
4000	1,1	1,11	1,11
5000	0,99	1,03	1,01

Média do tempo de reverberação da CA1 amostra FoIso2+LV

Tabela 150-Média do tempo de reverberação da CA1 da amostra FoIso2+LV

Frequências (Hz)	Média T posição 1 (s)	Média T posição 2 (s)	Média T posição 3 (s)	Média T final (s)
50	0,52	0,79	0,71	0,7
63	0,72	0,85	0,72	0,8
80	0,75	1,87	0,88	1,2
100	0,65	0,71	0,69	0,7
125	1,13	1,46	1,20	1,3
160	1,93	1,94	1,83	1,9
200	2,18	2,00	2,34	2,2
250	2,00	1,76	1,73	1,8
315	1,98	1,99	2,01	2,0
400	1,88	2,01	1,83	1,9
500	1,75	1,99	2,06	1,9
630	1,85	2,00	2,01	2,0
800	1,90	2,03	1,91	1,9
1000	1,83	1,78	1,80	1,8
1250	1,77	1,79	1,82	1,8
1600	1,71	1,56	1,69	1,7
2000	1,67	1,62	1,62	1,6
2500	1,49	1,54	0,71	1,5
3150	1,20	1,25	0,72	1,2
4000	1,11	1,13	0,88	1,1
5000	1,04	1,03	0,69	1,0

APÊNDICE C

RESULTADOS DOS NÚMEROS GLOBAIS ($L'_{nT,w}$)

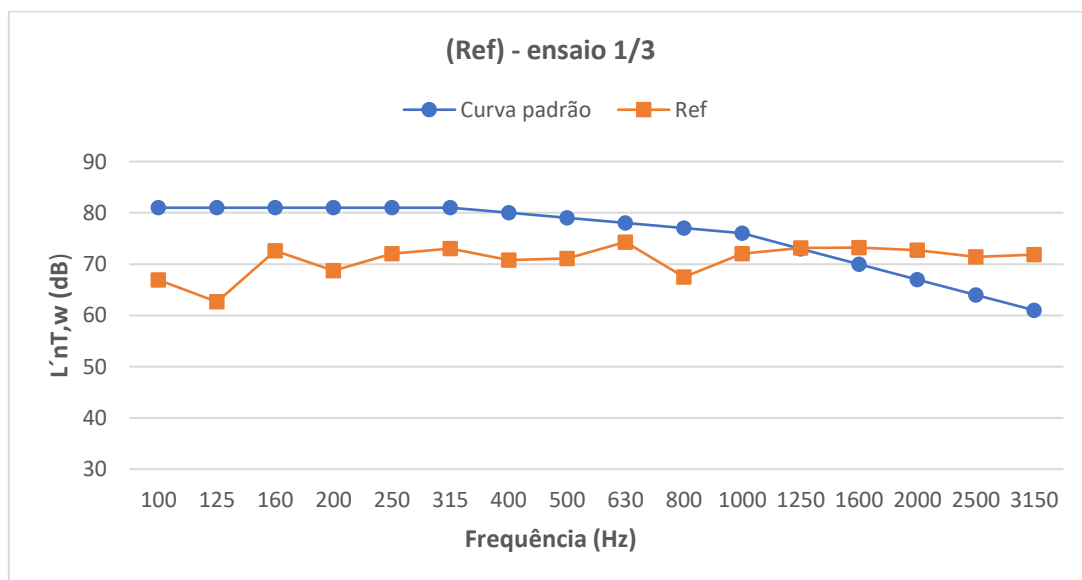
Amostra: Revestimento cerâmico, contrapiso de argamassa cimentícia; laje pré-moldada convencional sem forro no ambiente receptor (Ref)

Número do ensaio: 1/3

Tabela 151-Número global ($L'_{nT,w}$) da amostra Ref ensaio 1

CURVA PADRÃO X NÍVEL DE RUÍDO DE IMPACTO PADRONIZADO					
FREQUÊNCIA (Hz)	A	B	C	D	E
	Curva (dB)	L'_{nT} (dB)	Diferença		
100	81	66,9	-14,1	0	0,0
125	81	62,6	-18,4	0	0,0
160	81	72,6	-8,4	0	0,0
200	81	68,7	-12,3	0	0,0
250	81	72,0	-9,0	0	0,0
315	81	73,0	-8,0	0	0,0
400	80	70,8	-9,2	0	0,0
500	79	71,1	-7,9	0	0,0
630	78	74,3	-3,7	0	0,0
800	77	67,5	-9,5	0	0,0
1000	76	72,0	-4,0	0	0,0
1250	73	73,1	0,1	1	0,1
1600	70	73,2	3,2	1	3,2
2000	67	72,7	5,7	1	5,7
2500	64	71,4	7,4	1	7,4
3150	61	71,8	10,8	1	10,8
SOMA				5	27,3

Figura 48-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra Ref ensaio 1



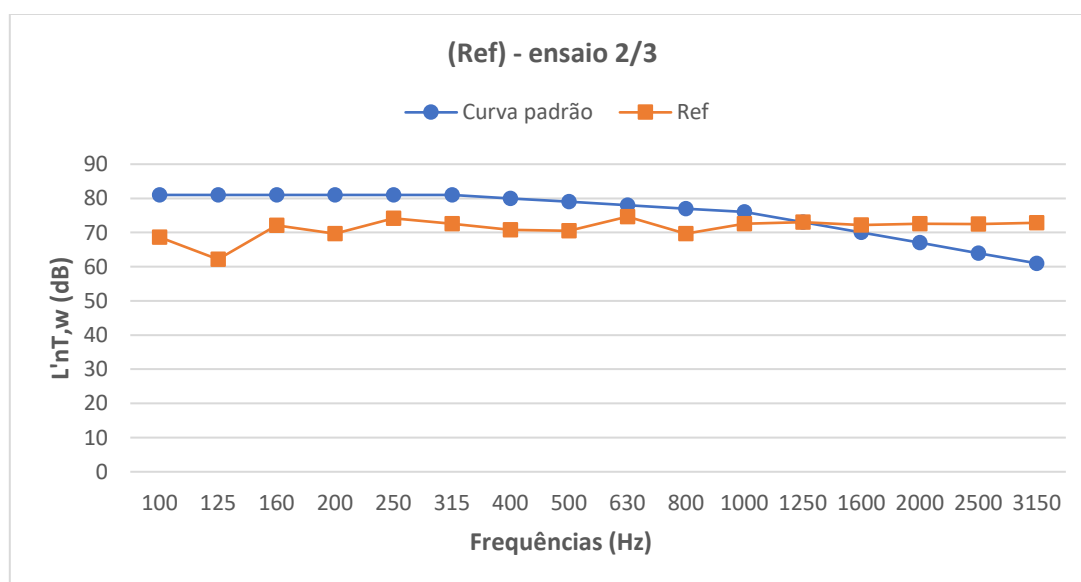
Amostra: Revestimento cerâmico, contrapiso de argamassa cimentícia; laje pré-moldada convencional sem forro no ambiente receptor (Ref)

Número do ensaio: 2/3

Tabela 152-Número global ($L'_{nT,w}$) da amostra Ref ensaio 2

CURVA PADRÃO X NÍVEL DE RUÍDO DE IMPACTO PADRONIZADO					
FREQUÊNCIA (Hz)	A	B	C	D	E
	Curva (dB)	L'_{nT} (dB)	Diferença		
100	81	68,6	-12,4	0	0,0
125	81	62,2	-18,8	0	0,0
160	81	72,1	-8,9	0	0,0
200	81	69,7	-11,3	0	0,0
250	81	74,2	-6,8	0	0,0
315	81	72,6	-8,4	0	0,0
400	80	70,8	-9,2	0	0,0
500	79	70,5	-8,5	0	0,0
630	78	74,6	-3,4	0	0,0
800	77	69,7	-7,3	0	0,0
1000	76	72,6	-3,4	0	0,0
1250	73	73,0	0,0	1	0,0
1600	70	72,2	2,2	1	2,2
2000	67	72,6	5,6	1	5,6
2500	64	72,5	8,5	1	8,5
3150	61	72,9	11,9	1	11,9
SOMA				5	28,2

Figura 49-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra Ref ensaio 2



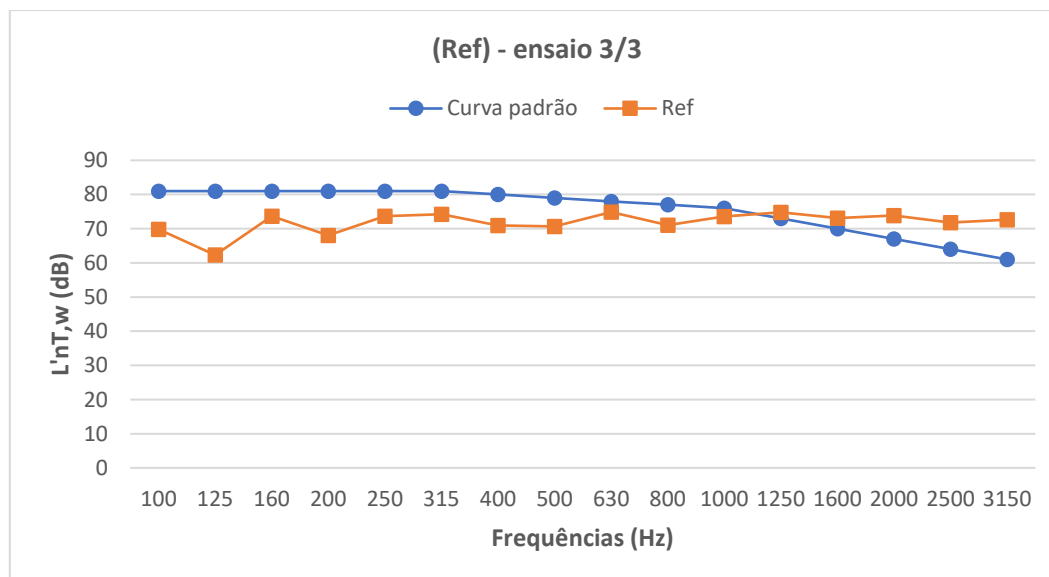
Amostra: Revestimento cerâmico, contrapiso de argamassa cimentícia; laje pré-moldada convencional sem forro no ambiente receptor (Ref)

Número do ensaio: 3/3

Tabela 153-Número global ($L'_{nT,w}$) da amostra Ref ensaio 3

CURVA PADRÃO X NÍVEL DE RUÍDO DE IMPACTO PADRONIZADO					
FREQUÊNCIA (Hz)	A	B	C	D	E
	Curva (dB)	L'_{nT} (dB)	Diferença		
100	81	69,8	-11,2	0	0,0
125	81	62,3	-18,7	0	0,0
160	81	73,6	-7,4	0	0,0
200	81	68,0	-13,0	0	0,0
250	81	73,6	-7,4	0	0,0
315	81	74,3	-6,7	0	0,0
400	80	70,9	-9,1	0	0,0
500	79	70,7	-8,3	0	0,0
630	78	74,9	-3,1	0	0,0
800	77	71,0	-6,0	0	0,0
1000	76	73,6	-2,4	0	0,0
1250	73	74,8	1,8	1	1,8
1600	70	73,1	3,1	1	3,1
2000	67	73,8	6,8	1	6,8
2500	64	71,8	7,8	1	7,8
3150	61	72,7	11,7	1	11,7
SOMA				5	31,1

Figura 50-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra Ref ensaio 3



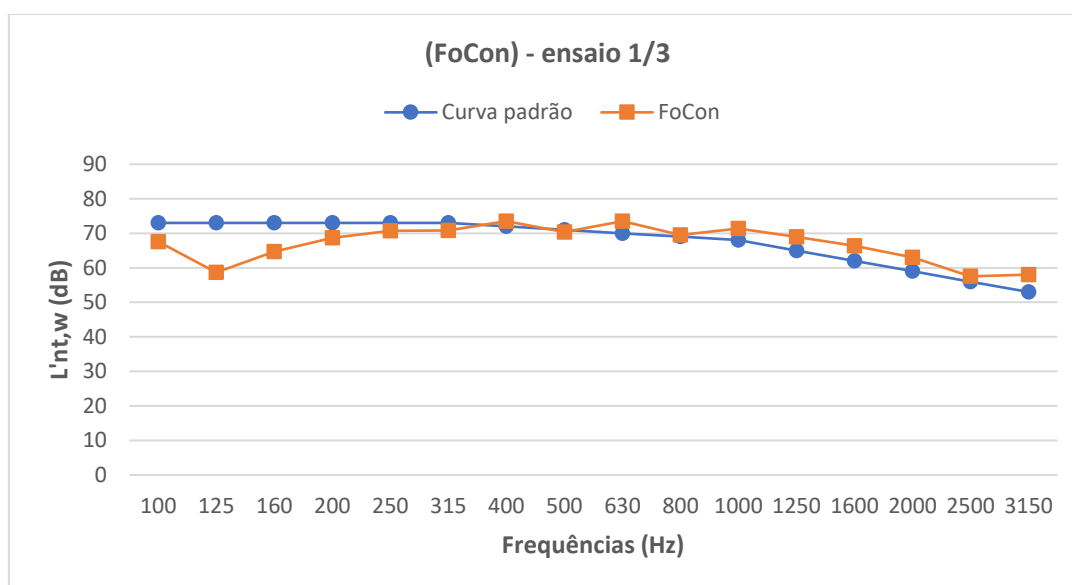
Amostra: Forro de gesso acartonado convencional (FGA)

Número do ensaio: 1/3

Tabela 154-Número global ($L'_{nt,w}$) da amostra FGA ensaio 1

CURVA PADRÃO X NÍVEL DE RUÍDO DE IMPACTO PADRONIZADO					
FREQUÊNCIA (Hz)	A	B	C	D	E
	Curva (dB)	L'_{nt} (dB)	Diferença		
100	73	67,6	-5,4	0	0,0
125	73	58,7	-14,3	0	0,0
160	73	64,7	-8,3	0	0,0
200	73	68,6	-4,4	0	0,0
250	73	70,7	-2,3	0	0,0
315	73	70,8	-2,2	0	0,0
400	72	73,5	1,5	1	1,5
500	71	70,4	-0,6	0	0,0
630	70	73,5	3,5	1	3,5
800	69	69,5	0,5	1	0,5
1000	68	71,3	3,3	1	3,3
1250	65	69,0	4,0	1	4,0
1600	62	66,4	4,4	1	4,4
2000	59	63,0	4,0	1	4,0
2500	56	57,5	1,5	1	1,5
3150	53	58,0	5,0	1	5,0
SOMA				9	27,7

Figura 51-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra FGA ensaio 1



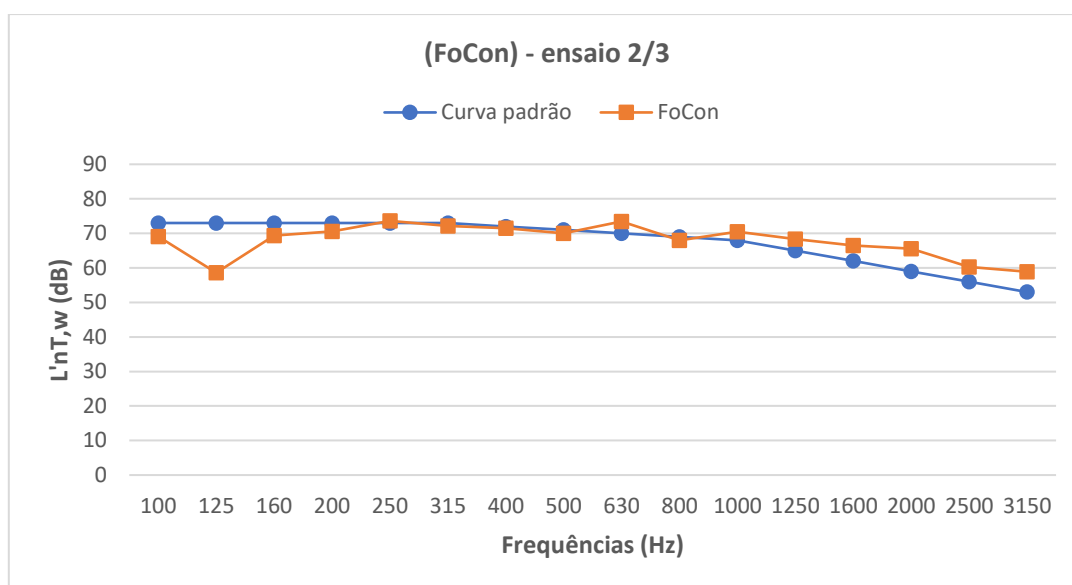
Amostra: Forro de gesso acartonado convencional (FGA)

Número do ensaio: 2/3

Tabela 155-Número global ($L'_{nT,w}$) da amostra FGA ensaio 2

CURVA PADRÃO X NÍVEL DE RUÍDO DE IMPACTO PADRONIZADO					
FREQUÊNCIA (Hz)	A	B	C	D	E
	Curva (dB)	L'_{nT} (dB)	Diferença		
100	73	69,1	-3,9	0	0,0
125	73	58,6	-14,4	0	0,0
160	73	69,3	-3,7	0	0,0
200	73	70,6	-2,4	0	0,0
250	73	73,6	0,6	1	0,6
315	73	72,2	-0,8	0	0,0
400	72	71,5	-0,5	0	0,0
500	71	70,0	-1,0	0	0,0
630	70	73,5	3,5	1	3,5
800	69	67,9	-1,1	0	0,0
1000	68	70,5	2,5	1	2,5
1250	65	68,3	3,3	1	3,3
1600	62	66,5	4,5	1	4,5
2000	59	65,6	6,6	1	6,6
2500	56	60,2	4,2	1	4,2
3150	53	58,9	5,9	1	5,9
SOMA				8	31,1

Figura 52-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra FGA ensaio 2



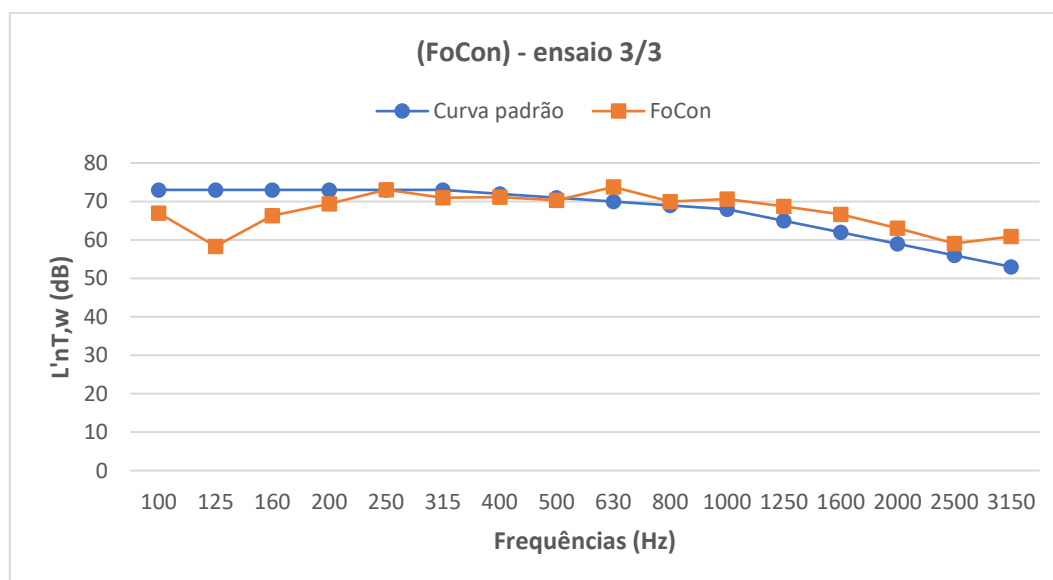
Amostra: Forro de gesso acartonado convencional (FGA)

Número do ensaio: 3/3

Tabela 156-Número global ($L'_{nT,w}$) da amostra FGA ensaio 3

CURVA PADRÃO X NÍVEL DE RUÍDO DE IMPACTO PADRONIZADO					
FREQUÊNCIA (Hz)	A	B	C	D	E
	Curva (dB)	L'_{nT} (dB)	Diferença		
100	73	67,0	-6,0	0	0,0
125	73	58,3	-14,7	0	0,0
160	73	66,3	-6,7	0	0,0
200	73	69,4	-3,6	0	0,0
250	73	73,1	0,1	1	0,1
315	73	70,9	-2,1	0	0,0
400	72	71,1	-0,9	0	0,0
500	71	70,3	-0,7	0	0,0
630	70	73,8	3,8	1	3,8
800	69	70,0	1,0	1	1,0
1000	68	70,6	2,6	1	2,6
1250	65	68,7	3,7	1	3,7
1600	62	66,6	4,6	1	4,6
2000	59	63,1	4,1	1	4,1
2500	56	59,0	3,0	1	3,0
3150	53	60,9	7,9	1	7,9
SOMA				9	30,8

Figura 53-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra FGA ensaio 3



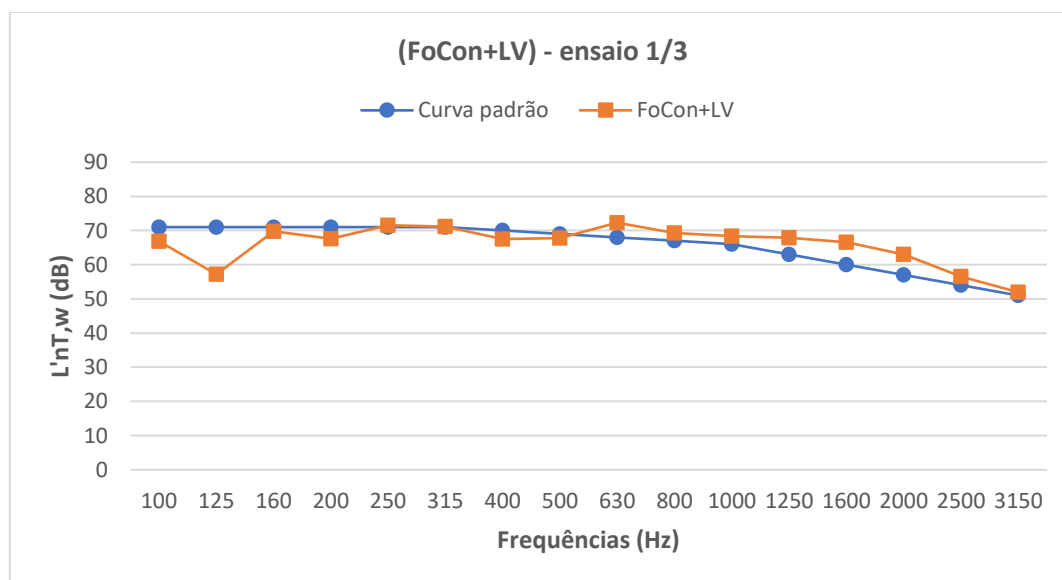
Amostra: Forro de gesso acartonado convencional com manta de lã de vidro ensacada 50 mm (FoCon+LV)

Número do ensaio: 1/3

Tabela 157-Número global ($L'_{nT,w}$) da amostra FoCon+LV ensaio 1

CURVA PADRÃO X NÍVEL DE RUÍDO DE IMPACTO PADRONIZADO					
FREQUÊNCIA (Hz)	A	B	C	D	E
	Curva (dB)	L'_{nT} (dB)	Diferença		
100	71	66,9	-4,1	0	0,0
125	71	57,2	-13,8	0	0,0
160	71	69,7	-1,3	0	0,0
200	71	67,6	-3,4	0	0,0
250	71	71,5	0,5	1	0,5
315	71	71,2	0,2	1	0,2
400	70	67,5	-2,5	0	0,0
500	69	67,8	-1,2	0	0,0
630	68	72,3	4,3	1	4,3
800	67	69,3	2,3	1	2,3
1000	66	68,3	2,3	1	2,3
1250	63	67,9	4,9	1	4,9
1600	60	66,6	6,6	1	6,6
2000	57	63,0	6,0	1	6,0
2500	54	56,6	2,6	1	2,6
3150	51	51,9	0,9	1	0,9
SOMA				10	30,5

Figura 54-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra FoCon+LV ensaio 1



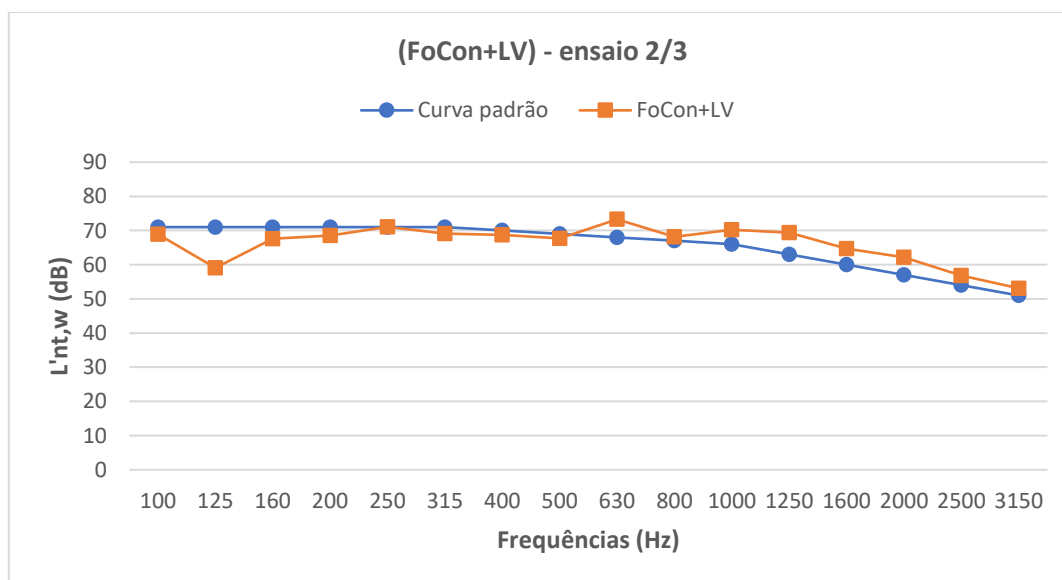
Amostra: Forro de gesso acartonado convencional com manta de lã de vidro ensacada 50 mm (FoCon+LV)

Número do ensaio: 2/3

Tabela 158-Número global ($L'_{nt,w}$) da amostra FoCon+LV ensaio 2

CURVA PADRÃO X NÍVEL DE RUÍDO DE IMPACTO PADRONIZADO					
FREQUÊNCIA (Hz)	A	B	C	D	E
	Curva (dB)	L'_{nt} (dB)	Diferença		
100	71	68,9	-2,1	0	0,0
125	71	59,1	-11,9	0	0,0
160	71	67,6	-3,4	0	0,0
200	71	68,6	-2,4	0	0,0
250	71	71,0	0,0	1	0,0
315	71	69,1	-1,9	0	0,0
400	70	68,7	-1,3	0	0,0
500	69	67,7	-1,3	0	0,0
630	68	73,3	5,3	1	5,3
800	67	68,2	1,2	1	1,2
1000	66	70,2	4,2	1	4,2
1250	63	69,4	6,4	1	6,4
1600	60	64,7	4,7	1	4,7
2000	57	62,2	5,2	1	5,2
2500	54	56,9	2,9	1	2,9
3150	51	53,1	2,1	1	2,1
SOMA				9	32,0

Figura 55-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra FoCon+LV ensaio 2



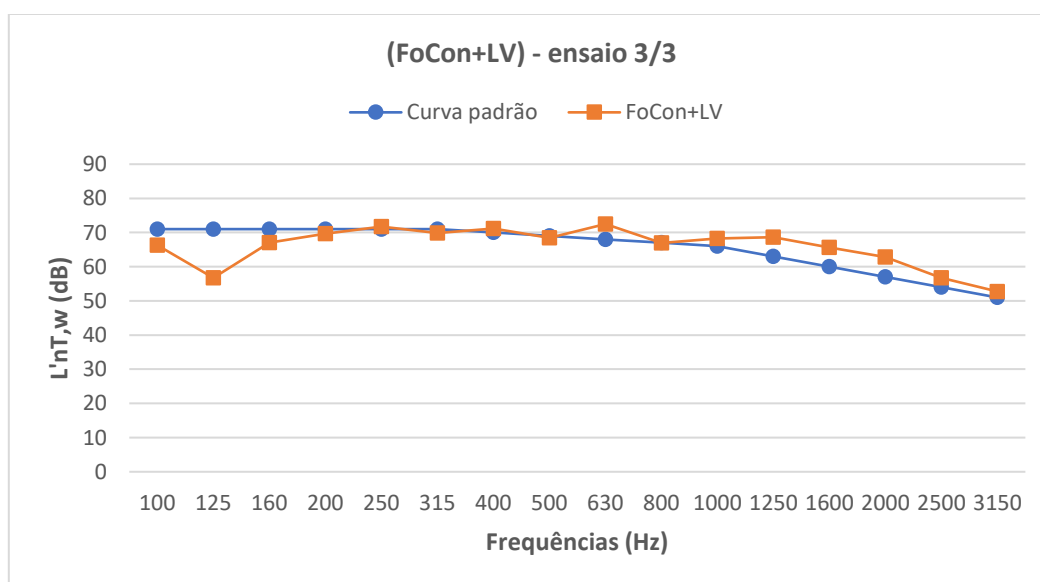
Amostra: Forro de gesso acartonado convencional com manta de lã de vidro ensacada 50 mm (FoCon+LV)

Número do ensaio: 3/3

Tabela 159-Número global ($L'_{nT,w}$) da amostra FoCon+LV ensaio 3

CURVA PADRÃO X NÍVEL DE RUÍDO DE IMPACTO PADRONIZADO					
FREQUÊNCIA (Hz)	A	B	C	D	E
	Curva (dB)	L'_{nT} (dB)	Diferença		
100	71	66,3	-4,7	0	0,0
125	71	56,7	-14,3	0	0,0
160	71	67,1	-3,9	0	0,0
200	71	69,7	-1,3	0	0,0
250	71	71,8	0,8	1	0,8
315	71	69,8	-1,2	0	0,0
400	70	71,1	1,1	1	1,1
500	69	68,4	-0,6	0	0,0
630	68	72,5	4,5	1	4,5
800	67	67,0	0,0	0	0,0
1000	66	68,3	2,3	1	2,3
1250	63	68,7	5,7	1	5,7
1600	60	65,7	5,7	1	5,7
2000	57	62,8	5,8	1	5,8
2500	54	56,7	2,7	1	2,7
3150	51	52,8	1,8	1	1,8
SOMA				9	30,3

Figura 56-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra FoCon+LV ensaio 3



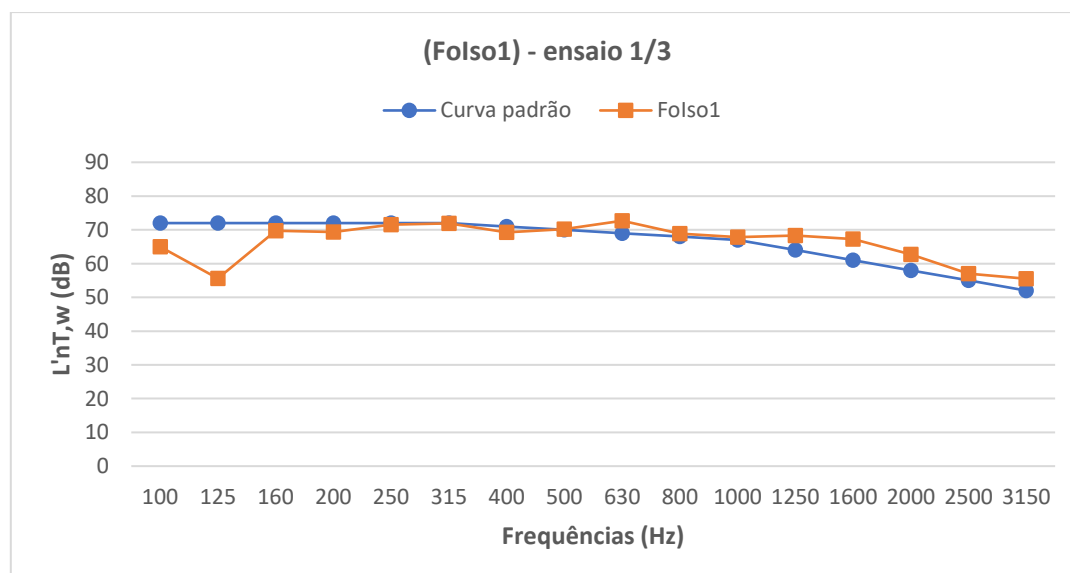
Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração e lençol de borracha natural 3mm (FoIso1)

Número do ensaio: 1/3

Tabela 160-Número global ($L'_{nT,w}$) da amostra FoIso1 ensaio 1

CURVA PADRÃO X NÍVEL DE RUÍDO DE IMPACTO PADRONIZADO					
FREQUÊNCIA (Hz)	A	B	C	D	E
	Curva (dB)	L'_{nT} (dB)	Diferença		
100	72	65,0	-7,0	0	0,0
125	72	55,6	-16,4	0	0,0
160	72	69,8	-2,2	0	0,0
200	72	69,4	-2,6	0	0,0
250	72	71,5	-0,5	0	0,0
315	72	71,9	-0,1	0	0,0
400	71	69,3	-1,7	0	0,0
500	70	70,2	0,2	1	0,2
630	69	72,7	3,7	1	3,7
800	68	68,9	0,9	1	0,9
1000	67	67,9	0,9	1	0,9
1250	64	68,4	4,4	1	4,4
1600	61	67,2	6,2	1	6,2
2000	58	62,7	4,7	1	4,7
2500	55	57,0	2,0	1	2,0
3150	52	55,5	3,5	1	3,5
SOMA				9	26,5

Figura 57-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra FoIso1 ensaio 1



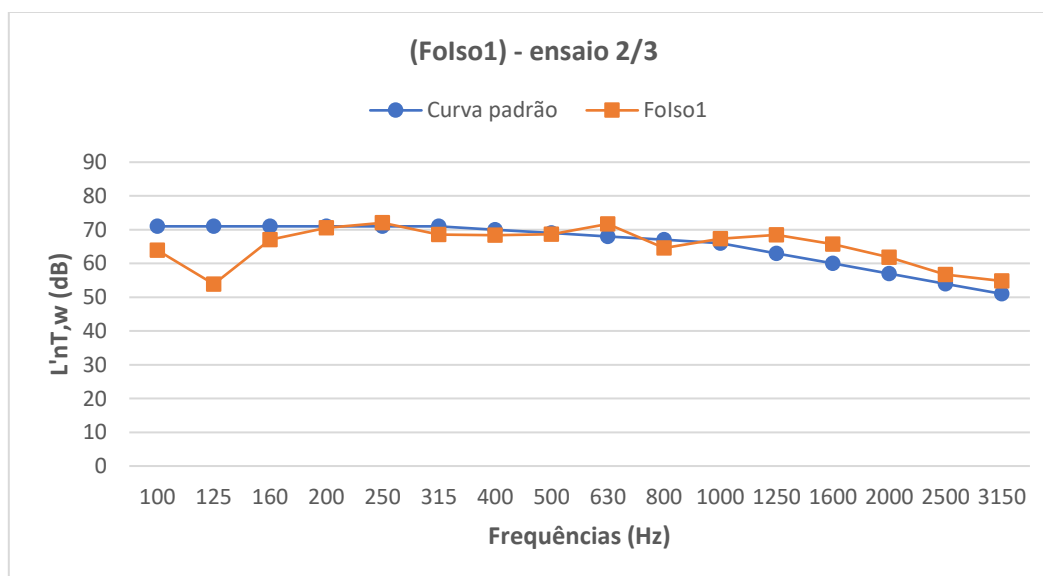
Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração e lençol de borracha natural 3mm (FoIso1)

Número do ensaio: 2/3

Tabela 161-Número global ($L'_{nT,w}$) da amostra FoIso1 ensaio 2

CURVA PADRÃO X NÍVEL DE RUÍDO DE IMPACTO PADRONIZADO					
FREQUÊNCIA (Hz)	A	B	C	D	E
	Curva (dB)	L'_{nT} (dB)	Diferença		
100	71	63,9	-7,1	0	0,0
125	71	53,9	-17,1	0	0,0
160	71	67,0	-4,0	0	0,0
200	71	70,6	-0,4	0	0,0
250	71	72,0	1,0	1	1,0
315	71	68,6	-2,4	0	0,0
400	70	68,4	-1,6	0	0,0
500	69	68,6	-0,4	0	0,0
630	68	71,7	3,7	1	3,7
800	67	64,6	-2,4	0	0,0
1000	66	67,4	1,4	1	1,4
1250	63	68,5	5,5	1	5,5
1600	60	65,8	5,8	1	5,8
2000	57	61,8	4,8	1	4,8
2500	54	56,7	2,7	1	2,7
3150	51	54,8	3,8	1	3,8
SOMA				8	28,6

Figura 58-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra FoIso1 ensaio 2



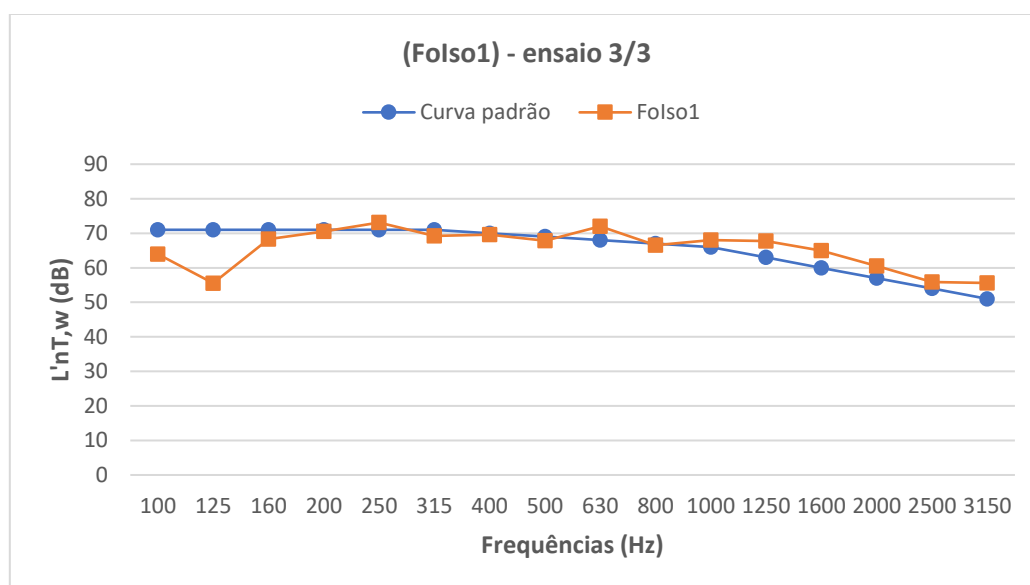
Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração e lençol de borracha natural 3mm (FoIso1)

Número do ensaio: 3/3

Tabela 162-Número global ($L'_{nT,w}$) da amostra FoIso1 ensaio 3

CURVA PADRÃO X NÍVEL DE RUÍDO DE IMPACTO PADRONIZADO					
FREQUÊNCIA (Hz)	A	B	C	D	E
	Curva (dB)	L'_{nT} (dB)	Diferença		
100	71	64,0	-7,0	0	0,0
125	71	55,5	-15,5	0	0,0
160	71	68,3	-2,7	0	0,0
200	71	70,6	-0,4	0	0,0
250	71	73,1	2,1	1	2,1
315	71	69,2	-1,8	0	0,0
400	70	69,6	-0,4	0	0,0
500	69	67,8	-1,2	0	0,0
630	68	72,0	4,0	1	4,0
800	67	66,6	-0,4	0	0,0
1000	66	68,0	2,0	1	2,0
1250	63	67,7	4,7	1	4,7
1600	60	65,0	5,0	1	5,0
2000	57	60,5	3,5	1	3,5
2500	54	55,9	1,9	1	1,9
3150	51	55,6	4,6	1	4,6
SOMA				8	27,8

Figura 59-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra FoIso1 ensaio 3



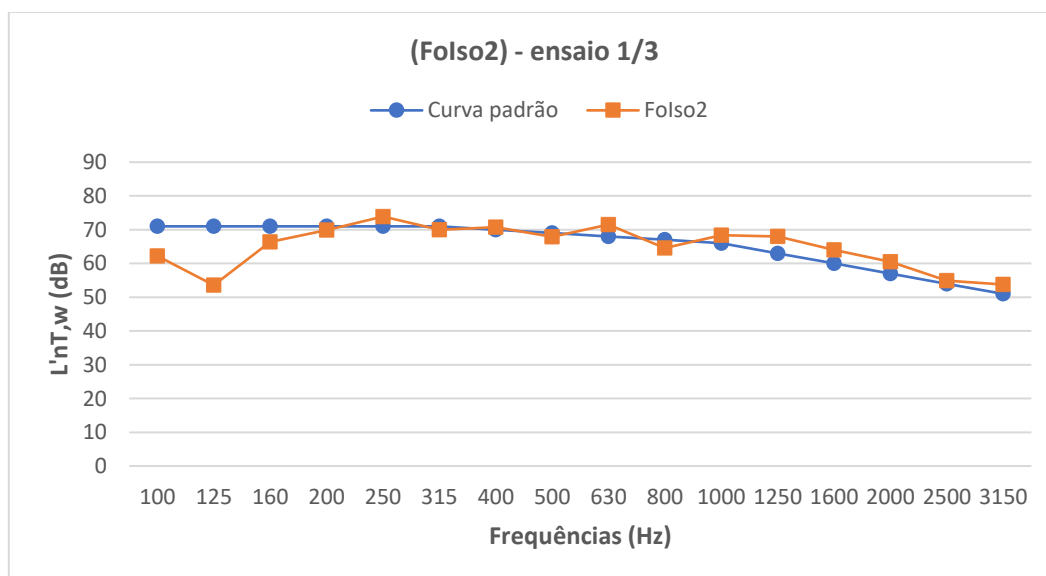
Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm e mangueira pneumática 20mm (FoIso2)

Número do ensaio: 1/3

Tabela 163-Número global ($L'_{nT,w}$) da amostra FoIso2 ensaio 1

CURVA PADRÃO X NÍVEL DE RUÍDO DE IMPACTO PADRONIZADO					
FREQUÊNCIA (Hz)	A	B	C	D	E
	Curva (dB)	L'_{nT} (dB)	Diferença		
100	71	62,2	-8,8	0	0,0
125	71	53,6	-17,4	0	0,0
160	71	66,4	-4,6	0	0,0
200	71	69,9	-1,1	0	0,0
250	71	73,9	2,9	1	2,9
315	71	70,0	-1,0	0	0,0
400	70	70,8	0,8	1	0,8
500	69	67,9	-1,1	0	0,0
630	68	71,5	3,5	1	3,5
800	67	64,6	-2,4	0	0,0
1000	66	68,3	2,3	1	2,3
1250	63	68,0	5,0	1	5,0
1600	60	64,0	4,0	1	4,0
2000	57	60,5	3,5	1	3,5
2500	54	54,9	0,9	1	0,9
3150	51	53,8	2,8	1	2,8
SOMA				9	25,7

Figura 60-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra FoIso2 ensaio 1



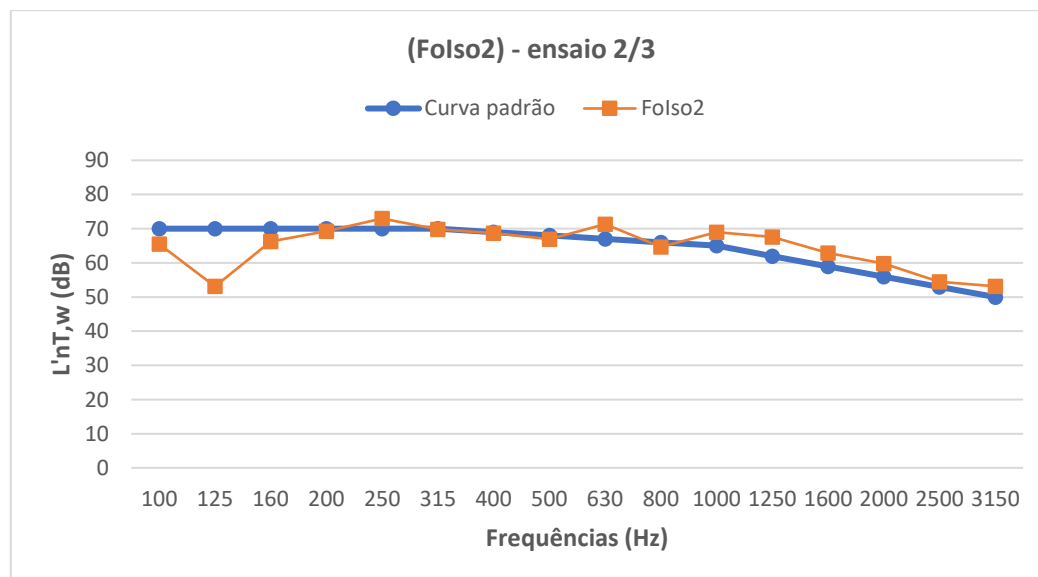
Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm e mangueira pneumática 20mm (FoIso2)

Número do ensaio: 2/3

Tabela 164-Número global ($L'_{nT,w}$) da amostra FoIso2 ensaio 2

CURVA PADRÃO X NÍVEL DE RUÍDO DE IMPACTO PADRONIZADO					
FREQUÊNCIA (Hz)	A	B	C	D	E
	Curva (dB)	L'_{nT} (dB)	Diferença		
100	70	65,5	-4,5	0	0,0
125	70	53,1	-16,9	0	0,0
160	70	66,3	-3,7	0	0,0
200	70	69,3	-0,7	0	0,0
250	70	73,0	3,0	1	3,0
315	70	69,8	-0,2	0	0,0
400	69	68,7	-0,3	0	0,0
500	68	66,9	-1,1	0	0,0
630	67	71,3	4,3	1	4,3
800	66	64,7	-1,3	0	0,0
1000	65	69,0	4,0	1	4,0
1250	62	67,6	5,6	1	5,6
1600	59	62,9	3,9	1	3,9
2000	56	59,8	3,8	1	3,8
2500	53	54,5	1,5	1	1,5
3150	50	53,1	3,1	1	3,1
SOMA				8	29,2

Figura 61-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra FoIso2 ensaio 2



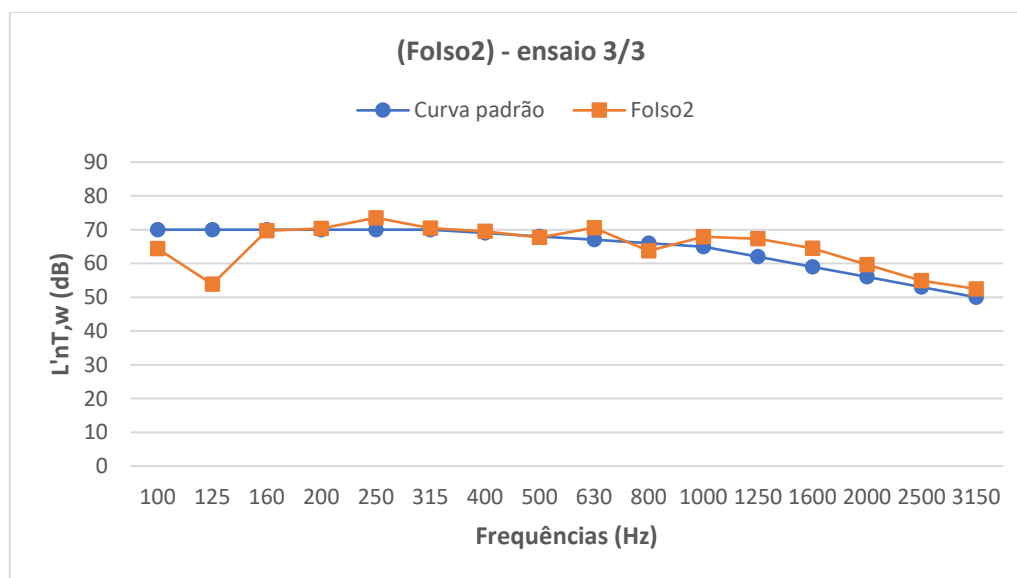
Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm e mangueira pneumática 20mm (FoIso2)

Número do ensaio: 3/3

Tabela 165-Número global ($L'_{nT,w}$) da amostra FoIso2 ensaio 3

CURVA PADRÃO X NÍVEL DE RUÍDO DE IMPACTO PADRONIZADO					
FREQUÊNCIA (Hz)	A	B	C	D	E
	Curva (dB)	L'_{nT} (dB)	Diferença		
100	70	64,4	-5,6	0	0,0
125	70	53,9	-16,1	0	0,0
160	70	69,7	-0,3	0	0,0
200	70	70,3	0,3	1	0,3
250	70	73,5	3,5	1	3,5
315	70	70,4	0,4	1	0,4
400	69	69,5	0,5	1	0,5
500	68	67,7	-0,3	0	0,0
630	67	70,6	3,6	1	3,6
800	66	63,8	-2,2	0	0,0
1000	65	67,9	2,9	1	2,9
1250	62	67,4	5,4	1	5,4
1600	59	64,5	5,5	1	5,5
2000	56	59,6	3,6	1	3,6
2500	53	54,9	1,9	1	1,9
3150	50	52,5	2,5	1	2,5
SOMA				11	30,1

Figura 62-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra FoIso2 ensaio 3



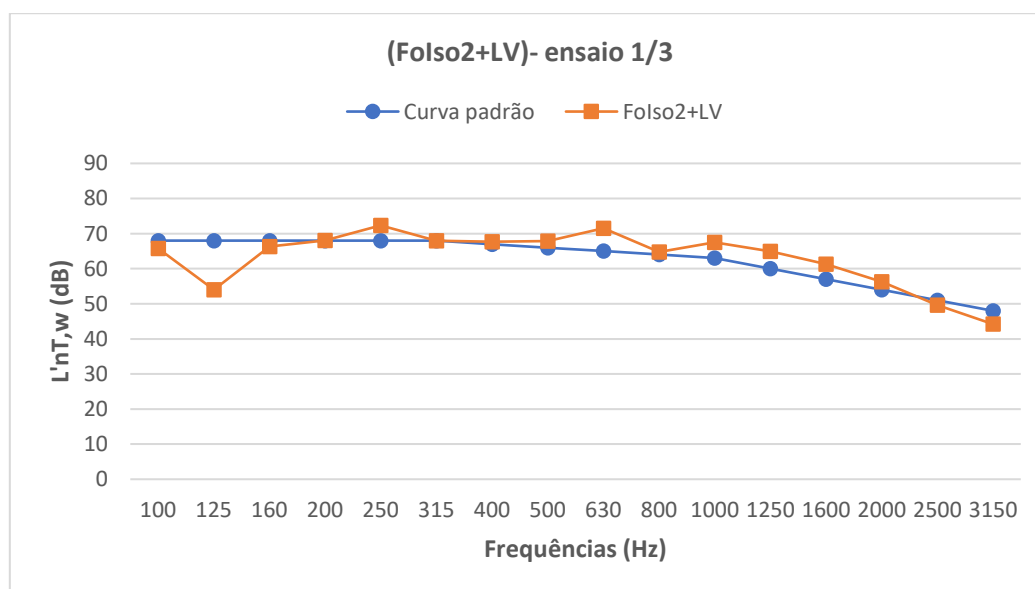
Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm, mangueira pneumática 20mm e manta de lã de vidro ensacada 50 mm (FoIso2+LV)

Número do ensaio: 1/3

Tabela 166-Número global ($L'_{nT,w}$) da amostra FoIso2+LV ensaio 1

CURVA PADRÃO X NÍVEL DE RUÍDO DE IMPACTO PADRONIZADO					
FREQUÊNCIA (Hz)	A	B	C	D	E
	Curva (dB)	L'_{nT} (dB)	Diferença		
100	68	65,7	-2,3	0	0,0
125	68	54,0	-14,0	0	0,0
160	68	66,3	-1,7	0	0,0
200	68	68,0	0,0	1	0,0
250	68	72,3	4,3	1	4,3
315	68	67,9	-0,1	0	0,0
400	67	67,7	0,7	1	0,7
500	66	67,9	1,9	1	1,9
630	65	71,6	6,6	1	6,6
800	64	64,8	0,8	1	0,8
1000	63	67,5	4,5	1	4,5
1250	60	65,0	5,0	1	5,0
1600	57	61,3	4,3	1	4,3
2000	54	56,3	2,3	1	2,3
2500	51	49,6	-1,4	0	0,0
3150	48	44,2	-3,8	0	0,0
SOMA				10	30,3

Figura 63-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra FoIso2+LV ensaio 1



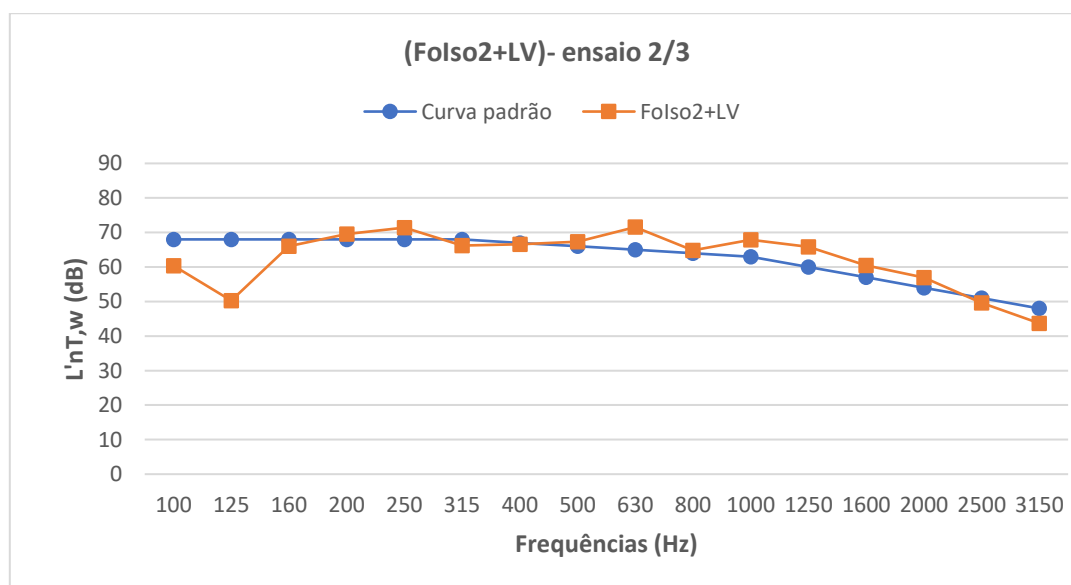
Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm, mangueira pneumática 20mm e manta de lã de vidro ensacada 50 mm (FoIso2+LV)

Número do ensaio: 2/3

Tabela 167-Número global ($L'_{nT,w}$) da amostra FoIso2+LV ensaio 2

CURVA PADRÃO X NÍVEL DE RUÍDO DE IMPACTO PADRONIZADO					
FREQUÊNCIA (Hz)	A	B	C	D	E
	Curva (dB)	L'_{nT} (dB)	Diferença		
100	68	60,4	-7,6	0	0,0
125	68	50,3	-17,7	0	0,0
160	68	66,0	-2,0	0	0,0
200	68	69,5	1,5	1	1,5
250	68	71,4	3,4	1	3,4
315	68	66,3	-1,7	0	0,0
400	67	66,6	-0,4	0	0,0
500	66	67,3	1,3	1	1,3
630	65	71,5	6,5	1	6,5
800	64	64,9	0,9	1	0,9
1000	63	67,9	4,9	1	4,9
1250	60	65,8	5,8	1	5,8
1600	57	60,4	3,4	1	3,4
2000	54	57,0	3,0	1	3,0
2500	51	49,6	-1,4	0	0,0
3150	48	43,7	-4,3	0	0,0
SOMA				9	30,8

Figura 64-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra FoIso2+LV ensaio 2



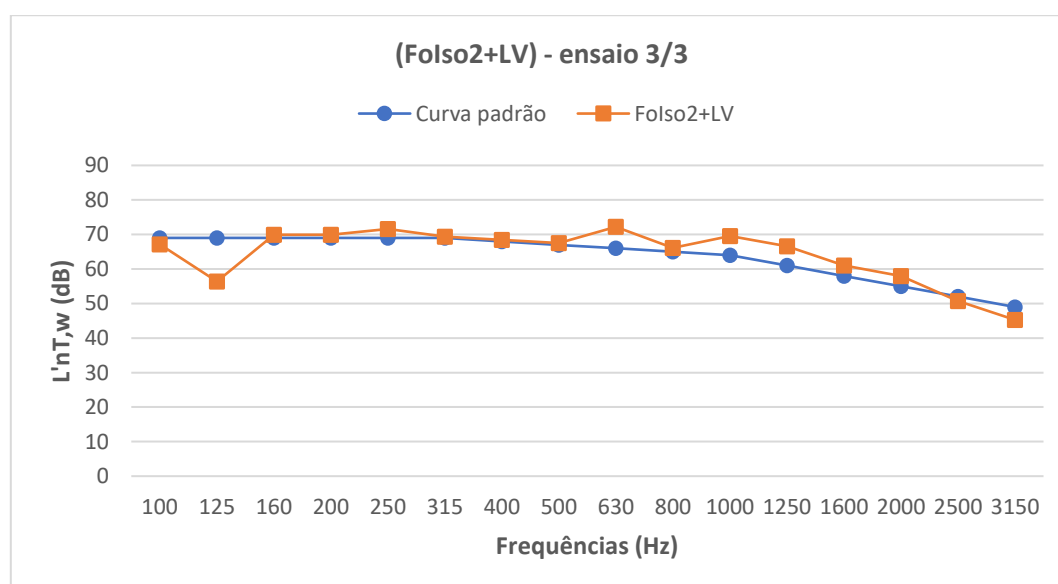
Amostra: Forro de gesso acartonado com isoladores de vibração, lençol de borracha natural 3mm, mangueira pneumática 20mm e manta de lã de vidro ensacada 50 mm (FoIso2+LV)

Número do ensaio: 3/3

Tabela 168-Número global ($L'_{nT,w}$) da amostra FoIso2+LV ensaio 3

CURVA PADRÃO X NÍVEL DE RUÍDO DE IMPACTO PADRONIZADO					
FREQUÊNCIA (Hz)	A	B	C	D	E
	Curva (dB)	L'_{nT} (dB)	Diferença		
100	69	67,1	-1,9	0	0,0
125	69	56,4	-12,6	0	0,0
160	69	70,0	1,0	1	1,0
200	69	69,9	0,9	1	0,9
250	69	71,6	2,6	1	2,6
315	69	69,4	0,4	1	0,4
400	68	68,4	0,4	1	0,4
500	67	67,5	0,5	1	0,5
630	66	72,2	6,2	1	6,2
800	65	66,1	1,1	1	1,1
1000	64	69,6	5,6	1	5,6
1250	61	66,6	5,6	1	5,6
1600	58	61,0	3,0	1	3,0
2000	55	58,0	3,0	1	3,0
2500	52	50,7	-1,3	0	0,0
3150	49	45,3	-3,7	0	0,0
SOMA				12	30,2

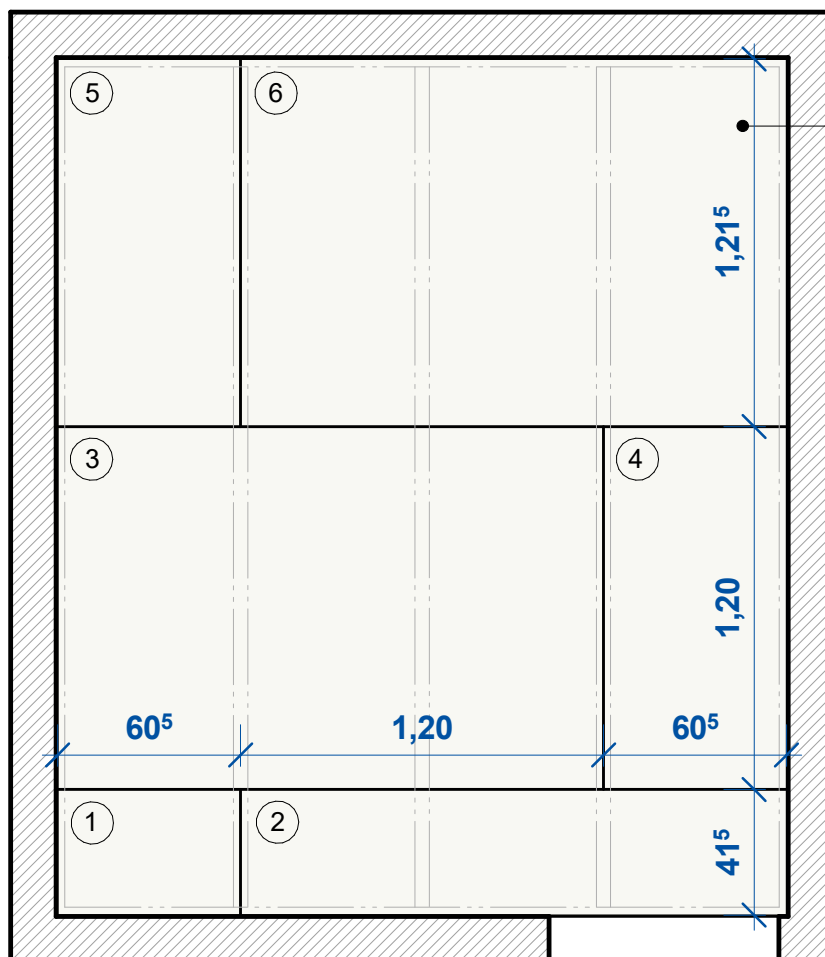
Figura 65-Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra FoIso2+LV ensaio 3



APÊNDICE D

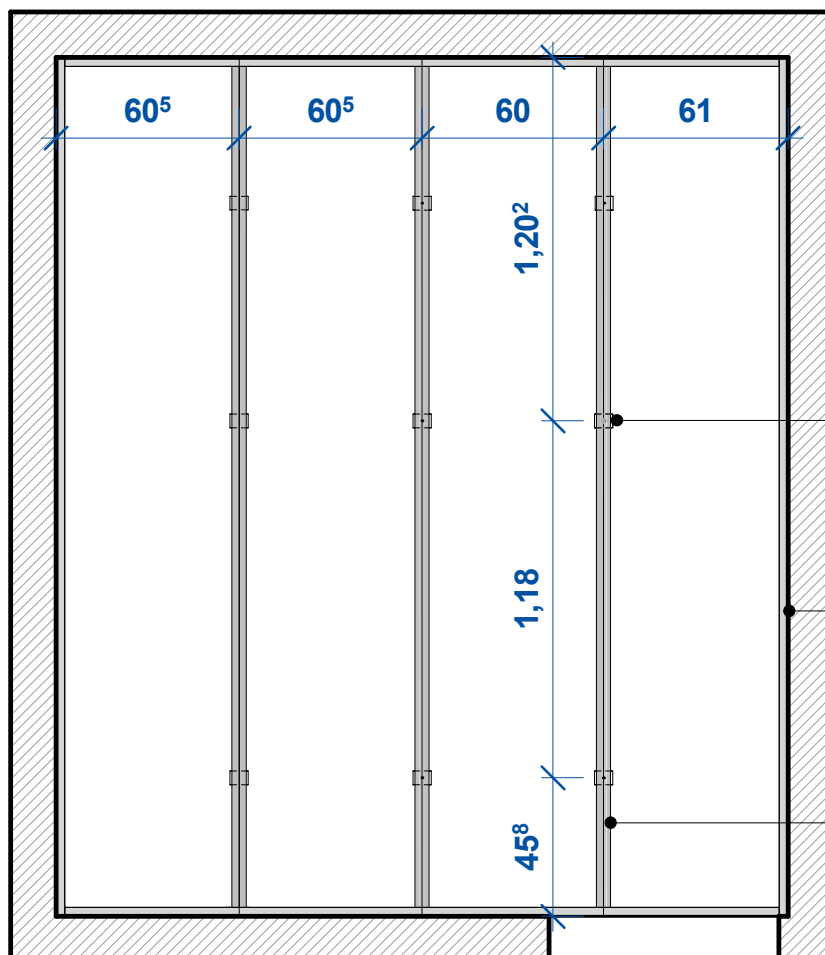
DETALHAMENTO DO PROJETO DE SISTEMA DE FORRO DE GESSO ACARTONADO COM LIGAÇÕES ISOLADAS

- Prancha 1 – Planta de forro do sistema drywall convencional instalado no ambiente receptor na Câmara Acústica 1 e planta estrutural do forro.
- Prancha 2 – Planta de forro do sistema drywall com estrutura modificada e corte
- Prancha 3 – Detalhamento do encaixe dos perfis metálicos com a parede e conexão entre as chapas de gesso acartonado e a parede
- Prancha 4 – Detalhamento peças de conexão entre o forro e a laje



Chapas de gesso acartonado Standard - ST 1.200 x 1.800 mm com 12,5 mm de espessura

① PLANTA DE FORRO - CÂMARA DE RECEPÇÃO CA1
ESCALA 1/25

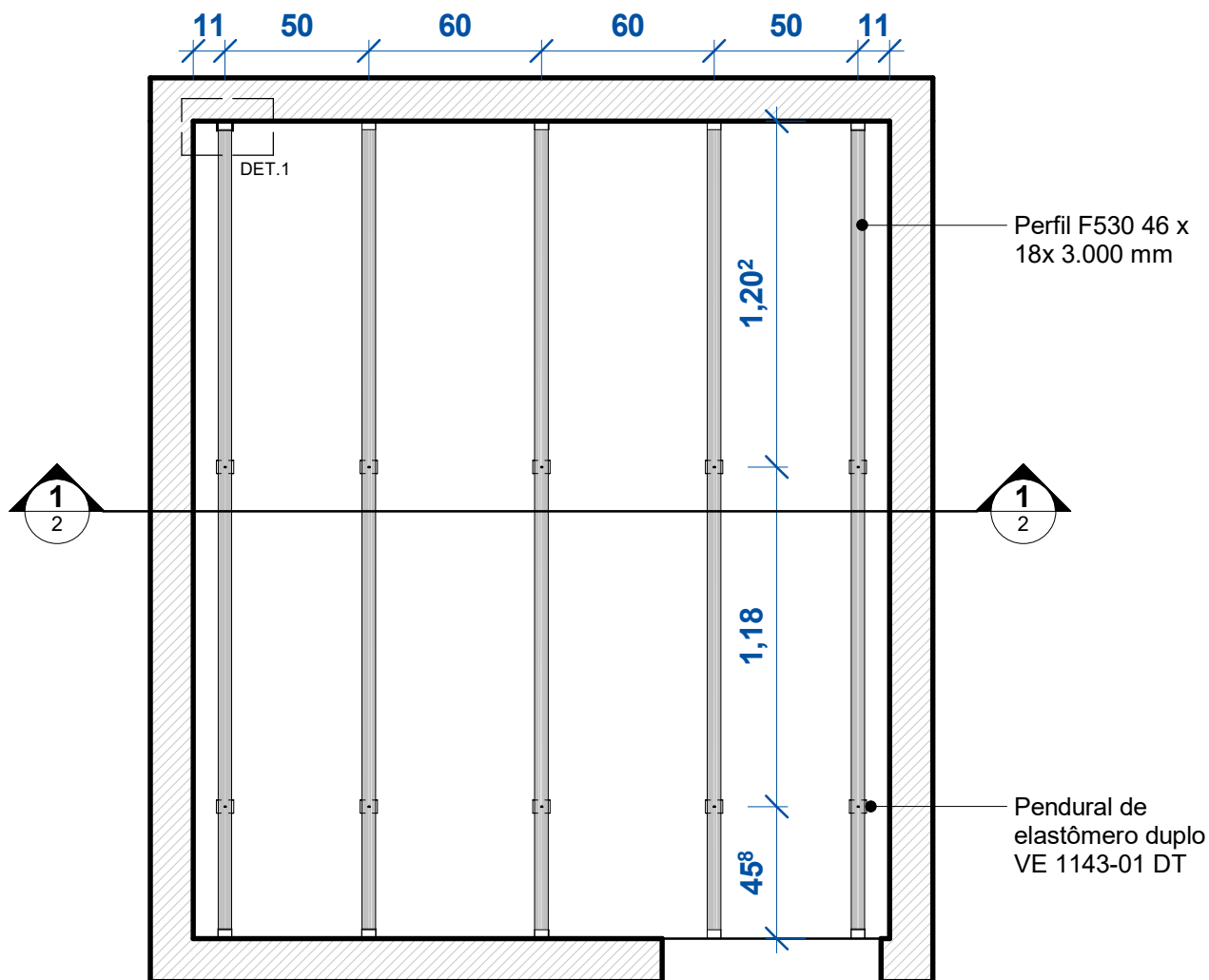


Suporte nivelador para perfil F530

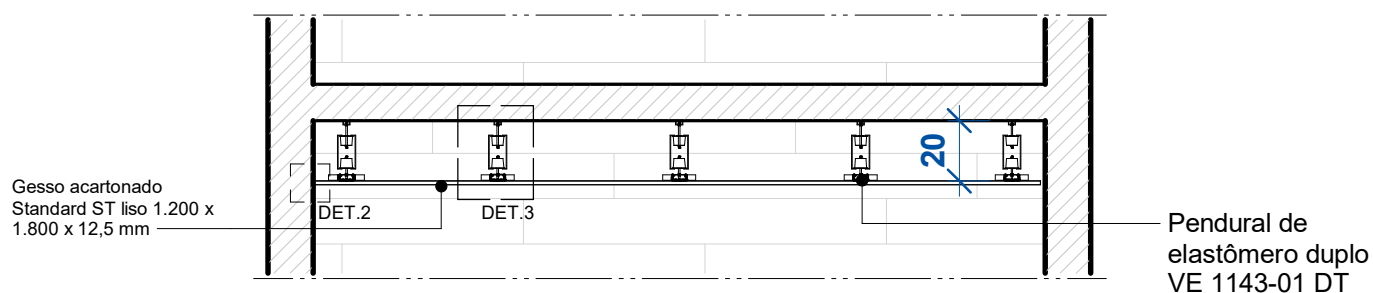
Cantoneira lisa 25 x 30 mm com 0,5mm de espessura

Perfil F530 46 X 18 X 3.000 mm

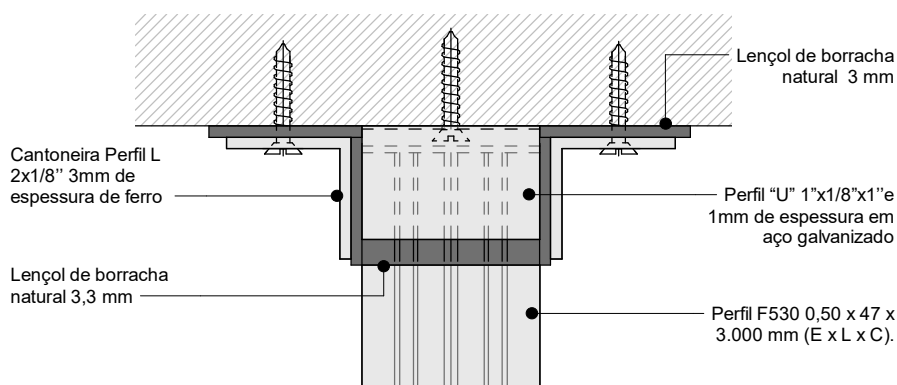
② PLANTA ESTRUTURAL DO SISTEMA DE FORRO - CÂMARA DE RECEPÇÃO CA1
ESCALA 1/25



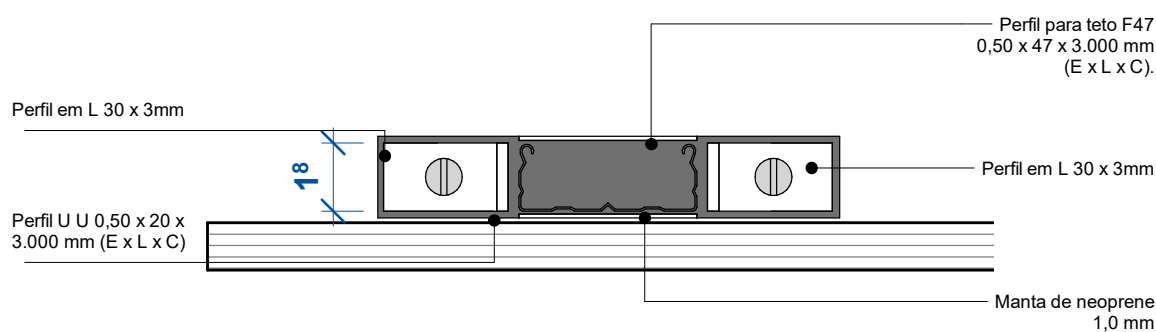
① Planta de forro com estrutura isolada - CA1
escala 1/25



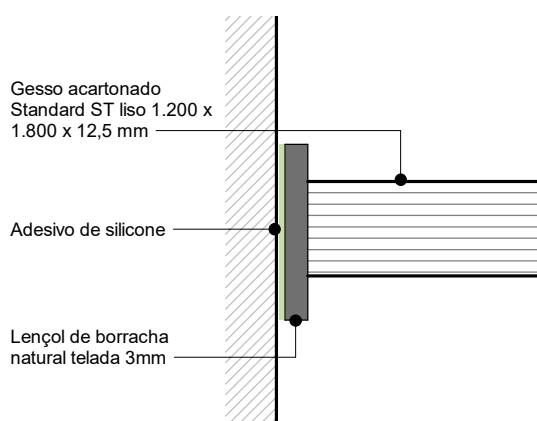
① Corte 2 - câmara de emissão da CA1
escala 1/25



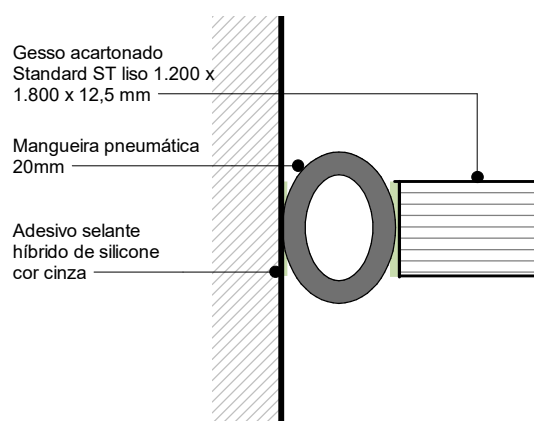
① **DET. 01 - VISTA SUPERIOR ENCAIXE PAREDE**
ESCALA 1/2



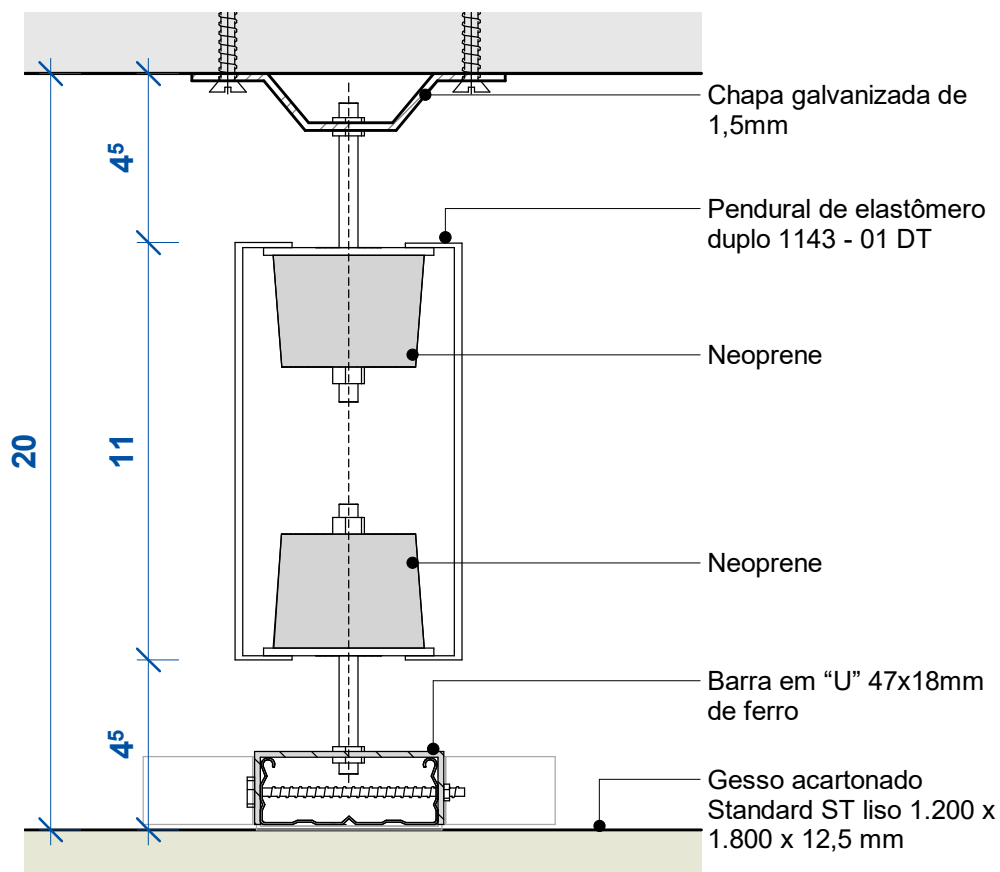
② **DET. 01 - VISTA FRONTAL ENCAIXE PAREDE**
ESCALA 1/2



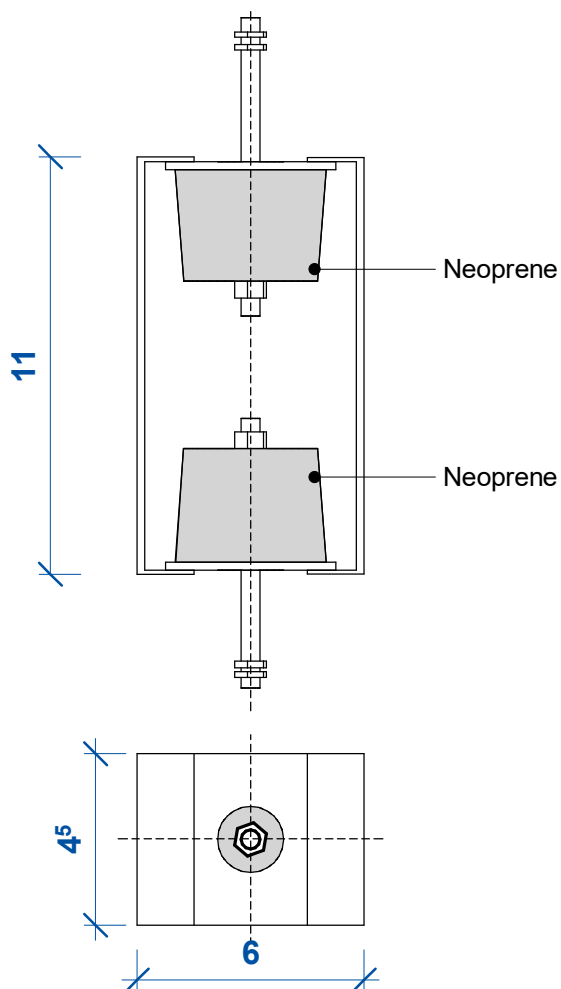
③ **DET. 02 - CONEXÃO CHAPA-PAREDE 01**
ESCALA 1/2



④ **DET. 02 - CONEXÃO CHAPA-PAREDE 02**
ESCALA 1/2



① DET. 03 - CONEXÃO FORRO-LAJE
ESCALA 1/2



② DET. 03 - PENDURAL DE ELASTÔMEROS DUPLO 1143 - 01 DT
ESCALA 1/2