



*Universidade Federal da Paraíba*

*Centro de Tecnologia*

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**– MESTRADO –**

**ISOLAMENTO DO RUÍDO DE IMPACTO ENTRE PISOS DE UNIDADES HABITACIONAIS  
SOBREPOSTAS ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DE NOVO REVESTIMENTO SOBRE O  
PISO ORIGINAL.**

*Por*

**Leilane de Aguiar Almeida Xavier**

*Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal da Paraíba para obtenção do  
grau de Mestre*

João Pessoa - PB

Julho de 2018



*Universidade Federal da Paraíba*

*Centro de Tecnologia*

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**– MESTRADO –**

**ISOLAMENTO DO RUÍDO DE IMPACTO ENTRE PISOS DE UNIDADES HABITACIONAIS  
SOBREPOSTAS ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DE NOVO REVESTIMENTO SOBRE O  
PISO ORIGINAL.**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.

**Leilane de Aguiar Almeida Xavier**

**Orientador: Prof. Dr. Alúísio Braz de Melo.**

João Pessoa - PB

Julho de 2018

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

X3i    Xavier, Leilane de Aguiar Almeida.  
          ISOLAMENTO DO RUÍDO DE IMPACTO ENTRE PISOS DE UNIDADES  
          HABITACIONAIS SOBREPOSTAS ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DE NOVO  
          REVESTIMENTO SOBRE O PISO ORIGINAL. / Leilane de Aguiar  
          Almeida Xavier. - João Pessoa, 2018.  
          141 f. : il.

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

          1. ruído de impacto. 2. isolamento acústico. 3. tipo de  
          revestimento. I. Melo, Aluísio Braz de. II. Título.

UFPB/BC

***“ISOLAMENTO DO RUÍDO DE IMPACTO ENTRE PISOS DE UNIDADES  
HABITACIONAIS SOBREPOSTAS ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DE NOVO  
REVESTIMENTO SOBRE O PISO ORIGINAL”***

**LEILANE DE AGUIAR ALMEIDA XAVIER**

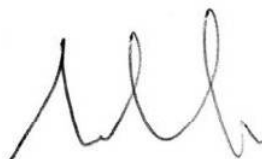
**Dissertação aprovada em 25 de julho de 2018**

**Período Letivo: 2018.1**



**Prof. Dr. Aluísio Braz de Melo – UFPB**

**Orientador**



**Prof. Dr. Roberto Leal Pimentel – UFPB**

**Examinador Interno**



**Profª. Drª. Bianca Carla Dantas de Araújo – UFRN**

**Examinadora Externa**

**João Pessoa/PB**

**2018**

## **AGRADECIMENTOS**

Quero agradecer primeiramente a Deus pela oportunidade de cursar esse Mestrado na Universidade Federal da Paraíba.

Muitas pessoas contribuíram direta ou indiretamente com esse trabalho. Assim, venho agradecer a todos pelo apoio cedido durante essa jornada.

Ao meu marido Gabriel, pelos ensinamentos compartilhados, pela dedicação, paciência e cumplicidade. À minha família e amigos, agradeço o apoio e a torcida.

Ao meu orientador Professor Dr. Aluísio Braz de Melo, por acreditar neste trabalho e apoiá-lo com orientações e críticas. Registro aqui minha sincera admiração pelo seu profissionalismo e pela sua pessoa.

A todos os professores, colegas e funcionários do LABEME/CT/UFPB que ajudaram na realização dos ensaios durante a pesquisa, especialmente à colega Fabianne Azevedo que esclareceu dúvidas sobre o tema e contribuiu na execução dos experimentos.

Ao Professor Dr. Roberto Leal Pimentel que forneceu os equipamentos para a realização dos ensaios e por ter participado da banca examinadora, contribuindo com seu conhecimento para este trabalho.

À Professora Dra. Bianca Carla Dantas de Araújo por também fazer parte da banca examinadora e à sua contribuição através de suas correções.

À Construtora Lema Engenharia, por ter disponibilizado espaço para a realização dos ensaios em campo.

Às Empresas Acital, Vivant, Espaço Vinílico e Portobello que forneceram os materiais para a realização dos experimentos.

## RESUMO

Os requisitos relativos aos níveis de isolamento do ruído de impacto no sistema de pisos entre unidades adjacentes de edifícios habitacionais multipavimentos, no Brasil, foram estabelecidos na Norma de Desempenho, NBR 15575-3 (ABNT, 2013). Desde então, as novas construções devem se adequar aos limites definidos por três faixas de desempenho: mínimo (entre 66 dB e 80 dB), intermediário (entre 56 dB e 65 dB) e superior (menor ou igual a 55 dB). No presente trabalho, são discutidos resultados de um estudo que tem como objetivo buscar uma alternativa para corrigir os problemas de ruídos de impacto no piso nas edificações já concluídas, alcançando também aquelas construídas antes da vigência da norma. A ideia é avaliar o isolamento do ruído de impacto entre pisos de unidades habitacionais sobrepostas, através da aplicação de novo revestimento sobre o piso original. Os testes foram simulados em duas câmaras acústicas, sendo uma com laje estrutural do tipo pré-moldada convencional e outra com laje nervurada. Também foram feitas medições em campo em edifício multipavimentos, construído com laje pré-moldada treliçada. A simulação dos ensaios foi com a aplicação de novos revestimentos (laminado de madeira, porcelanato extrafino ou cerâmica) sobre piso de cerâmica original. O laminado de madeira foi testado como piso novo, com tipos de materiais resilientes diferentes entre ele e o piso original de cerâmica: a manta original do fornecedor do laminado e a manta acústica comercial, produzida com material reciclável de garrafa PET. Os sistemas de piso sobre piso testados resultaram num acréscimo máximo de apenas 1,6 cm na sua espessura total. O porcelanato extra fino ou a cerâmica sobre o piso original foram utilizados sem nenhum material resiliente entre eles. A partir dos resultados obtidos com o piso cerâmico original, cujo nível de pressão sonora de impacto padrão ponderado ( $L'_{nT,w}$ ) foi igual a 81 dB (laje pré-moldada convencional em laboratório), 79 dB (laje nervurada em laboratório) e 78 dB (laje pré-moldada treliçada em campo), constatou-se uma redução de 25 dB no  $L'_{nT,w}$ , quando se utilizou a manta acústica comercial e laminado de madeira como novo piso, para ambos os testes em laboratório com os dois tipos de laje, e redução de 28 dB no teste em campo. A faixa de desempenho de cada piso original foi alterada de forma diferenciada, quando comparado aos respectivos sistemas de novo piso sobre piso original. O destaque foi a mudança do desempenho mínimo para superior, no ensaio em campo, no qual se utilizou manta entre o laminado de madeira e o piso cerâmico original. Quando se utilizou o piso de porcelanato extrafino sobre o piso original, testado apenas em laboratório a alteração de desempenho foi para intermediário. Com o piso cerâmico sobre o piso original, testado também apenas em laboratório, a redução do  $L'_{nT,w}$  foi tão baixa, que se manteve o mesmo desempenho mínimo do sistema de piso. Com base nos resultados, pode-se afirmar que a ideia de execução de novo revestimento sobre o piso original tem potencial para corrigir problemas de ruído de impacto em piso entre unidades sobrepostas de edificações. Os sistemas, testados com uso de materiais resilientes entre o laminado de madeira e o piso cerâmico original, se destacam como aqueles com melhor isolamento acústico ao ruído de impacto, com pequeno acréscimo na espessura final do sistema.

**Palavras-chave:** ruído de impacto, isolamento acústico, tipo de revestimento.

## ABSTRACT

The requirements concerning of insulation the noise levels of impact in the system of floors between adjacent units of multi-storey residential buildings in Brazil, were established in the Performance Standard, NBR 15575-3 (ABNT, 2013). Since then, new construction must conform to the limits set by performing three ranges: low (between 66 dB and 80 dB), intermediate (between 56 dB and 65 dB) and upper (less than or equal to 55 dB). In this work, we discuss the results of a study that aims to seek an alternative to correct the impact noise problems on the floor in buildings already completed, also reaching those built prior to the effectiveness of the standard. The idea is to evaluate the efficiency of impact noise attenuation between floors of overlapping housing units by applying a new coating on the original floor. The tests were simulated in two acoustic chambers, one with structural slabs of the conventional precast type and the other with ribbed slab. Also measurements were made on the field in multi-floor building, constructed with precast slab lattice. The simulation of the tests was with the application of new coatings (wood laminate, extra fine porcelain tile or ceramic) on original ceramic floor. The wood laminate was tested as a new floor with different resilient materials between it and the original ceramic floor: the original laminate supplier's blanket and the commercial acoustic mat produced with recyclable PET bottle material. Floor systems of tested floor resulted in a maximum increase of only 1.6 cm in total thickness. The extra fine porcelain tile or the ceramic on the original floor were used without any resilient material between them. The extra fine porcelain or ceramic on the original floor were used without any resilient material between them. From the results obtained with the original ceramic floor, whose weighted standard impact sound pressure level ( $L'_{nT,w}$ ) was equal to 81 dB (conventional preformed slab in the laboratory), 79 dB (laboratory ribbed slab) and 78 dB (pre-cast lattice in the field), a 25 dB reduction was observed in the  $L'_{nT,w}$ , when the commercial acoustic and wooden laminate was used as a new floor for both laboratory tests with the two types of slab, and 28 dB reduction in the field test. The performance range of each original floor was changed differently, when compared to the respective new floor systems on original floor. The highlight was the change from minimum to higher performance in the field test, in which a blanket was used between the wood laminate and the original ceramic floor. When the extra-fine porcelain tile floor was used on the original floor, tested only in the laboratory the performance change was for intermediate. With the ceramic flooring on the original floor, also tested only in the laboratory, the reduction of the  $L'_{nT,w}$  was so low that it maintained the same minimum performance of the floor system. Based on the results, it can be stated that the idea of implementing a new coating on the original floor has the potential to correct floor impact noise problems between overlapping buildings. The systems, tested using resilient materials between the wood laminate and the original ceramic floor, stand out as those with better acoustic isolation to impact noise, with small increase in the final thickness of the system.

**Keywords:** impact noise, sound insulation, type of coating.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Comparativo dos valores de nível de pressão sonora de impacto padronizado ponderado para o desempenho mínimo entre Brasil e alguns países. .... | 27 |
| Figura 2 - Fluxograma das etapas dos ensaios.....                                                                                                          | 32 |
| Figura 3 – Câmaras acústicas (1 – na frente; 2 – ao fundo) onde foram realizados os ensaios simplificados. ....                                            | 32 |
| Figura 4 - Laje pré-moldada da câmara 1. ....                                                                                                              | 33 |
| Figura 5 - Laje nervurada da câmara 2. ....                                                                                                                | 33 |
| Figura 6 - Planta baixa das câmaras com laje pré-moldada convencional. ....                                                                                | 34 |
| Figura 7 - Cortes das câmaras com laje pré-moldada convencional - câmara 1. ....                                                                           | 34 |
| Figura 8 - Cortes da câmara com laje nervurada - câmara 2. ....                                                                                            | 35 |
| Figura 9 - Edifício onde foi realizado o ensaio em campo. ....                                                                                             | 35 |
| Figura 10 - Planta baixa do apartamento - ensaio em campo. ....                                                                                            | 36 |
| Figura 11 - Planta baixa do quarto (câmaras de emissão e recepção) onde se realizou o ensaio em campo. ....                                                | 37 |
| Figura 12 – Vista em corte no quarto (ambientes de emissão e recepção) onde foi realizado o ensaio em campo. ....                                          | 38 |
| Figura 13 - Detalhe do forro de gesso no quarto (câmaras de emissão e recepção) onde foi realizado o ensaio em campo. ....                                 | 38 |
| Figura 14 - Piso original para ensaio simplificado – PO. ....                                                                                              | 40 |
| Figura 15 - Piso laminado de madeira com manta original sobre piso original cerâmico para ensaio simplificado – LaMoCe. ....                               | 40 |
| Figura 16 - Piso laminado de madeira com manta acústica sobre piso original cerâmico para ensaio simplificado – LaMacCe. ....                              | 41 |
| Figura 17 - Novo piso de cerâmica sobre o piso original de cerâmica para ensaio simplificado – CeCe.....                                                   | 42 |
| Figura 18 - Novo piso de porcelanato sobre o piso original de cerâmica para ensaio simplificado – PorCe.....                                               | 42 |
| Figura 19 - Piso original de cerâmica no quarto onde foi realizado o ensaio em campo – POCamp.....                                                         | 43 |
| Figura 20 - Manta original e novo piso laminado de madeira sobre piso original de cerâmica em campo – LaMoCeCamp. ....                                     | 44 |

|                                                                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 21 - Manta acústica e novo piso laminado de madeira sobre piso original de cerâmica em campo – LaMacCeCamp. ....                                             | 45  |
| Figura 22 - Abertura de 1cm na janela da câmara de recepção do ensaio realizado em campo.....                                                                       | 45  |
| Figura 23 - Rodapé do laminado de madeira apenas apoiado sobre o piso e a parede. ....                                                                              | 46  |
| Figura 24 - Medidor de nível sonoro portátil - analisador acústico tipo 2270 da marca Brüel & Kjær.....                                                             | 47  |
| Figura 25 - Gerador de ruído - tipo 3207 da marca Bruel Kja&r. ....                                                                                                 | 47  |
| Figura 26 - Esquema da disposição das câmaras de emissão e recepção. ....                                                                                           | 48  |
| Figura 27 - Quatro posições da máquina de impacto. ....                                                                                                             | 48  |
| Figura 28 - Quatro posições do microfone. ....                                                                                                                      | 49  |
| Figura 29 - Equipamentos para o ensaio do Tempo de Reverberação. ....                                                                                               | 50  |
| Figura 30 - Três posições do microfone na câmara de recepção. ....                                                                                                  | 51  |
| Figura 31- Confrontação da curva padrão e da curva do ensaio da amostra PO na câmara 02 (laje nervurada) do laboratório. ....                                       | 54  |
| Figura 32 - Níveis de pressão sonora padronizados ( $L'_{nT}$ ) de todos os sistemas de piso ensaiados nos três ambientes. ....                                     | 59  |
| Figura 33 - Níveis de pressão sonora padronizados ( $L'_{nT}$ ) de todos os sistemas de piso na câmara 01 do laboratório - laje pré-moldada convencional.....       | 59  |
| Figura 34 - Níveis de pressão sonora padronizados ( $L'_{nT}$ ) de todos os sistemas de piso na câmara 02 do laboratório - laje nervurada. ....                     | 60  |
| Figura 35 - Níveis de pressão sonora padronizados ( $L'_{nT}$ ) de todos os sistemas de piso em campo - laje pré-moldada treliçada. ....                            | 60  |
| Figura 36 - Comparativo entre os níveis de pressão sonora padrão ponderado ( $L'_{nT,w}$ ) de todos os sistemas de pisos com a Norma NBR 15575-3 (ABNT, 2013). .... | 68  |
| Figura 37- Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra PO na câmara com laje pré-moldada convencional. ....                        | 129 |
| Figura 38 - Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra PO na câmara com laje nervurada.....                                       | 130 |
| Figura 39 - Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra LaMoCe na câmara com laje pré-moldada convencional. ....                   | 131 |
| Figura 40 - Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra LaMoCe na câmara com laje nervurada. ....                                  | 132 |

|                                                                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 41 - Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra LaMacCe na câmara com laje pré-moldada.....            | 133 |
| Figura 42 - Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra LaMacCe na câmara com laje nervurada.....              | 134 |
| Figura 43 - Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a PorCe na câmara com laje pré-moldada convencional. ....        | 135 |
| Figura 44 - Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra PorCe na câmara com laje nervurada.....                | 136 |
| Figura 45 - Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra CeCe na câmara com laje pré-moldada convencional. .... | 137 |
| Figura 46 - Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra CeCe na câmara com laje nervurada.....                 | 138 |
| Figura 47 - Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra POCamp.....                                            | 139 |
| Figura 48 - Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra LaMoCeCamp.....                                        | 140 |
| Figura 49- Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra LaMacCeCamp.....                                        | 141 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 - Nível de pressão sonora de impacto padrão ponderado ( $L'_{nT,w}$ ) e critérios recomendados pela norma brasileira. ....       | 26 |
| Tabela 2 - Valores de referência para ruído de impacto.....                                                                               | 52 |
| Tabela 3 - Níveis de ruído de impacto padronizado para a amostra PO na câmara 02 (laje nervurada) do laboratório.....                     | 53 |
| Tabela 4 - Resultados das médias dos níveis de ruído de impacto ( $L_i$ ) para cada sistema de piso.....                                  | 55 |
| Tabela 5 - Média do tempo de reverberação de cada câmara de recepção. ....                                                                | 57 |
| Tabela 6 - Níveis de pressões sonoras padronizadas ( $L'_{nT}$ ) dos sistemas de pisos.....                                               | 58 |
| Tabela 7 - Comparativo entre os sistemas de pisos.....                                                                                    | 61 |
| Tabela 8 - Comparativo dos ensaios realizados em campo e laboratório - câmara 01.....                                                     | 65 |
| Tabela 9 - Custo unitário por $m^2$ para a aplicação do novo revestimento sobre piso original - material e mão de obra. ....              | 70 |
| Tabela 10 - Níveis de ruído de impacto ( $L_i$ ) da amostra PO na laje pré-moldada convencional .....                                     | 78 |
| Tabela 11 - Níveis de ruído de impacto ( $L_i$ ) da amostra PO na laje pré-moldada convencional .....                                     | 78 |
| Tabela 12 - Níveis de ruído de impacto ( $L_i$ ) da amostra PO na laje pré-moldada convencional .....                                     | 79 |
| Tabela 13 - Níveis de ruído de impacto ( $L_i$ ) da amostra PO na laje pré-moldada convencional .....                                     | 79 |
| Tabela 14 - Níveis de ruído de impacto ( $L_i$ ) da amostra PO na laje pré-moldada convencional .....                                     | 80 |
| Tabela 15 - Correção da Média do Ruído de Impacto ( $L_i$ ) através do Ruído de Fundo da amostra PO na laje pré-moldada convencional..... | 80 |
| Tabela 16 - Níveis de ruído de impacto ( $L_i$ ) da amostra PO na laje nervurada .....                                                    | 81 |
| Tabela 17 - Níveis de ruído de impacto ( $L_i$ ) da amostra PO na laje nervurada .....                                                    | 81 |
| Tabela 18 - Níveis de ruído de impacto ( $L_i$ ) da amostra PO na laje nervurada .....                                                    | 82 |
| Tabela 19- Níveis de ruído de impacto ( $L_i$ ) da amostra PO na laje nervurada .....                                                     | 82 |
| Tabela 20 - Níveis de ruído de impacto ( $L_i$ ) da amostra PO na laje nervurada .....                                                    | 83 |

|                                                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 21 - Correção da Média do Ruído de Impacto (Li) através do Ruído de Fundo da amostra PO na laje nervurada.....                   | 83 |
| Tabela 22- Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMoCe na laje pré-moldada .....                                                  | 84 |
| Tabela 23 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMoCe na laje pré-moldada .....                                                 | 84 |
| Tabela 24 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMoCe na laje pré-moldada .....                                                 | 85 |
| Tabela 25 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMoCe na laje pré-moldada .....                                                 | 85 |
| Tabela 26 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMoCe na laje pré-moldada .....                                                 | 86 |
| Tabela 27 - Correção da Média do Ruído de Impacto (Li) através do Ruído de Fundo da amostra LaMoCe na câmara com laje pré-moldada.....  | 86 |
| Tabela 28 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMoCe na laje nervurada .....                                                   | 87 |
| Tabela 29 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMoCe na laje nervurada .....                                                   | 87 |
| Tabela 30 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMoCe na laje nervurada .....                                                   | 88 |
| Tabela 31 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMoCe na laje nervurada .....                                                   | 88 |
| Tabela 32 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMoCe na laje nervurada .....                                                   | 89 |
| Tabela 33 - Correção da Média do Ruído de Impacto (Li) através do Ruído de Fundo da amostra LaMoCe na câmara com laje nervurada.....    | 89 |
| Tabela 34 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMacCe na laje pré-moldada.....                                                 | 90 |
| Tabela 35 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMacCe na laje pré-moldada.....                                                 | 90 |
| Tabela 36 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMacCe na laje pré-moldada .....                                                | 91 |
| Tabela 37 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMacCe na laje pré-moldada .....                                                | 91 |
| Tabela 38 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMacCe na laje pré-moldada .....                                                | 92 |
| Tabela 39 - Correção da Média do Ruído de Impacto (Li) através do Ruído de Fundo da amostra LaMacCe na câmara com laje pré-moldada..... | 92 |
| Tabela 40 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMacCe na laje nervurada .....                                                  | 93 |
| Tabela 41 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMacCe na laje nervurada .....                                                  | 93 |
| Tabela 42 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMacCe na laje nervurada .....                                                  | 94 |
| Tabela 43 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMacCe na laje nervurada .....                                                  | 94 |
| Tabela 44 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMacCe na laje nervurada .....                                                  | 95 |
| Tabela 45 - Correção da Média do Ruído de Impacto (Li) através do Ruído de Fundo da amostra LaMacCe na câmara com laje nervurada.....   | 95 |
| Tabela 46 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra PorCe na laje pré-moldada .....                                                  | 96 |

|                                                                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 47 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra PorCe na laje pré-moldada .....                                                 | 96  |
| Tabela 48 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra PorCe na laje pré-moldada .....                                                 | 97  |
| Tabela 49 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra PorCe na laje pré-moldada .....                                                 | 97  |
| Tabela 50 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra PorCe na laje pré-moldada .....                                                 | 98  |
| Tabela 51 - Correção da Média do Ruído de Impacto (Li) através do Ruído de Fundo da amostra PorCe na câmara com laje pré-moldada. .... | 98  |
| Tabela 52 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra PorCe na laje nervurada .....                                                   | 99  |
| Tabela 53 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra PorCe na laje nervurada .....                                                   | 99  |
| Tabela 54 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra PorCe na laje nervurada .....                                                   | 100 |
| Tabela 55 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra PorCe na laje nervurada.....                                                    | 100 |
| Tabela 56 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra PorCe na laje nervurada.....                                                    | 101 |
| Tabela 57 - Correção da Média do Ruído de Impacto (Li) através do Ruído de Fundo da amostra PorCe na câmara com laje nervurada.....    | 101 |
| Tabela 58 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra CeCe na laje pré-moldada.....                                                   | 102 |
| Tabela 59 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra CeCe na laje pré-moldada.....                                                   | 102 |
| Tabela 60 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra CeCe na laje pré-moldada .....                                                  | 103 |
| Tabela 61 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra CeCe na laje pré-moldada .....                                                  | 103 |
| Tabela 62 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra CeCe na laje pré-moldada .....                                                  | 104 |
| Tabela 63 - Correção da Média do Ruído de Impacto (Li) através do Ruído de Fundo da amostra CeCe na câmara com laje pré-moldada. ....  | 104 |
| Tabela 64 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra CeCe na laje nervurada .....                                                    | 105 |
| Tabela 65 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra CeCe na laje nervurada .....                                                    | 105 |
| Tabela 66 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra CeCe na laje nervurada .....                                                    | 106 |
| Tabela 67 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra CeCe na laje nervurada.....                                                     | 106 |
| Tabela 68 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra CeCe na laje nervurada.....                                                     | 107 |
| Tabela 69 - Correção da Média do Ruído de Impacto (Li) através do Ruído de Fundo da amostra CeCe na câmara com laje nervurada. ....    | 107 |
| Tabela 70 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra POCamp .....                                                                    | 108 |
| Tabela 71 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra POCamp .....                                                                    | 108 |
| Tabela 72 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra POCamp .....                                                                    | 109 |

|                                                                                                                                                      |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 73 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra POCamp .....                                                                                  | 109 |
| Tabela 74 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra POCamp .....                                                                                  | 110 |
| Tabela 75 - Correção da Média do Ruído de Impacto (Li) através do Ruído de Fundo da amostra POCamp. ....                                             | 110 |
| Tabela 76 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMoCeCamp .....                                                                              | 111 |
| Tabela 77 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMoCeCamp .....                                                                              | 111 |
| Tabela 78 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMoCeCamp .....                                                                              | 112 |
| Tabela 79 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMoCeCamp .....                                                                              | 112 |
| Tabela 80 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMoCeCamp .....                                                                              | 113 |
| Tabela 81 - Correção da Média do Ruído de Impacto (Li) através do Ruído de Fundo da amostra LaMoCeCamp. ....                                         | 113 |
| Tabela 82 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMacCeCamp .....                                                                             | 114 |
| Tabela 83 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMacCeCamp .....                                                                             | 114 |
| Tabela 84 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMacCeCamp .....                                                                             | 115 |
| Tabela 85 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMacCeCamp .....                                                                             | 115 |
| Tabela 86 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMacCeCamp .....                                                                             | 116 |
| Tabela 87 - Correção da Média do Ruído de Impacto (Li) através do Ruído de Fundo da amostra LaMacCeCamp. ....                                        | 116 |
| Tabela 88 - Tempo de reverberação da câmara 01 do laboratório (laje pré-moldada convencional) na posição 01 do microfone. ....                       | 117 |
| Tabela 89 - Tempo de reverberação da câmara 01 do laboratório (laje pré-moldada convencional) na posição 02 do microfone. ....                       | 118 |
| Tabela 90 - Tempo de reverberação da câmara 01 do laboratório (laje pré-moldada convencional) na posição 03 do microfone. ....                       | 119 |
| Tabela 91 – Média do tempo de reverberação da câmara 01 do laboratório (laje pré-moldada convencional) dos microfones nas posições 01, 02 e 03. .... | 120 |
| Tabela 92 - Tempo de reverberação da câmara 02 do laboratório (laje nervurada) na posição 01 do microfone. ....                                      | 121 |
| Tabela 93 - Tempo de reverberação da câmara 02 do laboratório (laje nervurada) na posição 02 do microfone. ....                                      | 122 |
| Tabela 94 - Tempo de reverberação da câmara 02 do laboratório (laje nervurada) na posição 03 do microfone. ....                                      | 123 |

|                                                                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 95 - Média do tempo de reverberação da câmara 02 do laboratório (laje nervurada) dos microfones nas posições 01, 02 e 03. .... | 124 |
| Tabela 96 - Tempo de reverberação em campo (laje pré-moldada treliçada) na posição 01 do microfone. ....                              | 125 |
| Tabela 97 - Tempo de reverberação em campo (laje pré-moldada treliçada) na posição 02 do microfone. ....                              | 126 |
| Tabela 98 - Tempo de reverberação em campo (laje pré-moldada treliçada) na posição 03 do microfone. ....                              | 127 |
| Tabela 99 - Média do tempo de reverberação em campo (laje pré-moldada treliçada) dos microfones nas posições 01, 02 e 03. ....        | 128 |
| Tabela 100 - Número global ( $L'_{nT,w}$ ) da amostra PO na câmara com laje pré-moldada convencional. ....                            | 129 |
| Tabela 101 - Número global ( $L'_{nT,w}$ ) da amostra PO na câmara com laje nervurada. ....                                           | 130 |
| Tabela 102 - Número global ( $L'_{nT,w}$ ) da amostra LaMoCe na câmara com laje pré-moldada convencional. ....                        | 131 |
| Tabela 103 - Número global ( $L'_{nT,w}$ ) da amostra LaMoCe na câmara com laje nervurada. ....                                       | 132 |
| Tabela 104 - Número global ( $L'_{nT,w}$ ) da amostra LaMacCe na câmara com laje pré-moldada. ....                                    | 133 |
| Tabela 105 - Número global ( $L'_{nT,w}$ ) da amostra LaMacCe na câmara com laje nervurada. ....                                      | 134 |
| Tabela 106 - Número global ( $L'_{nT,w}$ ) da amostra PorCe na câmara com laje pré-moldada convencional. ....                         | 135 |
| Tabela 107 - Número global ( $L'_{nT,w}$ ) da amostra PorCe na câmara com laje nervurada. ....                                        | 136 |
| Tabela 108 - Número global ( $L'_{nT,w}$ ) da amostra CeCe na câmara com laje pré-moldada convencional. ....                          | 137 |
| Tabela 109 - Número global ( $L'_{nT,w}$ ) da amostra CeCe na câmara com laje nervurada. ....                                         | 138 |
| Tabela 110 - Número global ( $L'_{nT,w}$ ) da amostra POCamp. ....                                                                    | 139 |
| Tabela 111 - Número global ( $L'_{nT,w}$ ) da amostra LaMoCeCamp. ....                                                                | 140 |
| Tabela 112 - Número global ( $L'_{nT,w}$ ) da amostra LaMacCeCamp. ....                                                               | 141 |

## LISTA DE SIGLAS

|                               |                                                                                                             |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ABNT</b>                   | Associação Brasileira de Normas Técnicas                                                                    |
| <b>CeCe</b>                   | Novo piso de cerâmica sobre o piso original de cerâmica                                                     |
| <b>CT</b>                     | Centro de Tecnologia                                                                                        |
| <b>dB</b>                     | Decibel                                                                                                     |
| <b>EVA</b>                    | Etileno Acetato de Vinila                                                                                   |
| <b>Hz</b>                     | Hertz                                                                                                       |
| <b>ISO</b>                    | Organização Internacional para Padronização                                                                 |
| <b>LABEME</b>                 | Laboratório de Ensaio de Materiais e Estruturas                                                             |
| <b>LaTA</b>                   | Laboratório de Termo-acústica                                                                               |
| <b>LaMacCe</b>                | Piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica                                            |
| <b>LaMacCeCamp</b>            | Piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica em campo                                   |
| <b>LaMoCe</b>                 | Piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica                                            |
| <b>LaMoCeCamp</b>             | Piso laminado de madeira com manta original sobre piso original de cerâmica em campo                        |
| <b>Li</b>                     | Nível de Pressão Sonora de Impacto ou Nível de Ruído de Impacto                                             |
| <b><math>L'_{nT}</math></b>   | Nível de Pressão Sonora de Impacto Padronizado ou Nível de Ruído de Impacto Padronizado                     |
| <b><math>L'_{nT,w}</math></b> | Nível de Pressão Sonora de Impacto Padronizado Ponderado ou Nível de Ruído de Impacto Padronizado Ponderado |
| <b>NBR</b>                    | Norma Brasileira                                                                                            |
| <b>NIS</b>                    | Nível de Intensidade Sonora                                                                                 |
| <b>NPS</b>                    | Nível de Pressão Sonora                                                                                     |
| <b>PET</b>                    | Polietileno tereftalato                                                                                     |
| <b>PO</b>                     | Piso original de cerâmica                                                                                   |
| <b>POCamp</b>                 | Piso original de cerâmica em campo                                                                          |
| <b>PorCe</b>                  | Novo piso de porcelanato sobre o piso original de cerâmica                                                  |
| <b>TR</b>                     | Tempo de Reverberação                                                                                       |
| <b>UFPB</b>                   | Universidade Federal da Paraíba                                                                             |
| <b>UFSM</b>                   | Universidade de Santa Maria                                                                                 |

## SUMÁRIO

|                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| INTRODUÇÃO .....                                                                                                          | 18 |
| Objetivo Geral: .....                                                                                                     | 20 |
| Objetivos Específicos: .....                                                                                              | 20 |
| CAPÍTULO 1.....                                                                                                           | 21 |
| 1- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....                                                                                            | 21 |
| 1.1 CONCEITUAÇÃO .....                                                                                                    | 21 |
| 1.2 - DESEMPENHO ACÚSTICO EM SISTEMAS DE PISOS.....                                                                       | 22 |
| 1.4 - PARÂMETROS ACÚSTICOS NORMATIZADOS .....                                                                             | 25 |
| 1.5- ESTUDOS REALIZADOS SOBRE ISOLAMENTO DE RUÍDO .....                                                                   | 27 |
| CAPÍTULO 2.....                                                                                                           | 31 |
| 2- PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....                                                                                      | 31 |
| 2.1 – LOCAIS DO ESTUDO .....                                                                                              | 32 |
| 2.1.1 – Ensaio de ruído de impacto no piso em ambiente no Laboratório .....                                               | 32 |
| 2.1.2 – Ensaio de ruído de impacto no piso em Campo – edifício residencial .....                                          | 35 |
| 2.2- MATERIAIS UTILIZADOS SOBRE O PISO ORIGINAL PARA ATENUAR O RUÍDO DE IMPACTO .....                                     | 39 |
| 2.2.1 – Ensaio realizados no laboratório.....                                                                             | 39 |
| 2.2.1.1 – Ensaio simplificado com sistema de Piso original cerâmico (PO) .....                                            | 39 |
| 2.2.1.2 – Ensaio simplificado com sistema de piso laminado e manta original sobre o piso original cerâmico (LaMoCe) ..... | 40 |
| 2.2.1.4 – Ensaio simplificado com sistema de piso cerâmico sobre o piso original cerâmico (CeCe).....                     | 41 |
| 2.2.1.5 – Ensaio simplificado com sistema de piso porcelanato sobre o piso original cerâmico (PorCe).....                 | 42 |
| 2.2.2 – Ensaio realizados em campo – edifício residencial.....                                                            | 43 |
| 2.2.2.1 – Ensaio realizado com sistema de piso original de cerâmica em campo (POCamp).....                                | 43 |

|                                                                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.2.2.2 – Ensaio realizado com sistema de piso laminado de madeira com manta original sobre piso original de cerâmica em campo (LaMoCeCamp) ..... | 44  |
| 2.2.2.3 – Ensaio realizado com sistema de piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica em campo (LaMacCeCamp) .....           | 44  |
| 2.2.2.4 – Observações sobre os ensaios realizados em campo .....                                                                                  | 45  |
| 2.3 – PROCEDIMENTOS DOS ENSAIOS .....                                                                                                             | 46  |
| 2.3.1 – Ruído de Impacto .....                                                                                                                    | 46  |
| 2.3.2 – Ruído de Fundo .....                                                                                                                      | 49  |
| 2.3.3 – Tempo de Reverberação (TR) .....                                                                                                          | 50  |
| 2.3.4 - Tratamento dos resultados obtidos .....                                                                                                   | 51  |
| CAPÍTULO 3.....                                                                                                                                   | 55  |
| 3- RESULTADOS E DISCUSSÕES .....                                                                                                                  | 55  |
| 3.1- Processamentos dos dados obtidos nos ensaios de ruído de impacto.....                                                                        | 55  |
| 3.2 – Análise dos resultados obtidos com sistemas de novo piso sobre piso original .....                                                          | 61  |
| 3.2.1 – Novo piso laminado de madeira sobre piso cerâmico original.....                                                                           | 61  |
| 3.2.2 - Novo piso cerâmico sobre piso cerâmico original.....                                                                                      | 62  |
| 3.2.3 – Novo piso porcelanato extra fino sobre piso cerâmico original .....                                                                       | 63  |
| 3.2.4 – Comparação entre as amostras em diversas condições de ensaios.....                                                                        | 63  |
| 4- CONCLUSÕES .....                                                                                                                               | 71  |
| Recomendações para pesquisas futuras sobre o isolamento do ruído de impacto entre pisos de unidades habitacionais sobrepostas: .....              | 73  |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                                                                                                  | 74  |
| APÊNDICE A - RESULTADOS DOS ENSAIOS DOS NÍVEIS DE RUÍDO DE IMPACTO (Li) .....                                                                     | 78  |
| APÊNDICE B - RESULTADOS DOS ENSAIOS DO TEMPO DE REVERBERAÇÃO (TR) .....                                                                           | 117 |
| APÊNDICE C - RESULTADOS DOS NÚMEROS GLOBAIS ( $L'_{nT,w}$ ) .....                                                                                 | 129 |

## INTRODUÇÃO

A procura por moradias nos últimos anos ocasionou a crescente verticalização das cidades. Esse crescimento pode acarretar em uma perda no desempenho técnico e na qualidade das edificações. Devido a esse fator, entrou em vigor no ano de 2013 a Norma NBR 15575 (ABNT, 2013), conhecida popularmente como “Normas de Desempenho”, a qual é estabelecida buscando atender às exigências dos usuários, referindo-se a sistemas que compõem edificações habitacionais, independentemente do sistema construtivo utilizado e dos materiais constituintes.

Um dos problemas que ocorrem nos edifícios verticais de múltiplos pavimentos é o ruído causado pelo impacto de objetos no sistema de piso (ruído estrutural) causando vibrações que podem ser transmitidas ao andar inferior através da laje e das paredes.

Sabendo que o elevado nível do ruído causa irritabilidade e intervenção no sono e no aprendizado, pode-se afirmar que o mesmo está diretamente ligado à saúde humana. A exposição ao ruído por tempo elevado pode causar estresse e hipertensão nos habitantes. O isolamento do ruído de impacto em pisos de edificações de múltiplos pavimentos é de grande importância para assegurar as mínimas condições de habitabilidade e salubridade nas edificações.

A Norma NBR 15575-3 (ABNT, 2013) trata do desempenho do sistema de pisos, destinados para área de uso privativo ou de uso comum, para obras executadas a partir do ano de 2013. Durante a execução da obra é possível planejar e executar um isolamento acústico no sistema de piso entre as unidades para isolar o nível de pressão sonora do impacto de objetos no piso, como por exemplo, a inserção de um piso flutuante que utiliza material resiliente entre a laje e o contra piso. O estudo dessa pesquisa é direcionado para os edifícios verticais de múltiplos pavimentos com o sistema construtivo de laje nervurada ou pré-moldada, executados ou não antes do ano de 2013, que não tenham nenhuma estratégia executada para redução de ruído de impacto no sistema de piso e que já estejam habitados pelos seus proprietários.

Atualmente, uma prática que está sendo cada vez mais utilizada em obras de reformas é o assentamento de um novo revestimento sobre o piso já existente, visto que se trata de uma obra menos onerosa e com menor transtorno construtivo. Sabendo que o mercado oferece opções de materiais com pequena espessura (porcelanato extrafino), para se obter o menor impacto na espessura final do piso, e aproveitando-se dessa prática de reforma, comum em edifícios existentes antes da vigência da Norma NBR 15575 (ABNT, 2013), pode-se incorporar correções ao problema de ruído de impacto no piso. Essa técnica pode se transformar em uma interessante alternativa para isolamento dos ruídos de impacto

entre pisos para melhorar o conforto acústico daqueles casos de edificações que não são atingidas pela obrigatoriedade em respeitar os requisitos da Norma NBR 15575 (ABNT, 2013). Também pode ser uma ideia interessante para os edifícios construídos na vigência da Norma NBR 15575 (ABNT, 2013), quando se pretende reduzir os ruídos de impacto no piso de unidades adjacentes, de modo a melhorar o nível de conforto acústico e alterar o enquadramento na faixa de desempenho (mínimo, intermediário e superior) previsto nessa norma.

Assim, a possibilidade de correção dos níveis de ruído de impacto no sistema de piso com a aplicação de um novo revestimento (com ou sem material resiliente) sobre o piso já existente, constitui-se em uma ideia interessante para resolver problemas só diagnosticados após a conclusão e a entrega das obras pela empresa construtora.

## OBJETIVOS

### Objetivo Geral:

Avaliar o isolamento do ruído de impacto entrepisos através da aplicação de novo revestimento sobre o piso original, com vistas ao atendimento dos requisitos da Norma NBR 15575-3 (ABNT, 2013).

### Objetivos Específicos:

1. Comparar o isolamento do ruído de impacto no piso através da aplicação de novo revestimento sobre o piso original com e sem a utilização de material resiliente;
2. Avaliar o potencial ganho no isolamento de ruídos de impacto entre sistemas de piso, considerando quatro fatores principais para a escolha do revestimento sobreposto: desempenho acústico, custo, estética e o menor impacto na espessura do piso;
3. Verificar o isolamento acústico das alternativas de sistema de piso a partir de revestimentos do tipo cerâmico, laminado de madeira e porcelanato extrafino;
4. Analisar as soluções alternativas propostas a partir de ensaios realizados em campo (laje pré-moldada treliçada) e ensaios simplificados realizados em laboratório em câmaras acústicas com laje nervurada e com laje pré-moldada convencional;
5. Determinar o potencial isolante sonoro das alternativas propostas, enquadrando-as como método alternativo, de menor custo e transtorno construtivo para isolar o ruído causado pelo impacto de objetos no sistema de piso em edificações de múltiplos pavimentos prontas e habitadas, considerando os valores normativos de desempenho previstos na Norma NBR 15575-3 (ABNT, 2013).

## CAPÍTULO 1

### 1- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 1.1 CONCEITUAÇÃO

Os ruídos podem ser classificados como ruído aéreo e ruído estrutural. Como exemplo do ruído aéreo tem-se o som gerado por automóveis, máquinas, conversa humana, entre outros. O ruído estrutural é aquele causado por vibrações nos elementos da edificação (pisos, paredes, cobertas etc). Como exemplo do impacto estrutural tem-se o impacto em pisos, ruído hidráulico, motores, entre outros.

Os impactos são vibrações que se difundem pelas estruturas e quando geradas nos pisos, principalmente nos mais rígidos, as vibrações tendem a se propagar nos elementos intrínsecos ao piso. Assim, o isolamento das vibrações se faz mais eficaz com o uso de materiais capazes de reduzir esta energia (HOPKINS, 2012).

Nos últimos anos, as grandes cidades apresentaram um crescimento na densidade demográfica, o que ocasionou o despertar para a verticalização das edificações, para obter-se o máximo aproveitamento de área urbana possível. Juntamente com esse crescimento populacional e modificação na tipologia dos projetos arquitetônicos ocorreu a redução dos gastos na produção das edificações, o que ocasionou em uma perda no desempenho técnico e na qualidade das construções, como lajes e paredes com espessuras menores. Elementos estruturais mais leves e menos densos ocasionam o aumento da transmissão do ruído entre ambientes, opondo-se assim ao bem-estar dos habitantes.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), os ruídos são os maiores responsáveis por problemas de saúde da população.

Martins et al. (2004) realizou uma pesquisa sobre conforto acústico nas edificações de Goiânia. Foram entrevistados moradores de cento e dez apartamentos. Os resultados indicaram que 73,40% consideraram a acústica péssima, ruim ou regular, 26,60% considerou boa e nenhum classificou como ótima. Também foi analisado que 47,68% da insatisfação está relacionada aos ruídos do pavimento superior, 34,44% relacionam-se com barulhos externos e 12,58% são dos vizinhos laterais. Concluiu-se assim, que os moradores estão insatisfeitos com conforto acústico das edificações.

Em 2013 foi elaborada a Norma Brasileira NBR 15575 (ABNT, 2013), conhecida popularmente como “Norma de Desempenho”, buscando atender às exigências dos usuários, referindo-se a sistemas que compõem edificações habitacionais,

independentemente dos seus materiais constituintes e do sistema construtivo utilizado.

A NBR 15575 (ABNT, 2013) foi dividida em seis partes para atender a todos os sistemas construtivos, sendo a parte 3 referente aos sistemas de pisos. A parte 3 da NBR 15575 (ABNT, 2013) foi subdividida em 12 itens, como desempenho estrutural, segurança ao fogo, segurança, estanqueidade, desempenho térmico etc, ficando o desempenho acústico como o item que iremos abordar nesse estudo. A parte do desempenho acústico nos sistemas de piso foi a que mais impactou na construção civil, visto que muitos construtores buscaram laudos técnicos para verificar se se enquadravam ou não nos requisitos da Norma.

A norma de desempenho classifica os sistemas de piso de unidades habitacionais sobrepostas de acordo com os níveis de pressão sonora de impacto ponderado ( $L'_{nT,w}$ ), valor global, em decibéis, que classifica a amostra na frequência de 500 Hz na curva padrão, conforme indica a norma ISO 717-2:2013. O desempenho mínimo (M), pior desempenho, classifica os sistemas de pisos com  $L'_{nT,w}$  entre 66 e 80 dB. O desempenho intermediário (I) classifica o sistema de piso com  $L'_{nT,w}$  entre 56 e 65 dB e se  $L'_{nT,w}$  for menor ou igual a 55 dB, o sistema de piso será classificado como desempenho superior (S), melhor desempenho. Quanto maior o nível de pressão sonora pior é o isolamento acústico do sistema.

## 1.2 - DESEMPENHO ACÚSTICO EM SISTEMAS DE PISOS

As fontes de ruído de impacto em pisos possuem diversas origens, como exemplo tem-se o caminhar com salto alto, pessoas pulando, queda de objetos, entre outros. “Algumas destas fontes de impacto geram impulsos devido à queda de massa, e outras geram sinais contínuos” (HOPKINS, 2012).

As superfícies das edificações trabalham como amplificadores dos sons gerados por vibração. O impacto ou a vibração pode não gerar ruídos individualmente, mas se a fonte estiver conectada a uma parede, por exemplo, o ruído é amplificado devido à vibração produzida na parede (MEHTA, 1999).

Edifícios de múltiplos pavimentos com estruturas leves, como por exemplo, as lajes de espessura pequena e lajes de madeira, são fontes de reclamações devido a vibrações de pisos. Segundo Bistafa (2006): “Isto ocorre porque se trata de uma eficiente excitação por contato, em que a laje se torna um irradiador de energia sonora em ampla faixa de frequências, devido ao movimento vibratório induzido pela excitação localizada”.

Os sistemas de pisos são formados essencialmente por lajes, contrapisos, revestimentos distintos e forros, possuindo dimensões e características diferentes. Esse sistema construtivo recebe o impacto direto produzido pelos usuários, assim, os sistemas de pisos estão diretamente ligados a um problema de ruído de impacto. Esses ruídos podem ser amenizados utilizando elementos que atenuem a transmissão da energia sonora de um andar para o outro.

No estudo de Simões (2011), ele afirma que para os mesmos materiais utilizados, a relação do isolamento acústico está diretamente proporcional à espessura final dos sistemas de piso (laje, contrapiso e revestimento). Assim, é possível fazer o isolamento acústico entre pisos de habitações sobrepostas dimensionando corretamente o sistema de piso. Hassan (2009) atesta que quanto mais espessa a laje, menor é o ruído de impacto transmitido para o andar adjacente, sendo essa uma solução negativa com relação aos custos.

Segundo Recuero e Gil (1993), o ruído originado por impacto, ou de estruturas submetidas à vibrações, pode ser sentido como resultado de ação sobre as próprias paredes que se transformam em um irradiador do som ou por vibrações provocadas sobre o solo e que se transmitem a todas as partes da estrutura.

Kimura e Inoue (1989) afirmam que a composição dos elementos estruturais, como a rigidez do concreto utilizado, influencia na variação do ruído causado pelo impacto no piso.

Oliveira; Zini; Pagnussat (2014) propõem que alguns elementos leves (sem função estrutural) que são utilizados em lajes, como blocos cerâmicos e blocos de concreto celular, para compor o sistema de pisos, possuem pouca eficiência na atenuação do ruído de impacto, sendo necessária a utilização de mantas acústicas e contrapiso na dimensão correta para proporcionar o isolamento de ruído ideal.

Hopkins (2014) também afirma que lajes no sistema vigota com blocos cerâmicos vazados (lajes pré-moldadas) não possuem o mesmo isolamento acústico quando comparadas com a laje maciça - mesmo cumprindo corretamente a função estrutural.

Patrício (2001) reforça afirmando que, para uma densidade superficial semelhante, a laje mais heterogênea (vigota) apresenta significantes diferenças na transmissão do ruído de impacto pelos flancos quando comparada a uma laje homogênea (maciça). Concluindo que a transmissão por flancos diminui o isolamento ao ruído de impacto nos sistemas de piso. Para amenizar essa transmissão, pode-se fazer acabamentos nos flancos entre as paredes (acima ou abaixo da laje).

A redução do ruído de impacto em pisos está associada à densidade superficial do contrapiso, à rigidez dinâmica e à espessura da base. Sendo assim, para atingir o conforto acústico é fundamental que o

sistema de piso esteja projetado para amortecer os ruídos de impacto e isolar os ruídos aéreos, pois estes dois apresentam diferenças e as soluções construtivas nem sempre atendem simultaneamente aos dois requisitos (OLIVEIRA; ZINI; PAGNUSSAT, 2014).

Para que ocorra o desempenho acústico, é fundamental o isolamento de ruído de impacto entre pisos de unidades adjacentes.

### 1.3 - ISOLAMENTO DO RUÍDO DE IMPACTO EM PISOS

Carvalho (1967) afirma que isolamento acústico é uma das maneiras de se controlar a irradiação de ruído nas edificações, baseando-se na lei fundamental (ou lei de Berger) que indica que, quando se deseja inibir a propagação do ruído em uma determinada substância, é necessário utilizar como material isolante outra substância, a qual possua a resistividade acústica mais diferente possível da primeira.

Kim, Jeong e Yang (2009) afirmam que a redução do ruído de impacto é apresentada na medida em que a rigidez do material diminui e conseqüentemente a frequência de ressonância também diminui. Além disso, Kim, Jeong e Yang (2009) afirmam juntamente com Neves, António e Nossa (2008) que a eficiência do sistema de piso quanto à atenuação do ruído de impacto depende das características elásticas dos materiais, da camada intermediária e da ausência de ligações rígidas entre a superfície e os elementos do sistema de piso.

O desempenho acústico está relacionado com as células que compõem o material, podendo essas aumentar a rigidez dinâmica. Materiais de células abertas podem manifestar comportamento acústico inferior quando comparados aos de células fechadas, pois o ar contido no interior das células desloca-se dentro do material (HOPKINS; HALL, 2006).

O som não se propaga no vácuo, necessitando de um meio para irradiar. Isolar o som é impedir que ele passe de um ambiente para outro. Assim, pode-se utilizar um sistema de massa espessa ou a combinação de massa com camadas isolantes, ou seja, o sistema massa-mola-massa (Carvalho, 2006).

Uma solução acessível para reduzir o ruído de impacto em edificações de múltiplos pavimentos é a utilização de materiais resilientes inseridos entre a laje e o contrapiso (LEE; KIM; LIM, 2014). Gerges (2000) também confirma essa teoria declarando que a atenuação do ruído causado pelo impacto no piso pode ser realizada através da inserção de um piso flutuante (material resiliente) entre a laje e o contrapiso - sistema massa-mola-massa - cuja primeira frequência de ressonância está abaixo da frequência mínima de excitação.

Durante a execução da obra é possível planejar e executar um isolamento acústico

no sistema de piso entre as unidades para atenuar nível de pressão sonora do impacto de objetos no piso, como por exemplo, a execução de um sistema de piso flutuante que utiliza material resiliente entre a laje e o contra piso. Mas, no caso de edifícios já executados e que não possuem o devido isolamento de ruído de impacto no sistema de piso, a solução do piso flutuante é inviável financeiramente. A ideia de aplicação de um novo revestimento (com e sem material resiliente) sobre o sistema de piso existente pode ser uma proposta interessante, visando amenizar os ruídos causados pelo impacto de objetos no piso das edificações já concluídas e sem nenhum tipo de tratamento acústico, de forma menos onerosa e com menor transtorno para a execução.

Segundo Patrício (2008), os revestimentos de piso contribuem de modo considerável na transmissão de sons de impacto.

“Pode-se afirmar que os materiais que constituem um sistema de piso não devem ser considerados isoladamente e que a análise global na definição de materiais e sistemas construtivos pode determinar soluções mais adequadas” (OLIVEIRA; ZINI; PAGNUSSAT, 2014).

É comum obter valores diferentes de  $L'_{nT,w}$  de ensaios realizados em campo em situação similares, sendo difícil de chegar a um padrão que conduza sempre a um mesmo resultado (MATEUS E SANTOS, 2008).

Patrício (2002) reforça essa ideia, confirmando que os resultados da atenuação do ruído de impacto em piso são mais seguros quando se estuda o isolamento acústico em laboratório, pois as avaliações realizadas em campo sofrem influências do local. Para um mesmo sistema de piso, a atenuação do ruído de impacto apresenta-se de forma desigual, quando comparados aos resultados em laboratório e em campo. Essa divergência ocorre com mais frequência em lajes não homogêneas (pré-moldadas, por exemplo). Justifica-se esses fatos devido aos níveis de impacto padronizados ponderado ( $L'_{nT,w}$ ) serem influenciados pelas curvas de ponderação propostas pela ISO 717-2:2013, que sofrem variação ao longo da faixa de frequência.

#### 1.4 - PARÂMETROS ACÚSTICOS NORMATIZADOS

O desempenho acústico de sistemas de pisos é classificado conforme a Norma de desempenho NBR 15575-3 (ABNT, 2013), a qual determina critérios e requisitos para o isolamento de ruído aéreo e de impacto de pisos, que devem ser estabelecidos a partir de ensaios, conforme procedimentos de normas ISO.

A ISO 16283-2:2015 refere-se ao Isolamento de ruído de impacto em edifícios e em elementos de construção para medições realizadas em campo. São descritos nessa norma

os métodos e procedimentos para calcular o nível de pressão sonora de impacto padronizado ( $L'_{nT}$ ).

Já a ISO 717-2:2013 descreve os procedimentos para definir o valor do nível de pressão sonora de impacto padronizado ponderado ( $L'_{nT,w}$ ) através do conjunto de valores de nível de pressão sonora de impacto padronizado ( $L'_{nT}$ ).

Os métodos para a medição do isolamento do ruído de impacto realizado em laboratório estão descritos na ISO 10140-3:2010.

Para a caracterização do isolamento do ruído de impacto e ruído aéreo, a NBR 15575-3 (ABNT, 2013) estabelece três níveis de desempenho, são elas o desempenho mínimo, o intermediário e o superior. Para que o sistema de piso atenda aos requisitos da norma, deve-se alcançar pelo menos o nível de desempenho mínimo obrigatório estabelecido na NBR 15575-3 (ABNT, 2013).

A Tabela 1 informa os valores de referência para a classificação de desempenho acústico ao ruído de impacto de sistemas de pisos através do nível de ruído de impacto padronizado ponderado ( $L'_{nT,w}$ ).

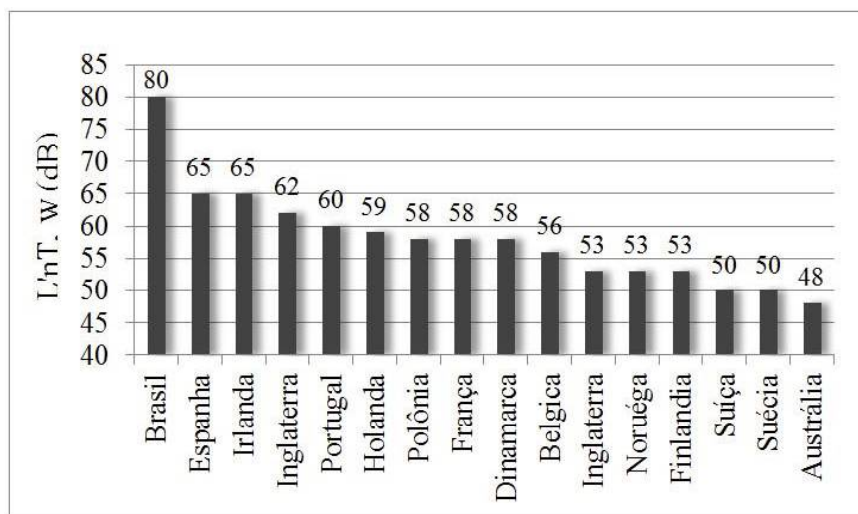
Tabela 1 - Nível de pressão sonora de impacto padrão ponderado ( $L'_{nT,w}$ ) e critérios recomendados pela norma brasileira.

| Elemento                                                                                                                                                                                                                                                       | $L'_{nT,w}$<br>[dB] | Nível de<br>desempenho |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------|
| Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas posicionadas em pavimentos distintos                                                                                                                                                                | 66 a 80             | <i>M</i>               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                | 56 a 65             | <i>I</i>               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                | $\leq 55$           | <i>S</i>               |
| 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             | <i>M</i>               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                | 46 a 50             | <i>I</i>               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                | $\leq 45$           | <i>S</i>               |

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

O limite do valor do nível de pressão sonora de impacto padrão padronizado ponderado ( $L'_{nT,w}$ ) no nível mínimo indicado pela Norma Brasileira NBR 15575-3 (ABNT, 2013), até 80 Db, é conservador e não se aproxima do padrão dos demais países quando comparado com as Normas internacionais (Figura 2). Para atingir o nível superior segundo a norma brasileira, basta alcançar o valor máximo de  $L'_{nT,w}$  de 55dB, enquanto na maioria dos outros países esse valor se refere ao desempenho mínimo (ou fora da faixa desse limite).

Figura 1 - Comparativo dos valores de nível de pressão sonora de impacto padronizado ponderado para o desempenho mínimo entre Brasil e alguns países.



Fonte: Borges - 2015. Adaptado - RASMUSSEN, 2010.

Foi realizado um estudo por Martins, Oliveira e Junior (2016) onde analisaram um apartamento construído em Niterói/RJ o qual não foram considerados os requisitos da NBR 15575-3 (ABNT, 2013) e mesmo assim o residencial se enquadrava dentro do desempenho mínimo estabelecido pela norma brasileira, com valor de  $L'_{nT,w}$  de 73,9 dB.

Pode-se verificar que é relativamente fácil atingir o desempenho mínimo estabelecido pela norma NBR 15575-3 (ABNT, 2013). A norma brasileira poderia ser mais rígida e ter um menor valor do limite do desempenho mínimo, como as demais normas internacionais, para que, assim, os edifícios de múltiplos pavimentos pudessem possuir um maior conforto acústico.

Rezende, Rodrigues e Vecchi (2014) recomendam a realização de estudos junto aos usuários das edificações para analisar a necessidade de revisão da norma NBR 15575-3 (ABNT, 2013).

### 1.5- ESTUDOS REALIZADOS SOBRE ISOLAMENTO DE RUÍDO

Muitos estudos sobre acústica e isolamento do ruído foram realizados em anos anteriores por pesquisadores brasileiros e estrangeiros. Citaremos aqui algumas dessas pesquisas.

Sobre a metodologia de ensaios, Branco e Godinho (2013) afirmam que os métodos de testes simplificados que se utilizam de amostras menores dos materiais estudados são plausíveis pois permitem a realização de um número maior de ensaios com custos mais baixos. Assim, é possível comparar o desempenho de um número variado de

possíveis soluções.

Sobre o desempenho acústico em lajes tradicionalmente encontradas na Dinamarca, Rindel (2007) fez um estudo em que o autor separou as lajes em três grupos: lajes pesadas (concreto), médias (concreto e madeira) e leves (estruturas de madeira com compensado de madeira e placas de gesso). Os resultados mostraram uma diferença média de 6 dB para as lajes pesadas, melhor isolamento sonoro, e leves, menor isolamento. A variação entre os resultados encontrados foi muito grande, onde o menor valor de  $L'_{nT,w}$  (nível de pressão sonora de impacto padronizado ponderado), valor que classifica a amostra ensaiada, em decibéis, na frequência de 500 Hz na curva padrão, para a laje pesada foi de 57 dB e o maior valor foi de 69 dB. Para as lajes leves,  $L'_{nT,w}$  variou de 45 e 60 dB.

Pereyron (2008) realizou uma pesquisa em campo em que analisou o desempenho do isolamento acústico em quatro tipos de lajes diferentes: maciça, nervurada, pré-moldada convencional e pré-moldada treliçada. O autor concluiu que as tipologias de laje maciça, laje nervurada e a laje pré-moldada treliçada atingiram um nível de desempenho intermediário, enquanto a laje pré-moldada convencional se classificou com o nível mínimo.

Outro estudo foi o desenvolvido por Cornacchia (2009) para classificar o nível de isolamento do ruído de impacto do sistema laje e piso de unidades habitacionais sobrepostas. Foram considerados três tipologias de laje - maciça, nervurada e pré-moldada - e os ensaios foram realizados em 30 apartamentos. De acordo com a Norma NBR 15575-3 (ABNT, 2013) para os apartamentos com laje maciça, 01 apartamento apresentou desempenho superior, nenhum teve desempenho intermediário e 29 se enquadraram no desempenho mínimo. Para a laje nervurada, 5 apartamentos se enquadram dentro do nível de desempenho superior, nenhum apartamento se classificou no desempenho intermediário, e 25 apartamentos se enquadraram nos níveis de desempenho mínimo. Já para a laje pré-moldada, nenhum apartamento se classificou com desempenho superior; apenas 01 apartamento apresentou desempenho intermediário e 29 apresentaram desempenho mínimo. Assim, observou-se que a maioria das lajes estudadas foi classificada com desempenho mínimo ( $L'_{nT,w}$  maior ou igual a 66 dB).

Um estudo comparativo entre vários ensaios de sistemas de pisos de edifícios de múltiplos pavimentos foi realizado por HALE et al. (2006). Os resultados apontaram que o uso de materiais resilientes em superfícies de alta rigidez apresentou melhor desempenho no isolamento do ruído de impacto.

CONRAD (2002) verificou e comparou o desempenho acústico de diversos materiais tradicionalmente utilizados como revestimentos de pisos. Os ensaios foram

realizados conforme metodologia especificada na Norma Internacional ISO 140-7 (substituída pela ISO 16283-2:2015) em câmaras do Laboratório de Termo-acústica (LaTA) da UFSM. Os ensaios foram realizados com amostras de revestimentos para pisos em borracha, materiais sintéticos, carpetes (em várias espessuras; com e sem o uso de base isolante) e piso laminado de madeira (com e sem o uso de tapetes). Concluiu-se que os materiais com melhor isolamento do ruído de impacto nem sempre foram os mais espessos e sim os de maior resiliência.

O estudo realizado por Pedroso (2007) teve como objetivo analisar o desempenho de materiais isolantes (lã de vidro, mantas de borracha reciclada de resíduos de E.V.A., isopor de alta densidade e manta de polietileno), e estabelecer as vantagens em relação ao custo/benefício quando utilizados os sistemas com revestimentos finais de porcelanato e laminado melamínico de madeira. Os ensaios realizados no Laboratório de Termo-Acústica (LaTA) da UFSM apresentaram resultados significativos e percebeu-se que os revestimentos de porcelanato e laminado melamínico de madeira tiveram comportamentos distintos. O revestimento de porcelanato tem desempenho negativo nas frequências abaixo de 115 Hz e desempenho positivo nas demais frequências, com melhoria do isolamento em 5 dB em relação à laje sem revestimento (1 dB para cada centímetro a mais na espessura). O revestimento de laminado melamínico de madeira tem desempenho negativo nas frequências abaixo de 315 Hz e desempenho positivo nas demais frequências, com a melhoria do isolamento em 3 dB em relação à laje sem revestimento. O laminado de madeira melamínico é bastante eficaz como isolante ao ruído de impacto para as altas frequências. Assim, para as frequências acima de 315 Hz o laminado de madeira é mais eficaz do que o porcelanato.

Oliveira, Zini, Pagnussat (2014) estudaram o desempenho acústico ao ruído aéreo e ao ruído de impacto em diferentes sistemas de piso. Os ensaios foram realizados em campo, em lajes de concreto maciço, lajes treliçadas e laje nervurada, com revestimento cerâmico, laminado de madeira e com diferentes tipos de contrapiso. A metodologia do estudo seguiu as normas ISO 140-7, 140-14 (ambas substituídas pela norma ISO 16283-2:2015) e a ISO 140-4, o desempenho acústico foi classificado conforme a NBR 15575-3 (ABNT, 2013). Concluiu-se com esse estudo que, para a laje treliçada, os sistemas de piso analisados apresentam baixo isolamento do ruído aéreo quando utilizado o laminado de madeira e baixo isolamento do ruído de impacto quando utilizado o piso cerâmico. O sistema com laje nervurada com cubetas de EPS, contrapiso com brita leve e piso laminado de madeira foi o único que se classificou com desempenho acústico superior, tanto no ruído aéreo quanto no ruído de impacto.

O estudo de Hoda (2006) teve como finalidade analisar o nível de atenuação do ruído de impacto em uma laje de concreto com diferentes tipos de enchimentos e

revestimentos. Os ensaios foram realizados no laboratório de acústica HBRC (Housing & Buildings Research Centre), na cidade de Cairo, no Egito. Os ensaios foram realizados com uma laje de concreto maciço de 12 cm de espessura, com piso cerâmico ou vinílico e diversos materiais de enchimento (realçando o poliestireno expandido com diferentes espessuras e a espuma com uma fina camada de borracha, em um ou nos dois lados). O caso com índice mais alto de  $L'_{nw}$ , ou seja, com o pior desempenho do isolamento acústico, foi o sistema da laje com revestimento cerâmico (dimensões de 30x30 cm e 5 mm de espessura), que obteve um  $L'_{nw}$  de 70 dB. O sistema com melhor resultado com relação ao isolamento acústico, ou seja, com o menor nível de  $L'_{nw}$  (50 dB), foi a laje com uma dupla camada com o seguinte preenchimento: 1,5 mm de borracha, mais uma camada de lã de vidro, mais 6 mm de poliestireno expandido, novamente a camada de lã de vidro e mais a camada de borracha.

## CAPÍTULO 2

### 2- PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

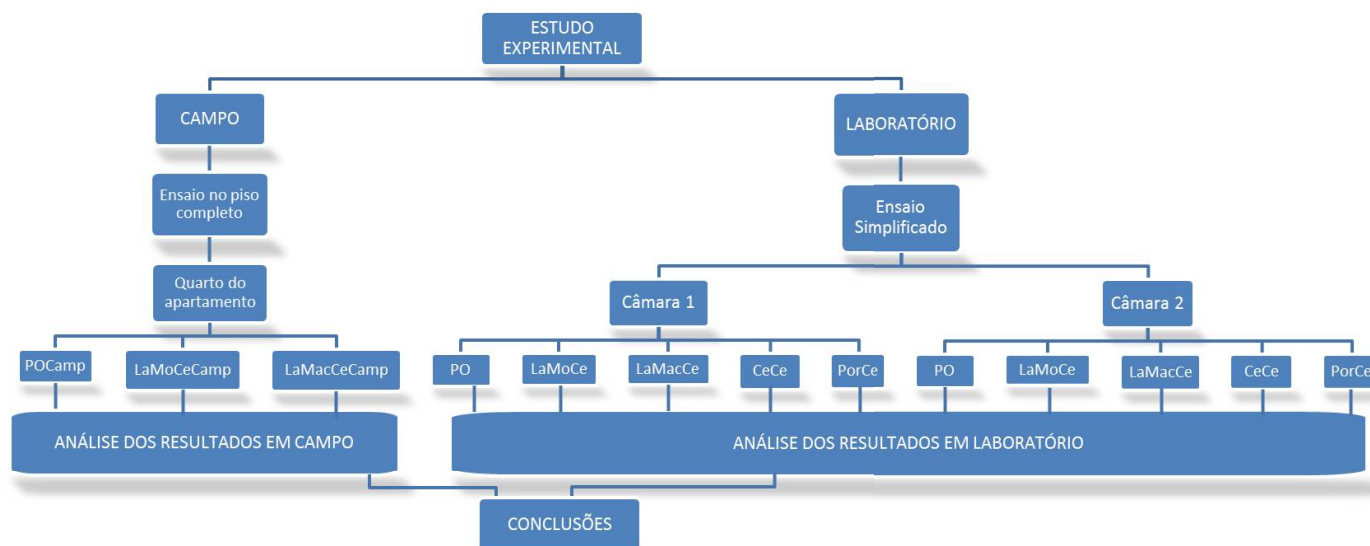
O estudo do isolamento do ruído de impacto entre pisos de unidades habitacionais sobrepostas através da aplicação de novo revestimento sobre o piso original foi realizado tanto em laboratório quanto em campo. O ambiente para realizar o ensaio em campo foi selecionado com características similares ao ambiente estudado em laboratório, visando controlar o maior número de variáveis envolvidas e facilitar as comparações entre os resultados.

A Figura 02 ilustra um fluxograma com todas as etapas dos estudos experimentais. O ensaio em campo foi executado em todo o piso do ambiente escolhido (quarto de apartamento de edifício residencial). Já no laboratório, foi realizado o ensaio simplificado, onde se considera uma placa de 1 x 1m com as amostras de pisos sobre a laje da câmara 1 (laje pré-moldada convencional) e câmara 2 (laje nervurada). Depois de realizados os ensaios com todas as amostras dos pisos, os resultados foram analisados para assim se obter as devidas conclusões.

As amostras de pisos estudadas e ilustradas no fluxograma da Figura 02 são:

- POCamp: Piso original de cerâmica em campo;
- LaMoCeCamp: Novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica realizado em campo;
- LaMacCeCamp: Novo piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica realizado em campo.
- PO: Piso original de cerâmica;
- LaMoCe: Novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica;
- LaMacCe: Novo piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica;
- CeCe: Novo piso de cerâmica sobre o piso original de cerâmica;
- PorCe: Novo piso de porcelanato sobre o piso original de cerâmica;

Figura 2 - Fluxograma das etapas dos ensaios.



A seguir seguem as características dos locais de estudo, dos materiais ensaiados e os procedimentos dos ensaios realizados nesse trabalho.

## 2.1 – LOCAIS DO ESTUDO

### 2.1.1 – Ensaios de ruído de impacto no piso em ambiente no Laboratório

Parte dos ensaios foi realizada no Laboratório de Ensaio de Materiais e Estruturas (LABEME) do Centro de Tecnologia (CT) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) através do método simplificado em duas câmaras acústicas já existentes conforme Figura 3.

Figura 3 – Câmaras acústicas (1 – na frente; 2 – ao fundo) onde foram realizados os ensaios simplificados.



A câmara acústica 1 foi preparada com blocos de solo cimento e possui dois pavimentos sobreposto separados por uma laje pré-moldada convencional de 13 cm de espessura e coberta com madeiramento e telha canal (Figura 4). A câmara 2 também é composta de blocos de solo cimento e coberta com madeiramento e telha canal, mas possui uma laje nervurada de 27 cm de espessura para a divisão dos dois pavimentos (Figura 5).

Figura 4 - Laje pré-moldada da câmara 1.



Figura 5 - Laje nervurada da câmara 2.



Ambas as câmaras possuem o pavimento superior (ambiente de emissão de ruído) com a mesma área igual a  $6,87\text{m}^2$ , com pé-direito de 2,30m, e volume igual a  $15,80\text{ m}^3$ . O pavimento inferior (ambiente de recepção) tem também a mesma área ( $6,87\text{m}^2$ ), mas com pé-direito de 2,43m e assim um volume de  $16,70\text{ m}^3$ . As duas câmaras não possuem forro e têm portas maciças nos pavimentos térreos (Figuras 6, 7 e 8). Nos pavimentos superiores as portas são do tipo pré-fabricadas em madeira prensada.

As fundações foram construídas através do método convencional (pedra argamassada; embasamento com tijolo cerâmico e cinta de concreto na altura do piso). Existem vigas de contorno na periferia da laje nervurada e cinta de concreto armado na altura da porta no pavimento superior. Na câmara com laje pré-moldada convencional há uma cinta (concreto armado) no contorno da laje.

Figura 6 - Planta baixa das câmaras com laje pré-moldada convencional.

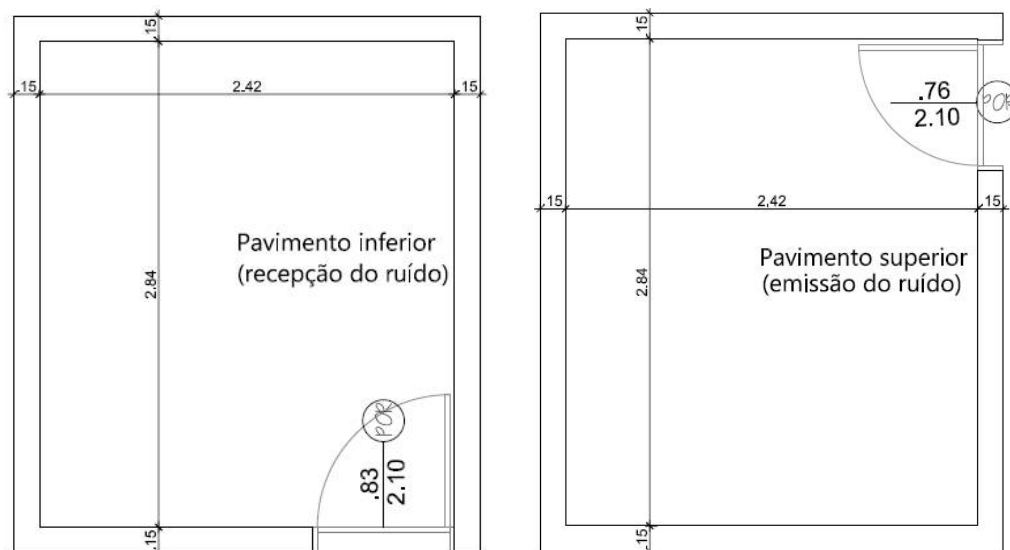
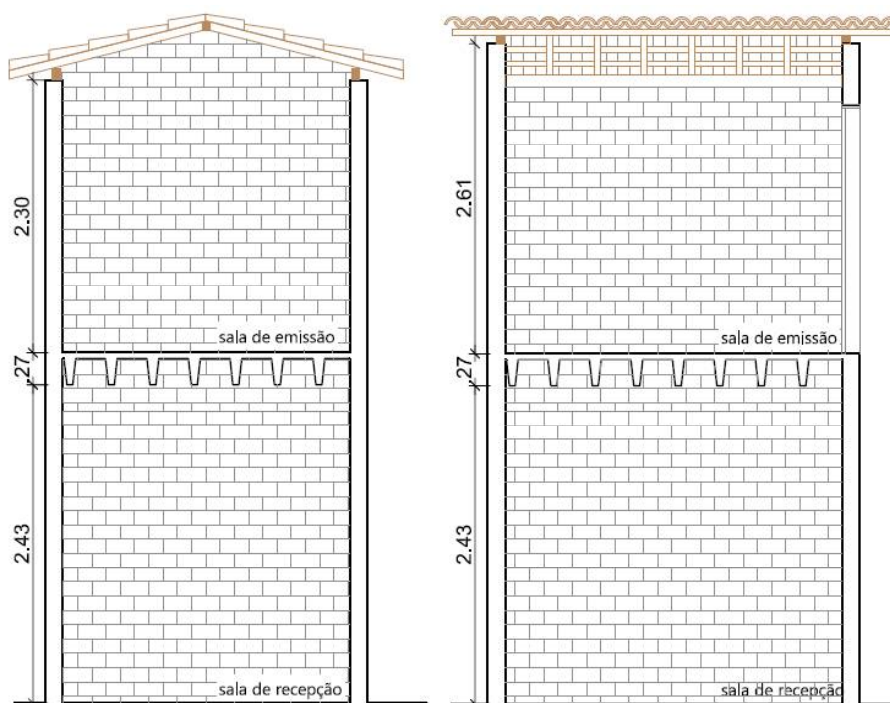


Figura 7 - Cortes das câmaras com laje pré-moldada convencional - câmara 1.



Figura 8 - Cortes da câmara com laje nervurada - câmara 2.



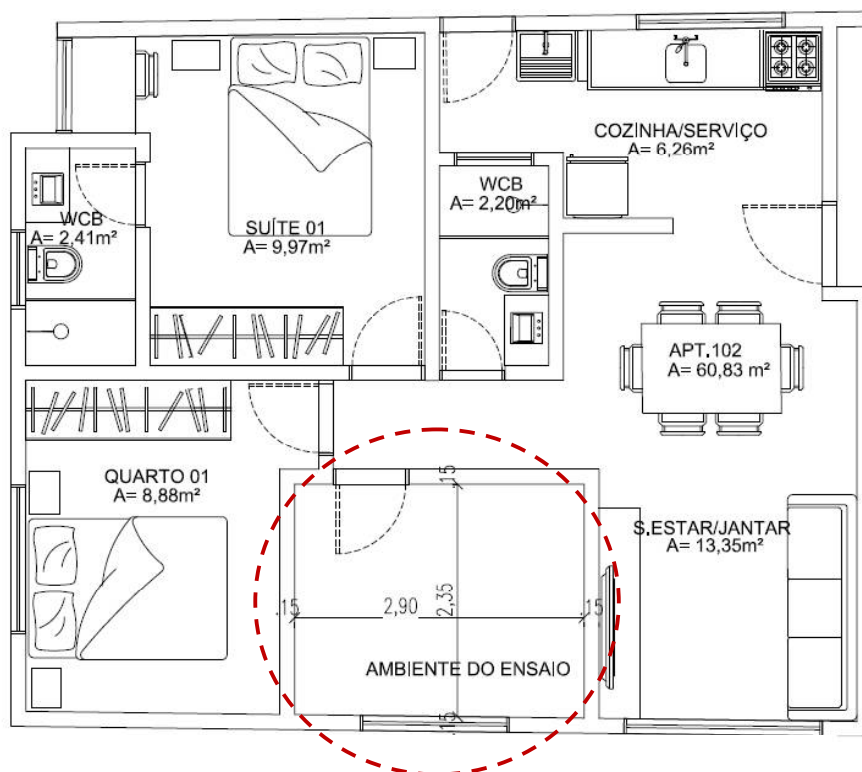
### 2.1.2 – Ensaios de ruído de impacto no piso em Campo – edifício residencial

Os ensaios em campo foram realizados em um prédio residencial multifamiliar (do tipo pilotis + 2 pavimentos) situado no bairro de Mandacarú, João Pessoa - PB (Figura 9). O edifício possui oito apartamentos distribuídos no pavimento térreo (apenas dois apartamentos) e nos dois pavimentos tipos (três apartamentos cada). A Figura 10 ilustra a planta baixa dos apartamentos.

Figura 9 - Edifício onde foi realizado o ensaio em campo.



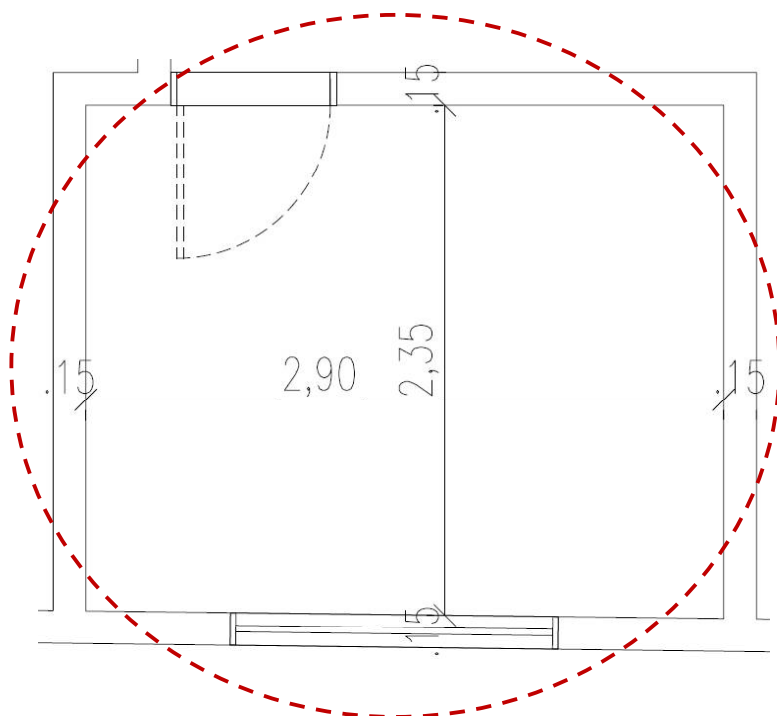
Figura 10 - Planta baixa do apartamento - ensaio em campo.



A edificação foi executada com estrutura de concreto armado (pilares e vigas), laje pré-moldada treliçada utilizando blocos cerâmicos com 13 cm de espessura total (8cm dos trilhos com bloco cerâmico + 5cm de camada de concreto), fechamento das divisórias internas e entre apartamentos com alvenaria de tijolos cerâmicos que encosta na laje, reboco nas paredes internas e externas com argamassa (cimento, areia e cal), contrapiso com espessura média de 5cm (cimento e areia), revestimento do piso com a cerâmica esmaltada de 6mm de espessura e dimensão 60x60cm da marca Portobello (linha Travertino branco), roda pé com 7cm de altura do mesmo material do revestimento do piso, revestimento da fachada com cerâmica 15x05cm também da Portobello, janelas em alumínio com vidro, portas de madeira semi ocas e forro de gesso.

O ambiente escolhido para realizar o ensaio em campo foi um quarto com dimensões muito semelhantes às das câmaras do laboratório, para poder se ter um comparativo mais aproximado possível (Foto 11 e 12).

Figura 11 - Planta baixa do quarto (câmaras de emissão e recepção) onde se realizou o ensaio em campo.



A câmara de emissão (situada no apartamento 303) e de recepção (situada no apartamento 203) do ensaio em campo correspondem a ambientes de apartamentos sobrepostos e possuem as mesmas dimensões e características. O ensaio foi realizado em um quarto com 2,35m de largura, 2,90m de comprimento e 2,60m de pé direito para o forro de gesso, totalizando em uma área de 6,82 m<sup>2</sup> (Figura 11). O forro possui um detalhe, também em gesso, contornando toda a periferia do quarto com 10 cm de largura e 10cm de altura. Assim, considerando esse detalhe do forro, o volume total do quarto é de 17,62 m<sup>3</sup> (Figura 12 e 13). O forro de gesso tem uma distância aproximada de 20 cm em relação à laje. A janela de alumínio com vidro existente possui a dimensão de 1,45 x 1,15m e a porta semi oca, de 0,70 x 2,10m.

Figura 12 – Vista em corte no quarto (ambientes de emissão e recepção) onde foi realizado o ensaio em campo.

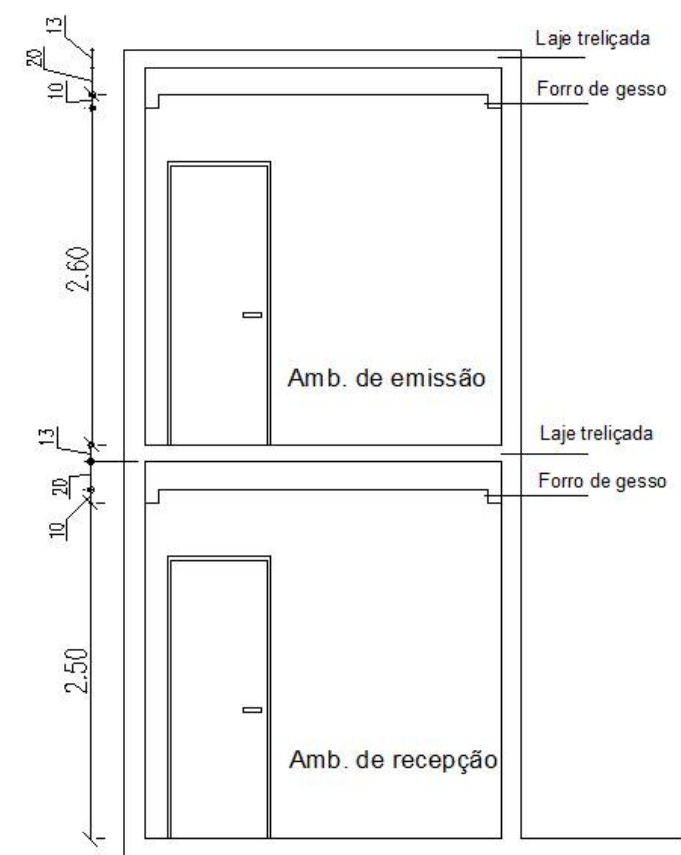


Figura 13 - Detalhe do forro de gesso no quarto (câmaras de emissão e recepção) onde foi realizado o ensaio em campo.



## **2.2- MATERIAIS UTILIZADOS SOBRE O PISO ORIGINAL PARA ATENUAR O RUÍDO DE IMPACTO**

Para estudar o isolamento do ruído de impacto entre pisos de unidades habitacionais sobrepostas através da aplicação de novo revestimento sobre o piso original, foram realizados cinco ensaios com revestimentos diferentes em cada uma das duas câmaras do laboratório e três ensaios em campo.

### **2.2.1 – Ensaios realizados no laboratório**

Todos os ensaios no laboratório foram realizados com uma placa de 1,0 m x 1,0 m (largura x comprimento) para simular os sistemas de piso (contra piso + revestimento) sobre cada tipo de laje (pré-moldada convencional e nervurada) testada, conforme os ambientes da câmara acústica 1 ou 2 utilizada. Esse tipo de ensaio, considerado simplificado, consiste em colocar a placa a certa distância das paredes (50cm ou 60cm), não ocorrendo assim a ponte acústica entre o sistema de piso e as paredes (Figura 14).

“Os métodos de testes simplificados, onde se utilizam amostras menores dos materiais estudados, é plausível, pois permitem a realização de um número maior de ensaios com custos mais baixos” (BRANCO E GODINHO, 2013).

#### **2.2.1.1 – Ensaio simplificado com sistema de Piso original cerâmico (PO)**

Para esse ensaio, utilizou-se uma placa pré-moldada com dimensões de 1,0 m x 1,0 m feita de argamassa com traço 1:3 (cimento Portland: areia), espessura de 4,5 cm, revestida com cerâmica esmaltada com 0,6 cm de espessura e dimensões 60 x 60 cm da marca Portobello (linha Travertino Branco). A cerâmica foi assentada na placa pré-moldada com argamassa colante do tipo ACI (camada com espessura igual a 0,4 cm) e utilizada também argamassa específica para rejunte entre as peças cerâmicas. A espessura final do sistema de piso foi igual a 5,5 cm (Figura 14). Para esse sistema de piso, deu-se o nome de piso original (PO).

Figura 14 - Piso original para ensaio simplificado – PO.



#### **2.2.1.2 – Ensaio simplificado com sistema de piso laminado e manta original sobre o piso original cerâmico (LaMoCe)**

Para este ensaio, foi utilizado um piso laminado de madeira (fabricado com resíduos de madeira) com assentamento do tipo encaixe com click e a manta reciclada de polietileno com 0,2cm de espessura (original do fornecedor do laminado) sobre o piso original (PO). O laminado é fornecido em réguas de 0,8 cm de espessura com 136 cm de comprimento e 25 cm de largura. A espessura final do sistema de piso laminado de madeira com manta original sobre piso original (LaMoCe) foi de 6,5 cm, acrescentando apenas 1cm na espessura inicial do sistema (Figura 15).

Figura 15 - Piso laminado de madeira com manta original sobre piso original cerâmico para ensaio simplificado – LaMoCe.



### 2.2.1.3 – Ensaio simplificado com sistema de piso laminado e manta acústica sobre o piso original (LaMacCe)

No ensaio para simular a outra condição de novo piso sobre piso original, utilizou-se o mesmo tipo de laminado de madeira (fabricado com resíduos de madeira) do ensaio LaMoCe, mas com outro tipo de material resiliente entre os dois pisos, que neste caso foi a manta acústica comercial Ecosilenzio (material reciclável de PET). A espessura final do sistema de piso composto pelo laminado de madeira (0,8cm) e a manta acústica comercial (0,8cm) sobre a placa de piso original revestida com cerâmica (5,5cm) resultou em 7,1 cm, acrescentando-se apenas 1,6 cm na espessura inicial do sistema (Figura 16).

Figura 16 - Piso laminado de madeira com manta acústica sobre piso original cerâmico para ensaio simplificado – LaMacCe.



### 2.2.1.4 – Ensaio simplificado com sistema de piso cerâmico sobre o piso original cerâmico (CeCe)

Para simular o sistema de piso sobre piso, nesse ensaio simplificado foi utilizado um novo revestimento com peças cerâmicas assentadas sobre a placa do piso original cerâmico (PO). A placa que simula o contra piso utilizada, neste caso, tinha 5,5 cm de espessura. As peças cerâmicas esmaltadas na cor branca com dimensão 46cmx46cm e 0,7cm de espessura foram assentadas sobre o piso original cerâmico, sem nenhum material resiliente entre os revestimentos, sendo aplicada uma camada de 0,4cm de espessura de argamassa colante do tipo ACIII (alta resistência) e também utilizada argamassa de rejunte entre as peças assentadas. O sistema de piso de cerâmica sobre o piso original de cerâmica (CeCe) resultou em uma espessura final de 6,6cm, acrescentando-se apenas 1,1cm na espessura do sistema do piso inicial (PO) conforme a Figura 17.

Figura 17 - Novo piso de cerâmica sobre o piso original de cerâmica para ensaio simplificado – CeCe.



#### 2.2.1.5 – Ensaio simplificado com sistema de piso porcelanato sobre o piso original cerâmico (PorCe)

No ensaio simplificado com execução de novo piso com placas de porcelanato sobre o piso original de cerâmica foi utilizado um porcelanato extrafino com 0,5cm de espessura, com dimensões de 44,85 cm x 89,85 cm, assentado sobre o piso original de cerâmica com argamassa colante do tipo ACIII (alta resistência), com camada de 0,4cm de espessura, sem nenhum material resiliente entre os revestimentos, e utilizada argamassa de rejunte entre as peças. A placa que simula o contra piso utilizada, neste caso, tinha 5,5 cm de espessura. A espessura final do novo sistema de piso (PorCe) foi de 6,4cm, acrescentando apenas 0,9cm do sistema de piso Inicial (PO) (Figura 18).

Figura 18 - Novo piso de porcelanato sobre o piso original de cerâmica para ensaio simplificado – PorCe.



### 2.2.2 – Ensaios realizados em campo – edifício residencial

Os ensaios em campo foram realizados em um prédio residencial multifamiliar, situado no bairro de Mandacarú em João Pessoa - PB, conforme características citadas no item 2.1.2.

Esses ensaios foram realizados em toda área de piso do ambiente selecionado e não apenas em uma placa com dimensões de 1 x 1 m como nos estudos em laboratório. Nos casos em que se utilizou material resiliente entre os pisos, o mesmo ao encontrar com a parede se eleva até a altura do rodapé, de modo a evitar a ponte acústica entre o sistema de piso e as paredes na periferia do ambiente.

#### 2.2.2.1 – Ensaio realizado com sistema de piso original de cerâmica em campo (POCamp)

O piso original em campo apresentava características semelhantes ao ensaio realizado no laboratório (Figura 19). Porém, o contrapiso do quarto foi executado com espessura média de 5 cm. A mesma cerâmica esmaltada de 0,6 cm de espessura e dimensões 60 cm x 60 cm, foi utilizada, sendo fixada ao substrato (contra piso) com 0,4 cm de espessura de argamassa colante do tipo ACI e utilizada argamassa de rejunte entre as peças. O sistema do piso original em campo resultou em 6,0 cm de espessura total, enquanto o PO em laboratório foi igual a 5,5cm, cuja diferença (0,5 cm) é devido à diferença de espessura entre os respectivos contra pisos.

Figura 19 - Piso original de cerâmica no quarto onde foi realizado o ensaio em campo – POCamp.



### 2.2.2.2 – Ensaio realizado com sistema de piso laminado de madeira com manta original sobre piso original de cerâmica em campo (LaMoCeCamp)

Para este ensaio, foram utilizados os mesmos materiais dos testes realizados no laboratório, reproduzindo o mesmo sistema de piso em todo o ambiente. Então, foi utilizado o laminado de madeira (fabricado com resíduos de madeira em régua com 0,8 cm de espessura) com assentamento tipo encaixe com click e a manta reciclada de polietileno com 0,2cm de espessura (original do fornecedor do laminado) sobre o piso original de cerâmica do quarto do apartamento escolhido para realizar o ensaio (POCamp). A espessura final do sistema de piso laminado de madeira com manta original sobre piso original de cerâmica em campo (LaMoCeCamp) foi igual a 7,0 cm, acrescentando apenas 1cm na espessura inicial do sistema (Figura 20). Deve-se lembrar que o contrapiso, neste caso, foi executado com 5 cm de espessura.

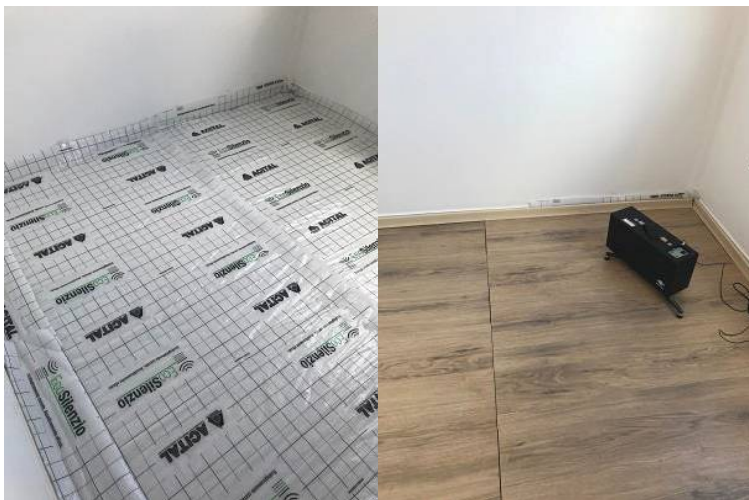
Figura 20 - Manta original e novo piso laminado de madeira sobre piso original de cerâmica em campo – LaMoCeCamp.



### 2.2.2.3 – Ensaio realizado com sistema de piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica em campo (LaMacCeCamp)

Assim como no LaMoCeCamp, o material utilizado em campo para esse ensaio foi o mesmo utilizado em laboratório, ou seja, laminado de madeira (fabricado com resíduos de madeira) com a manta acústica comercial (material reciclável de PET). A espessura final do sistema de piso composto pelo laminado de madeira (0,8cm) e a manta acústica comercial (0,8cm) sobre a placa de piso original revestida com cerâmica (6 cm) resultou em 7,6 cm, acrescentando-se apenas 1,6 cm na espessura inicial do sistema de piso (Figura 21).

Figura 21 - Manta acústica e novo piso laminado de madeira sobre piso original de cerâmica em campo – LaMacCeCamp.



#### 2.2.2.4 – Observações sobre os ensaios realizados em campo

Algumas informações sobre os ensaios realizados em campo são relevantes para analisar o resultado obtido.

A única janela que possuía no quarto não ficou completamente vedada, pois a extensão elétrica para ligar o receptor na câmara de recepção era alimentada por um ponto de energia externo ao prédio (o ambiente estudado não tinha ainda fornecimento de energia elétrica), conforme Figura 22. Por isso, a janela teve que ficar com uma pequena abertura de 1cm.

Figura 22 - Abertura de 1cm na janela da câmara de recepção do ensaio realizado em campo.



O rodapé não foi fixado devidamente na parede, conforme indicado pelas boas práticas, mas como o material resiliente utilizado entre o laminado de madeira e piso original em cerâmica se elevou na parede até a altura do rodapé, acredita-se que tenha sido evitada a ponte acústica entre o sistema de piso e as paredes de contorno, durante os testes (Figura 23).

Figura 23 - Rodapé do laminado de madeira apenas apoiado sobre o piso e a parede.



## 2.3 – PROCEDIMENTOS DOS ENSAIOS

Três diferentes tipos de ensaios são necessários para se obter o número global que classifica a amostra com relação ao nível de ruído de impacto padronizado ( $L'_{nT}$ ). Todas as amostras de pisos citadas no item 2.2 foram testadas de acordo com os ensaios citados a seguir.

### 2.3.1 – Ruído de Impacto

A realização das medições de ruído de impacto foi feita utilizando os seguintes dispositivos: um medidor de nível sonoro portátil apoiado em um tripé (analisador acústico tipo 2270 da marca Brüel & Kjær, conforme Figura 24); e um sistema gerador de ruído constituído por uma máquina padrão (tipo 3207 da marca Bruel Kja&r, ilustrado na Figura 25), em conformidade com a norma ISO 16283-2:2015. Ela gera ruído de impacto através da queda livre sequencial de 4 cm de altura de cinco martelos de 500 g com uma frequência de 10 golpes por segundo sobre o piso de ensaio.

Figura 24 - medidor de nível sonoro portátil - analisador acústico tipo 2270 da marca Brüel & Kjær.



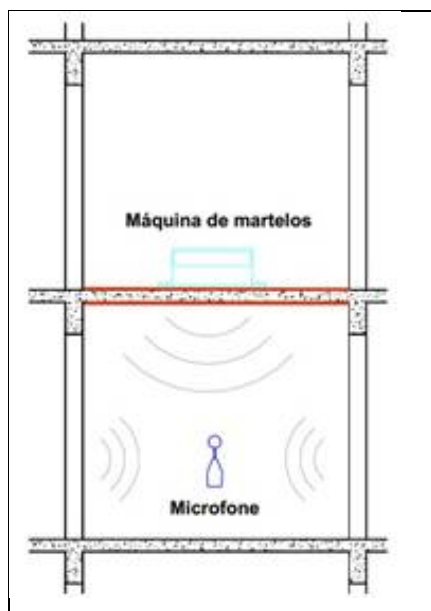
Fonte: Arquivo pessoal e Santos/2013.

Figura 25 - Gerador de ruído - tipo 3207 da marca Bruel Kja&r.



No pavimento superior (na câmara de emissão), o gerador de ruído é posicionado, e no pavimento inferior (câmara de recepção) fica localizado o medidor de nível sonoro (Figura 26). Para os ensaios realizados em laboratório e em campo, as características das câmaras estão descritas nos itens 2.1.1 e 2.1.2 respectivamente.

Figura 26 - Esquema da disposição das câmaras de emissão e recepção.



Fonte: Santos -2013.

A máquina geradora de ruído de impacto foi posicionada em quatro pontos diferentes na câmara de emissão de ruído, obedecendo as normas da ISO 16283-2:2015 (Figura 27). Para cada ponto onde a máquina geradora de ruído foi posicionada foram feitas quatro medições do ruído de impacto com o microfone na câmara de recepção (Figura 28).

Figura 27 - Quatro posições da máquina de impacto.

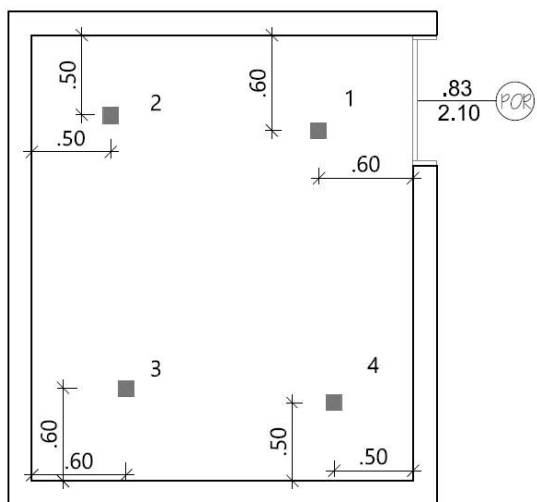
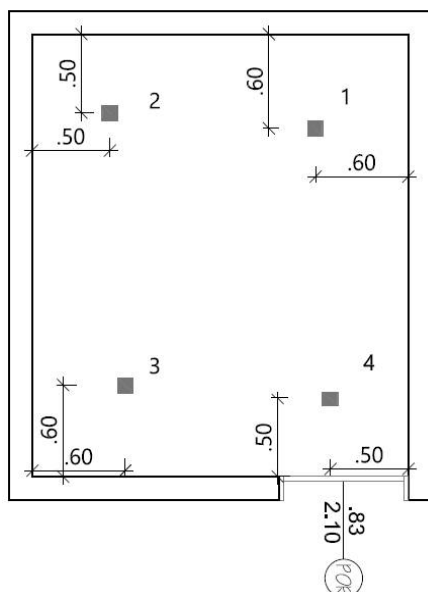


Figura 28 - Quatro posições do microfone.



Conforme a norma ISO 16283-2:2015, as distâncias mínimas utilizadas em cada medição foram de 70 cm entre as posições de microfone, 50 cm e 60cm (medidas em posições alternadas) entre a posição do microfone e as paredes das câmaras, e pelo menos 1,0 m entre qualquer posição do microfone e a laje superior onde se encontrava a máquina de impacto.

De acordo com a norma ISO 10140-3:2010 e a norma ISO 16283-2:2015, o nível de pressão sonora foi medido utilizando-se filtros de banda de um terço de oitava nas seguintes frequências centrais, em hertz: 100, 125, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3150.

### 2.3.2 – Ruído de Fundo

O ruído de fundo é qualquer ruído que esteja sendo captado e que não seja proveniente da fonte das medições. Assim, é necessário medir o ruído de fundo para corrigir, se for o caso, o valor do ruído de impacto medido pelo receptor.

Neste caso, o procedimento é posicionar o medidor de nível sonoro portátil tipo 2270 da marca Brüel & Kjær (Figura 24) no centro da câmara receptora e realizar a medição de ruído de fundo por um tempo mínimo de 5 minutos. Para se obter uma situação ideal, a diferença entre o ruído de impacto e o ruído de fundo obtido em cada frequência deve ser maior que 10dB conforme indica a norma ISO 16283-2:2015. Caso esse valor se encontre entre 6dB e 10dB, pode-se corrigir o valor do ruído de impacto utilizando a Equação (4):

$$L = 10 \log(10^{L_{sb}/10} - 10^{L_b/10}) \quad (4)$$

Onde,

L = ruído de impacto ajustado, em decibéis;

L<sub>sb</sub> = ruído de impacto e ruído de fundo combinados, em decibéis;

L<sub>b</sub> = nível do ruído de fundo, em decibéis.

Quando a diferença entre o ruído de impacto e o ruído de fundo for menor ou igual a 6dB, basta diminuir 1,3 dB do ruído de impacto para se obter o ruído de impacto ajustado.

### 2.3.3 – Tempo de Reverberação (TR)

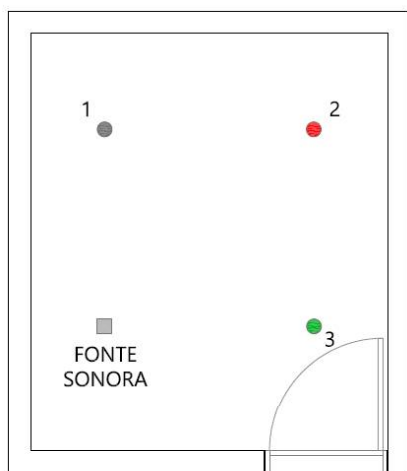
Conforme indica a norma NBR 11957:1988, o tempo de reverberação (TR) é o tempo necessário para que o nível de pressão sonora caia em 60 decibéis no recinto analisado depois que a fonte sonora cessa. O medidor de nível sonoro tipo 2270 da marca Brüel & Kjær envia um comando ao emissor de sinal que gera impulso elétrico, o qual é transmitido em som pela fonte sonora modelo 4292 da marca Brüel & Kjær (Figura 29).

Figura 29 - Equipamentos para o ensaio do Tempo de Reverberação.



Segundo a NBR 11957:1988, o ensaio do TR deve ser medido no mínimo em três posições de microfone, com pelo menos duas medições em cada posição (Figura 30).

Figura 30 - Três posições do microfone na câmara de recepção.



Fonte: Adaptado/Santos -2013.

Para os ensaios do Tempo de Reverberação executados em laboratório, foi realizado apenas uma medição para cada um dos três pontos de localização do microfone, em ambas as câmaras acústicas. Já para o ensaio em campo, foram realizadas as duas medições do TR para cada ponto do microfone.

O tempo de reverberação é obtido através da média aritmética, para cada frequência, das medições realizadas.

### 2.3.4 - Tratamento dos resultados obtidos

O medidor de nível sonoro portátil (analisador acústico tipo 2270 da marca Brüel & Kjær) utilizado nos ensaios determina o nível de ruído de impacto medido na câmara de recepção ( $L_i$ ), o qual é utilizado na fórmula para calcular os níveis de ruído de impacto padronizado ( $L'_{nT}$ ), em dB, para cada frequência, em Hz. Os cálculos são feitos através da Equação (5) definida pela norma ISO 16283-2:2015.

$$L'_{nT} = L_i - 10 \log (T/T_0) \text{ dB} \quad (5)$$

Onde:

$L'_{nT}$  - nível de ruído de impacto padronizado, em dB;

$L_i$  - nível de ruído de impacto medido na câmara de recepção, em dB;

T - tempo de reverberação medido na câmara de recepção, em segundos;

$T_0$  - tempo de reverberação de referência,  $T_0 = 0,5$  segundos.

A Norma ISO 717-2:2013 descreve o devido tratamento que deve ser aplicado aos

resultados obtidos nas medições realizadas no laboratório ou em campo, conforme orientações da ISO 16283-2:2015. A ISO 717-2:2013 fornece parâmetros conforme descritos na Tabela 02 que determinam o número global, apresentado em  $L'_{nT,w}$  (dB), o qual representa o desempenho acústico do sistema. Para determinar o valor de  $L'_{nT,w}$ , compara-se, em um mesmo gráfico, os valores pré-definidos de referência da curva padrão da ISO 717-2:2013 e os da curva do desempenho medido do sistema de piso.

Tabela 2 - Valores de referência para ruído de impacto

| Frequência<br>Hz | Valores de referência (dB) |                  |
|------------------|----------------------------|------------------|
|                  | Bandas de um terço oitava  | Bandas de oitava |
| 100              | 62                         | 67               |
| 125              | 62                         |                  |
| 160              | 62                         |                  |
| 200              | 62                         | 67               |
| 250              | 62                         |                  |
| 315              | 62                         |                  |
| 400              | 61                         | 65               |
| 500              | 60                         |                  |
| 630              | 59                         |                  |
| 800              | 58                         | 62               |
| 1000             | 57                         |                  |
| 1250             | 54                         |                  |
| 1600             | 51                         | 49               |
| 2000             | 48                         |                  |
| 2500             | 45                         |                  |
| 3150             | 42                         |                  |

Fonte: ISO 717-2:2013.

Conforme a Tabela 02, foram utilizados nessa pesquisa os mesmos valores de referência para bandas de um terço de oitava para as frequências de 100 a 315 Hz. Para as frequências de 315 a 1000 Hz diminui de um em um decibel, e da frequência 1000 a 3150 Hz, os valores diminuem de três em três decibéis.

Na Tabela 03, a coluna “A” refere-se aos valores adotados da curva conforme os valores de referências da ISO 717-2:2013 (Tabela 02). A coluna “B” são os valores dos resultados do nível de impacto padronizado ( $L'_{nT}$ ) da amostra estudada. A coluna “C” é a diferença entre a coluna “B” e “A”. A coluna “D” indica que se “C” for maior que zero, adota-se o valor 1 e se “C” for menor que zero, adota-se o valor zero. Para a coluna “E”, quando o valor de “D” for zero, utiliza-se o valor zero, se for igual a “1”, o valor adotado é o da coluna “C”.

A Tabela 03 mostra que o valor inicial escolhido da curva padrão em 100 Hz (coluna “A”) foi de 81 dB, pois esse valor mais os valores das frequências seguintes precisam atingir a diferença mais próxima possível de 32 dB, sem ultrapassar esse valor, na soma final da coluna “E”, que se refere à diferença entre o resultado do nível de impacto padronizado ( $L'_{nT}$ )

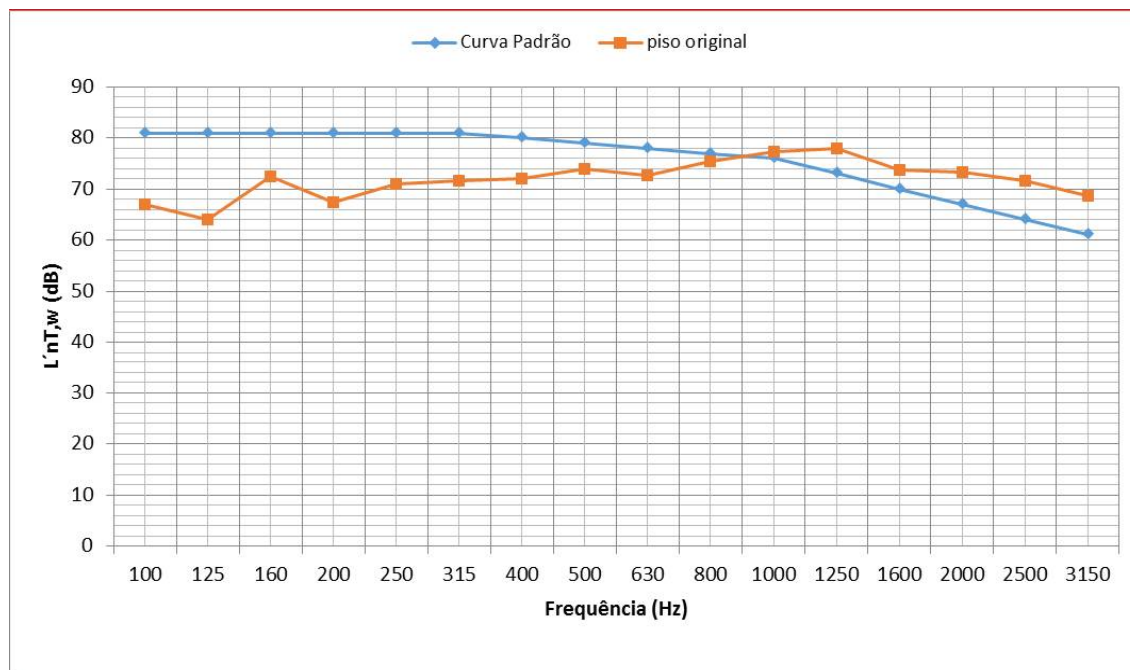
e os valores estipulados da curva. Considerando então o valor de 81 dB na frequência de 100Hz, a soma da diferença foi de 31,3 dB (coluna “E”), menor que o limite máximo de 32 dB. Caso o valor inicial da curva adotado em 100 Hz fosse 82 dB, a soma da diferença seria de 25,3 dB (mais distante de 32 dB quando comparado com o resultado de 31,3 dB) e se o valor inicial fosse 80 dB a soma da diferença seria 37,3 dB (ultrapassando o valor de 32dB). Assim, a melhor escolha do valor inicial da curva é de 81 dB conforme a Tabela 03.

Tabela 3 - Níveis de ruído de impacto padronizado para a amostra PO na câmara 02 (laje nervurada) do laboratório.

| <b>CURVA PADRÃO X NÍVEL DE RUÍDO DE IMPACTO PADRONIZADO</b> |                       |                      |                  |          |             |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|------------------|----------|-------------|
| <b>FREQUÊNCIA<br/>(Hz)</b>                                  | <b>A</b>              | <b>B</b>             | <b>C</b>         | <b>D</b> | <b>E</b>    |
|                                                             | <b>Curva<br/>(dB)</b> | <b>L'nT<br/>(dB)</b> | <b>Diferença</b> |          |             |
| 100                                                         | 81                    | 66,9                 | -14,1            | 0        | 0,0         |
| 125                                                         | 81                    | 64,0                 | -17,0            | 0        | 0,0         |
| 160                                                         | 81                    | 72,5                 | -8,5             | 0        | 0,0         |
| 200                                                         | 81                    | 67,5                 | -13,5            | 0        | 0,0         |
| 250                                                         | 81                    | 71,1                 | -9,9             | 0        | 0,0         |
| 315                                                         | 81                    | 71,6                 | -9,4             | 0        | 0,0         |
| 400                                                         | 80                    | 72,0                 | -8,0             | 0        | 0,0         |
| 500                                                         | 79                    | 74,0                 | -5,0             | 0        | 0,0         |
| 630                                                         | 78                    | 72,6                 | -5,4             | 0        | 0,0         |
| 800                                                         | 77                    | 75,4                 | -1,6             | 0        | 0,0         |
| 1000                                                        | 76                    | 77,2                 | 1,2              | 1        | 1,2         |
| 1250                                                        | 73                    | 77,9                 | 4,9              | 1        | 4,9         |
| 1600                                                        | 70                    | 73,7                 | 3,7              | 1        | 3,7         |
| 2000                                                        | 67                    | 73,3                 | 6,3              | 1        | 6,3         |
| 2500                                                        | 64                    | 71,6                 | 7,6              | 1        | 7,6         |
| 3150                                                        | 61                    | 68,7                 | 7,7              | 1        | 7,7         |
| <b>SOMA</b>                                                 |                       |                      |                  | <b>6</b> | <b>31,3</b> |

Após a conclusão da tabela com os resultados obtidos, é necessário fazer um gráfico confrontando os valores da curva padrão com os valores do nível de impacto padronizado ( $L'_{nT}$ ). No eixo das ordenadas se encontrarão os valores de  $L'_{nT,w}$  (em dB) e no eixo das abscissas apresentarão as faixas de frequências (em Hz) em terças de oitavas (Figura 31).

Figura 31- Confrontação da curva padrão e da curva do ensaio da amostra PO na câmara 02 (laje nervurada) do laboratório.



O valor de  $L'_{nT,w}$  que classifica a amostra ensaiada é o valor, em decibéis, na frequência de 500 Hz na curva padrão, conforme indica a norma ISO 717-2:2013. Para esse exemplo (Tabela 03), o nível de ruído de impacto padronizado dessa amostra foi de 79 dB.

## CAPÍTULO 3

## 3- RESULTADOS E DISCUSSÕES

## 3.1- Processamentos dos dados obtidos nos ensaios de ruído de impacto

Foram realizados cinco ensaios em laboratório (LABEME/CT/UFPB) com diferentes tipos de revestimentos para ambas as câmaras (laje pré-moldada convencional e laje nervurada) e três ensaios em campo (laje pré-moldada treliçada). Os materiais e métodos utilizados nos ensaios para verificar o isolamento do ruído de impacto estão descritos no capítulo 2.

As amostras LaMoCe e LaMacCe ensaiadas nas duas câmaras do laboratório e as amostras LaMoCeCamp e LaMacCeCamp testadas em campo sofreram correção na média do ruído de impacto (Li) medido, conforme determina a norma ISO 16283-2:2015, uma vez que a diferença entre os ruídos de impacto e de fundo obtidos em algumas frequências foi menor que 10 dB. A Tabela 04 mostra as médias dos níveis de ruído de impacto (Li) para cada sistema de piso estudado já corrigido.

Tabela 4 - Resultados das médias dos níveis de ruído de impacto (Li) para cada sistema de piso.

| SISTEMAS DE PISOS                                       | FREQUÊNCIAS (Hz)                                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                                         | 100                                                                  | 125   | 160   | 200   | 250   | 315   | 400   | 500   | 630   | 800   | 1000  | 1250  | 1600  | 2000  | 2500  | 3150  |
|                                                         | Média dos níveis de ruído de impacto (Li) na câmara de recepção (dB) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Laboratório (câmara 01 - laje pré-moldada convencional) |                                                                      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| PO                                                      | 74,00                                                                | 69,54 | 77,98 | 74,39 | 78,30 | 75,19 | 77,28 | 76,54 | 75,39 | 77,81 | 79,73 | 79,53 | 78,50 | 78,37 | 77,89 | 76,08 |
| LaMoCe                                                  | 63,92                                                                | 67,65 | 77,39 | 75,18 | 72,71 | 70,05 | 72,58 | 64,81 | 60,95 | 59,13 | 54,77 | 50,38 | 44,38 | 39,41 | 37,36 | 36,80 |
| LaMacCe                                                 | 57,17                                                                | 61,74 | 74,40 | 71,06 | 65,59 | 62,37 | 61,18 | 57,87 | 52,72 | 47,26 | 43,52 | 36,96 | 32,87 | 30,68 | 30,90 | 31,17 |
| CeCe                                                    | 67,93                                                                | 64,03 | 71,90 | 66,93 | 70,36 | 69,84 | 71,28 | 67,79 | 67,42 | 72,39 | 68,97 | 72,39 | 71,46 | 69,38 | 69,23 | 67,19 |
| PorCe                                                   | 67,41                                                                | 62,53 | 69,01 | 65,86 | 63,82 | 59,68 | 57,81 | 58,72 | 57,83 | 62,34 | 59,64 | 59,70 | 57,57 | 54,59 | 54,20 | 52,83 |
| Laboratório (câmara 02 - laje nervurada)                |                                                                      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| PO                                                      | 71,56                                                                | 71,26 | 77,29 | 72,13 | 75,28 | 75,27 | 76,91 | 78,77 | 77,79 | 80,62 | 82,52 | 83,28 | 78,88 | 78,10 | 76,07 | 72,83 |
| LaMoCe                                                  | 63,23                                                                | 69,61 | 72,32 | 69,54 | 72,67 | 68,38 | 72,04 | 66,64 | 64,72 | 66,69 | 58,92 | 55,65 | 49,58 | 42,13 | 38,27 | 37,74 |
| LaMacCe                                                 | 61,90                                                                | 62,14 | 69,45 | 65,16 | 68,94 | 61,32 | 62,21 | 57,23 | 54,13 | 53,40 | 46,12 | 43,44 | 38,44 | 35,35 | 35,05 | 35,77 |
| CeCe                                                    | 71,78                                                                | 63,15 | 72,26 | 69,53 | 72,24 | 73,85 | 77,19 | 74,02 | 76,56 | 79,22 | 77,08 | 80,32 | 75,74 | 75,79 | 73,59 | 71,38 |
| PorCe                                                   | 67,23                                                                | 60,31 | 60,45 | 60,30 | 60,52 | 57,25 | 62,44 | 67,24 | 65,47 | 67,82 | 65,09 | 71,31 | 61,75 | 61,54 | 61,43 | 57,14 |
| Campo (laje pré-moldada treliçada)                      |                                                                      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| POCamp                                                  | 61,56                                                                | 63,17 | 69,21 | 67,97 | 78,66 | 73,45 | 73,21 | 75,02 | 73,62 | 73,95 | 74,39 | 76,39 | 79,52 | 79,03 | 78,18 | 76,23 |
| LaMoCeCamp                                              | 58,92                                                                | 58,81 | 64,44 | 61,26 | 70,57 | 65,08 | 64,25 | 62,01 | 56,03 | 48,96 | 43,97 | 40,85 | 38,41 | 35,93 | 33,69 | 32,60 |
| LaMacCeCamp                                             | 59,42                                                                | 61,27 | 66,81 | 62,19 | 69,49 | 60,70 | 53,50 | 50,86 | 46,49 | 44,36 | 42,40 | 39,58 | 36,02 | 35,51 | 34,13 | 32,56 |

Onde,

- PO: Piso original de cerâmica;
- LaMoCe: Novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica;
- LaMacCe: Novo piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica;
- CeCe: Novo piso de cerâmica sobre o piso original de cerâmica;
- PorCe: Novo piso de porcelanato sobre o piso original de cerâmica;
- POCamp: Piso original de cerâmica em campo;
- LaMoCeCamp: Novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica realizado em campo;
- LaMacCeCamp: Novo piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica realizado em campo.

De acordo com a Tabela 04, pode-se verificar que o piso original de cerâmica (PO) e o novo piso de cerâmica sobre o piso original de cerâmica (CeCe) seguiu uma sequência de valores elevados das médias do ruído de impacto (Li) para todas as frequências analisadas (100 Hz a 3150 Hz), nos três locais de estudo (Laboratório – câmara 1 e 2; campo). Já para LaMoCe e LaMacCe, Li possui os menores valores nas frequências mais altas (630Hz a 3150Hz), e os maiores valores para as frequências mais baixas (100Hz a 500 Hz) para os ensaios realizados nas duas câmaras do laboratório e em campo. O ensaio de PorCe apresentou valores baixos de Li nas frequências de 2000 Hz a 3150 Hz para o ensaio da câmara 01 do laboratório, e valores intermediários nas demais frequências. Para o estudo dessa mesma amostra (PorCe) na câmara 02 do laboratório, os valores das médias do ruído de impacto (Li) se mostraram intermediário em todas as frequências.

No Apêndice “A” encontram-se os resultados dos níveis de ruído de impacto (Li) de todos os ensaios, conforme cada posição da fonte de impacto (câmara de emissão) e do analisador acústico (câmara de recepção), com as respectivas frequências de 100 a 3150 Hz - incluindo o valor do ruído de impacto já corrigido (com relação ao ruído de fundo) e as tabelas detalhando essas correções. Já o Apêndice B apresenta os valores detalhados, conforme posição da fonte sonora e das três posições do analisador acústico, durante o ensaio do Tempo de Reverberação para cada ambiente ensaiado. Os resultados da média das três posições do analisador de cada ambiente estão descritos na Tabela 05.

Os Tempos de Reverberação (TR) para as duas câmaras de recepção do laboratório são aproximados para todas as frequências, possuindo uma diferença máxima de 0,91s na frequência de 125 Hz. Estima-se que essa proximidade nos valores é devido ao fato das câmaras possuírem praticamente as mesmas características construtivas (bloco de solo cimento aparente como material de vedação, ausência de janelas e forro de gesso, mesma área etc), diferenciando apenas pela laje (câmara 01 – pré-moldada convencional; câmara

02 – nervurada). Quando se compara as câmaras de recepção do laboratório com a do campo, pode-se notar uma diferença considerável nos valores do TR na maioria das frequências. A provável causa desse fato ocorrer é devido aos ambientes possuírem características construtivas diferentes (laboratório x campo: blocos solo cimento aparente x tijolos cerâmicos revestidos com argamassa cimentícia; ausência de janelas x presença de janelas; ausência de forro x presença de forro de gesso), mesmo que a semelhança na área, volume e tipo de laje entre esses dois ambientes sejam bem aproximadas. Percebe-se uma diferença máxima de 1,84 s (na frequência de 315 Hz) a mais no TR da câmara de recepção do ensaio realizado em campo quando comparado com o ensaio na câmara 01 do laboratório.

Tabela 5 - Média do tempo de reverberação de cada câmara de recepção.

| FREQUÊNCIAS<br>(Hz) | MÉDIA DO TEMPO DE REVERBERAÇÃO (s)                               |                                                |                                          |
|---------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------|
|                     | LABORATÓRIO<br>(câmara 01 - laje<br>pré-moldada<br>convencional) | LABORATÓRIO<br>(câmara 02 - laje<br>nervurada) | CAMPO<br>(laje pré-moldada<br>treliçada) |
| 100                 | 1,44                                                             | 1,45                                           | 1,41                                     |
| 125                 | 1,72                                                             | 2,63                                           | 1,84                                     |
| 160                 | 1,39                                                             | 1,50                                           | 1,88                                     |
| 200                 | 1,18                                                             | 1,46                                           | 3,01                                     |
| 250                 | 1,13                                                             | 1,31                                           | 2,89                                     |
| 315                 | 0,76                                                             | 1,17                                           | 2,60                                     |
| 400                 | 1,15                                                             | 1,54                                           | 2,63                                     |
| 500                 | 1,17                                                             | 1,50                                           | 2,72                                     |
| 630                 | 1,10                                                             | 1,64                                           | 2,63                                     |
| 800                 | 1,00                                                             | 1,65                                           | 2,49                                     |
| 1000                | 0,98                                                             | 1,70                                           | 2,43                                     |
| 1250                | 1,02                                                             | 1,74                                           | 2,25                                     |
| 1600                | 1,05                                                             | 1,65                                           | 2,07                                     |
| 2000                | 0,95                                                             | 1,52                                           | 1,99                                     |
| 2500                | 0,87                                                             | 1,41                                           | 1,96                                     |
| 3150                | 0,83                                                             | 1,31                                           | 1,82                                     |

Os níveis de pressões sonoras padronizadas ( $L'_{nT}$ ) para cada sistema de pisos avaliados estão apresentados na Tabela 06 e na Figura 32.

No Apêndice C, encontram-se as etapas intermediárias para se determinar os números globais (nível de pressão sonora de impacto padrão ponderado,  $L'_{nt,w}$ ) de cada amostra em cada ambiente estudado conforme a ISO 717-2 (2013). Esse apêndice mostra a tabela e o gráfico de confrontação dos valores da curva padrão e do nível de ruído de impacto padronizado em decibéis, assim como o  $L'_{nT,w}$  que classifica a amostra na frequência de 500Hz.

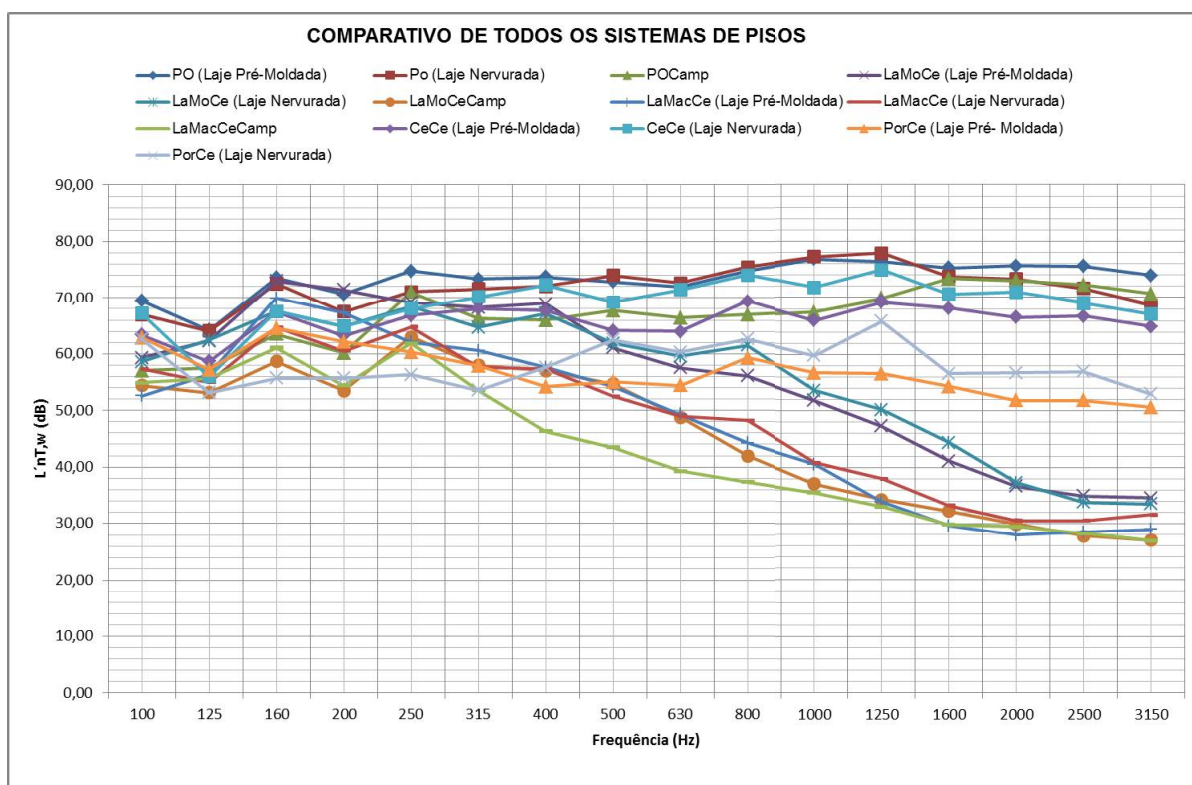
Tabela 6 - Níveis de pressões sonoras padronizadas ( $L'_{nT}$ ) dos sistemas de pisos.

| SISTEMAS DE PISOS                                       | FREQUÊNCIAS (Hz)                                                  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                                         | 100                                                               | 125   | 160   | 200   | 250   | 315   | 400   | 500   | 630   | 800   | 1000  | 1250  | 1600  | 2000  | 2500  | 3150  |
|                                                         | Níveis de pressões sonoras padronizadas das amostras (L'nT) em dB |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Laboratório (câmara 01 - laje pré-moldada convencional) |                                                                   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| PO                                                      | 69,41                                                             | 64,17 | 73,55 | 70,66 | 74,77 | 73,35 | 73,68 | 72,84 | 71,98 | 74,80 | 76,79 | 76,42 | 75,27 | 75,59 | 75,51 | 73,88 |
| LaMoCe                                                  | 59,33                                                             | 62,28 | 72,96 | 71,45 | 69,18 | 68,21 | 68,98 | 61,10 | 57,54 | 56,12 | 51,83 | 47,27 | 41,15 | 36,62 | 34,98 | 34,60 |
| LaMacCe                                                 | 52,58                                                             | 56,37 | 69,96 | 67,33 | 62,06 | 60,54 | 57,58 | 54,17 | 49,31 | 44,25 | 40,58 | 33,85 | 29,64 | 27,90 | 28,52 | 28,97 |
| CeCe                                                    | 63,34                                                             | 58,66 | 67,47 | 63,20 | 66,83 | 68,00 | 67,68 | 64,09 | 64,00 | 69,38 | 66,03 | 69,28 | 68,24 | 66,59 | 66,85 | 64,99 |
| PorCe                                                   | 62,82                                                             | 57,16 | 64,58 | 62,13 | 60,30 | 57,84 | 54,21 | 55,01 | 54,42 | 59,33 | 56,70 | 56,59 | 54,34 | 51,81 | 51,82 | 50,63 |
| Laboratório (câmara 02 - laje nervurada)                |                                                                   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| PO                                                      | 66,94                                                             | 64,05 | 72,52 | 67,48 | 71,09 | 71,59 | 72,04 | 73,99 | 72,63 | 75,45 | 77,22 | 77,86 | 73,70 | 73,27 | 71,58 | 68,66 |
| LaMoCe                                                  | 58,61                                                             | 62,40 | 67,55 | 64,89 | 68,48 | 64,69 | 67,16 | 61,85 | 59,56 | 61,52 | 53,62 | 50,23 | 44,40 | 37,31 | 33,78 | 33,56 |
| LaMacCe                                                 | 57,28                                                             | 54,93 | 64,69 | 60,51 | 64,75 | 57,63 | 57,34 | 52,45 | 48,97 | 48,23 | 40,82 | 38,02 | 33,26 | 30,53 | 30,56 | 31,59 |
| CeCe                                                    | 67,17                                                             | 55,94 | 67,50 | 64,89 | 68,05 | 70,17 | 72,31 | 69,23 | 71,40 | 74,05 | 71,78 | 74,90 | 70,56 | 70,97 | 69,09 | 67,21 |
| PorCe                                                   | 62,61                                                             | 53,10 | 55,69 | 55,65 | 56,34 | 53,56 | 57,57 | 62,46 | 60,31 | 62,65 | 59,79 | 65,89 | 56,57 | 56,72 | 56,94 | 52,96 |
| Campo (laje pré-moldada treliçada)                      |                                                                   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| POCamp                                                  | 57,05                                                             | 57,50 | 63,46 | 60,17 | 71,04 | 66,29 | 66,00 | 67,65 | 66,41 | 66,99 | 67,52 | 69,86 | 73,35 | 73,03 | 72,25 | 70,63 |
| LaMoCeCamp                                              | 54,42                                                             | 53,14 | 58,69 | 53,46 | 62,95 | 57,91 | 57,04 | 54,65 | 48,82 | 41,99 | 37,11 | 34,32 | 32,24 | 29,93 | 27,75 | 27,00 |
| LaMacCeCamp                                             | 54,91                                                             | 55,60 | 61,06 | 54,39 | 61,87 | 53,53 | 46,29 | 43,49 | 39,28 | 37,39 | 35,53 | 33,05 | 29,85 | 29,51 | 28,19 | 26,96 |

- PO: Piso original de cerâmica;
- LaMoCe: Novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica;
- LaMacCe: Novo piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica;
- CeCe: Novo piso de cerâmica sobre o piso original de cerâmica;
- PorCe: Novo piso de porcelanato sobre o piso original de cerâmica;
- POCamp: Piso original de cerâmica em campo;
- LaMoCeCamp: Novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica realizado em campo;
- LaMacCeCamp: Novo piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica realizado em campo.

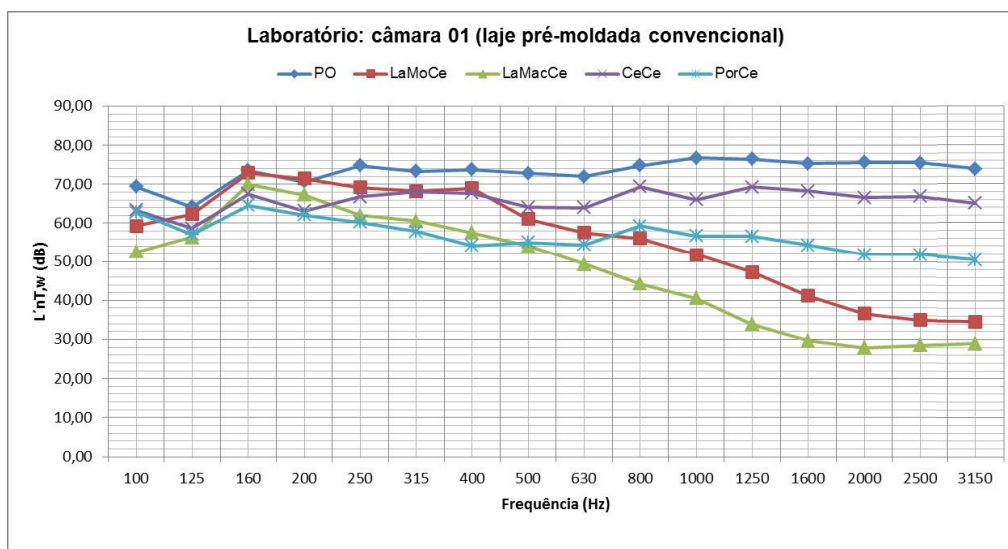
De acordo com a Tabela 06, observa-se que as amostras com laminado de madeira e material resiliente para os ensaios realizados em laboratório (LaMoCe e LaMacCe) e em campo (LaMoCeCamp e LaMacCeCamp) possuem os menores valores dos níveis de pressões sonoras padronizadas ( $L'_{nT}$ ) para as frequências mais altas (630 Hz a 3150 Hz) e os maiores valores de  $L'_{nT}$  para as frequências mais baixas (100 Hz a 500 Hz), fazendo assim com que a curva do gráfico da Figura 32 tenha um decréscimo na sequência das frequências. Para a amostra PorCe ensaiada apenas no laboratório, a maioria dos valores de  $L'_{nT}$  estão na faixa do desempenho intermediário (56 dB à 65 dB) da Norma NBR 15575-3 (ABNT, 2013), tornando assim a curva do gráfico uma linha mediana. Os ensaios com PO e CeCe possuíram o pior desempenho desse estudo, tanto em laboratório como em campo, com a maioria dos valores de  $L'_{nT}$  na faixa do desempenho mínimo aceitável (66 dB a 80 dB), fazendo com que a curva do gráfico dessas amostras tenha um crescimento na sequência das frequências.

Figura 32 - Níveis de pressão sonora padronizados ( $L'_{nT,w}$ ) de todos os sistemas de piso ensaiados nos três ambientes.



Na sequência das Figuras 33, 34, e 35 são ilustrados os gráficos que comparam os níveis de pressões sonoras padronizadas ( $L'_{nT,w}$ ) nas frequências de 100 a 3150 Hz para todos os sistemas de pisos estudados, separado por ambiente de estudo.

Figura 33 - Níveis de pressão sonora padronizados ( $L'_{nT}$ ) de todos os sistemas de piso na câmara 01 do laboratório - laje pré-moldada convencional.



Observa-se que o comportamento das amostras de pisos ensaiados se repete de igual forma para todos os ambientes estudados.

Figura 34 - Níveis de pressão sonora padronizados ( $L'_{nT}$ ) de todos os sistemas de piso na câmara 02 do laboratório - laje nervurada.

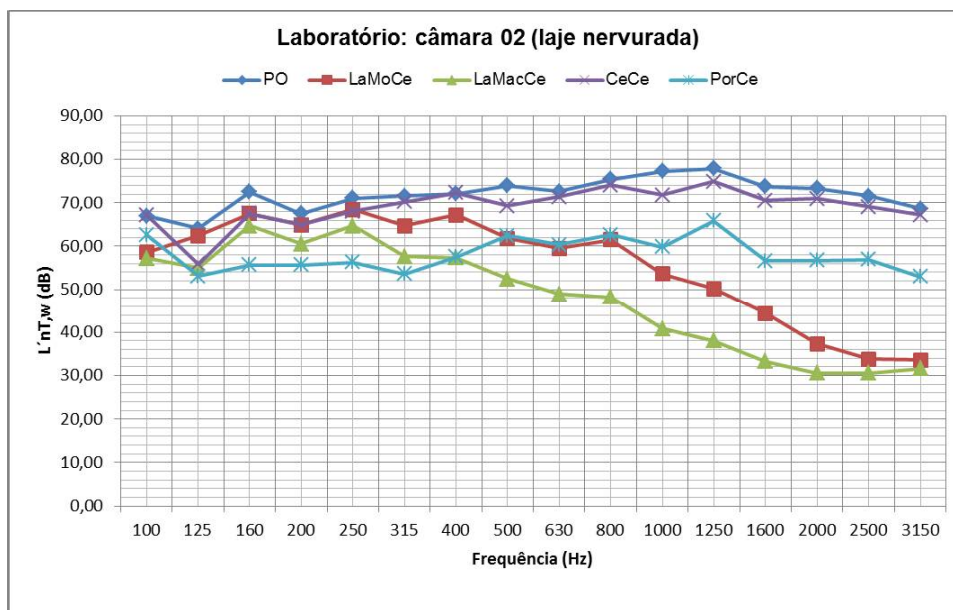
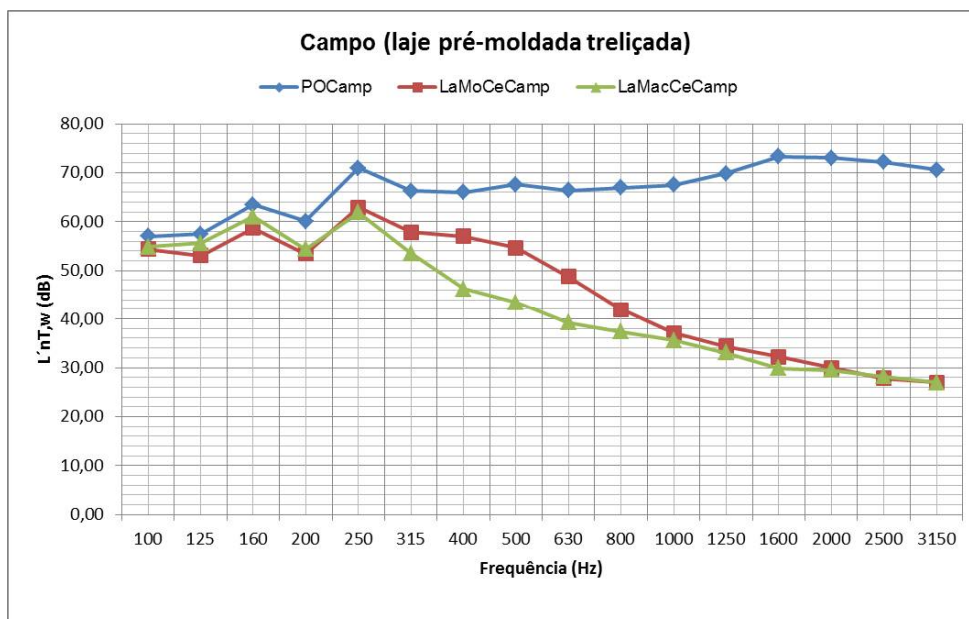


Figura 35 - Níveis de pressão sonora padronizados ( $L'_{nT}$ ) de todos os sistemas de piso em campo - laje pré-moldada treliçada.



### 3.2 – Análise dos resultados obtidos com sistemas de novo piso sobre piso original

A comparação entre todos os sistemas de pisos testados nos três ambientes em laboratório e campo, estão representados na Tabela 07, incluindo os números globais ( $L'_{nt,w}$ ) de cada amostra.

Através desse comparativo, pode-se observar que o estudo do isolamento do ruído de impacto entre pisos de unidades habitacionais sobrepostas através da aplicação de novo revestimento sobre o piso original teve resultados bastante satisfatórios.

Tabela 7 - Comparativo entre os sistemas de pisos.

| SISTEMAS DE PISOS COMPARADOS                                   | $L'_{nt,w}$ (dB) | REDUÇÕES NOS RUIÍDOS DE IMPACTO (dB) | DESEMPENHO SEGUNDO NBR 15575-3 (ABN, 2013) | ACRÉSCIMO NA ESPESSURA (cm) |
|----------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Laboratório (câmara 01 - laje pré-moldada convencional)</b> |                  |                                      |                                            |                             |
| PO                                                             | 81               | -                                    | abaixo do mínimo                           | -                           |
| LaMoCe                                                         | 62               | 19                                   | intermediário                              | 1                           |
| LaMacCe                                                        | 56               | 25                                   | intermediário                              | 1,6                         |
| CeCe                                                           | 73               | 8                                    | mínimo                                     | 1,1                         |
| PorCe                                                          | 60               | 21                                   | intermediário                              | 0,9                         |
| <b>Laboratório (câmara 02 - laje nervurada)</b>                |                  |                                      |                                            |                             |
| PO                                                             | 79               | -                                    | mínimo                                     | -                           |
| LaMoCe                                                         | 60               | 19                                   | intermediário                              | 1                           |
| LaMacCe                                                        | 54               | 25                                   | superior                                   | 1,6                         |
| CeCe                                                           | 77               | 2                                    | mínimo                                     | 1,1                         |
| PorCe                                                          | 64               | 15                                   | intermediário                              | 0,9                         |
| <b>Campo (laje pré-moldada treliçada)</b>                      |                  |                                      |                                            |                             |
| POCamp                                                         | 78               | -                                    | mínimo                                     | -                           |
| LaMoCeCamp                                                     | 51               | 27                                   | superior                                   | 1                           |
| LaMacCeCamp                                                    | 50               | 28                                   | superior                                   | 1,6                         |

- PO: Piso original de cerâmica;
- LaMoCe: Novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica;
- LaMacCe: Novo piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica;
- CeCe: Novo piso de cerâmica sobre o piso original de cerâmica;
- PorCe: Novo piso de porcelanato sobre o piso original de cerâmica;
- POCamp: Piso original de cerâmica em campo;
- LaMoCeCamp: Novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica realizado em campo;
- LaMacCeCamp: Novo piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica realizado em campo.

#### 3.2.1 – Novo piso laminado de madeira sobre piso cerâmico original

O melhor desempenho observado foi o do novo piso laminado de madeira com manta acústica sobre piso original de cerâmica (LaMacCe e LaMacCeCamp), com redução de 25 dB para os ensaios realizados em laboratório (LABEME/CT/UFPB) e 28 dB para o ensaio realizado em campo, quando comparado com o piso original de cerâmica (PO).

Confirmando, assim, o estudo de HALE et al. (2006), o qual afirma que o uso de materiais resilientes em superfícies de alta rigidez apresenta melhor desempenho no isolamento do ruído de impacto.

Segundo a Norma NBR 15575-3 (ABNT, 2013), o ensaio apenas do Piso Original (PO) na câmara 01 do laboratório (laje pré-moldada convencional) se enquadrou acima da faixa de desempenho mínimo aceitável (de 66dB a 80dB), com o valor do  $L'_{nT,w}$  igual a 81dB. Para a câmara 02 do laboratório (laje nervurada), esse valor ficou dentro da faixa do mínimo aceitável com  $L'_{nT,w}$  igual a 79dB. Para o ensaio em campo (laje pré-moldada treliçada) o valor do  $L'_{nT,w}$  (78dB) ficou dentro do desempenho mínimo. Nota-se que, nas três situações, os valores obtidos para  $L'_{nT,w}$  foram muito parecidos (diferença máxima de 3 dB), apesar das diferenças entre os sistemas de piso, considerando os tipos de lajes em cada caso.

Após a aplicação do laminado de madeira com a manta acústica (LaMacCe) sobre o PO, o desempenho para o sistema de piso ensaiado na câmara 01 do laboratório foi para a faixa intermediária (56dB a 65dB) com  $L'_{nT,w}$  igual a 56dB, e para faixa superior (< 55 dB), tanto no ensaio realizado (LaMacCe) na câmara 2 do laboratório ( $L'_{nT,w}$  igual a 54dB) quanto para o ensaio (LaMacCeCamp) em campo ( $L'_{nT,w}$  igual a 50dB).

O LaMacCe foi o sistema que obteve o maior impacto no aumento da espessura total do sistema de novo piso sobre o piso original cerâmico, com acréscimo de 1,6cm. Mesmo sendo essa a maior espessura, esse acréscimo não foi considerado um impacto relevante, visto que se trata de um valor pequeno, não afetando demasiadamente os necessários cortes das portas nem nas reduções das alturas das bancadas (ex.: pia da cozinha) e do peitoril das janelas, para a adequação do novo piso sobre o piso original.

O novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica (LaMoCe) apresentou uma redução de 19 dB em ambas as câmaras acústicas do laboratório, alterando do desempenho mínimo inicial (piso original) para o desempenho intermediário. Já para o ensaio em campo (LaMoCeCamp), o desempenho saiu da faixa mínima aceitável (de 66dB a 80dB) e passou para a faixa superior (< 55 dB) com redução de 27 dB e valor  $L'_{nT,w}$  igual a 51 dB. O impacto na espessura final do sistema de piso sobre piso foi de apenas 1,0 cm.

### 3.2.2 - Novo piso cerâmico sobre piso cerâmico original

O sistema de piso que menos favoreceu a redução do ruído de impacto foi o ensaio do novo piso de cerâmica sobre o piso original de cerâmica (CeCe), confirmando o estudo de Oliveira, Zini, Pagnussat (2014) e Honda (2006), cuja conclusão foi, para os sistemas analisados, que o piso cerâmico apresentou o mais baixo isolamento do ruído de impacto.

A amostra CeCe reduziu o valor de  $L'_{nT,w}$  em apenas 8 dB no ensaio realizado na câmara acústica 01 (laje pré-moldada) e 2 dB na câmara 02 (laje nervurada), ambas do laboratório, continuando nos dois casos no desempenho mínimo, segundo a Norma NBR 15575-3 (ABNT, 2013). Com relação ao aumento da espessura final do sistema de novo piso sobre original, neste caso (CeCe), o valor acrescentado foi de apenas 1,1 cm, sendo também esse considerado um resultado satisfatório.

### 3.2.3 – Novo piso porcelanato extrafino sobre piso cerâmico original

O ensaio com o novo piso de porcelanato sobre o piso original de cerâmica (PorCe) apresentou uma redução de 21 dB e 15 dB nos ensaios realizados nas câmaras acústicas 01 e 02 do laboratório, respectivamente. Aqui, o impacto no aumento da espessura final do sistema de piso foi considerado o menor de todas as amostras avaliadas, com apenas 0,9 cm.

### 3.2.4 – Comparação entre as amostras em diversas condições de ensaios

Os resultados obtidos estão coerentes com as afirmações de Kim, Jeong e Yang (2009) ao relacionar as características dos materiais utilizados no sistema de piso, com destaque para aquele material com menor rigidez dinâmica e o seu potencial de redução dos níveis de ruído de impacto. De fato, intuitivamente, pode-se afirmar que é menor a rigidez dinâmica dos materiais, como por exemplo, laminado de madeira e mantas em comparação à cerâmica e ao porcelanato, utilizados nos testes como novos pisos sobre o piso original cerâmico. Logo, tal diferença na rigidez dinâmica implicou em menor valor da frequência de ressonância, o que levou à redução importante nos níveis de ruído de impacto no sistema de novo piso sobre piso original.

Na verdade, na execução do sistema de piso com revestimento cerâmico (cerâmica ou porcelanato), os materiais de base cimentícia utilizados para o assentamento das peças, depois de curados, conferem maior rigidez ao sistema de piso novo sobre o piso original, comparado quando se utilizou o laminado de madeira com manta (acústica ou original do fornecedor) sobre o piso original.

No entanto, no sistema de piso laminado sobre manta, como as peças do laminado não possuem vínculos rígidos com os demais elementos construtivos, essa situação pode propiciar espaços para a transmissão do ruído aéreo pelos flancos, quando se observa deficiência na execução do revestimento (OLIVEIRA, ZINI, PAGNUSSAT; 2014). Este não parece ser o caso dos testes realizados no presente estudo.

Os ensaios realizados em laboratório (LABEME/CT/UFPB) foram executados sempre com uso de uma placa de 1,0 m x 1,0 m, caracterizando amostras com pequena dimensão,

o que é tipificado como ensaio simplificado. Como esse método consiste em colocar a placa (contra piso + revestimento), que simula o sistema de piso ensaiado, a certa distância das paredes (50cm ou 60cm alternadamente), percebe-se que dessa forma não ocorre a ponte acústica entre o sistema de piso em teste e as paredes de contorno do ambiente considerado como câmara de emissão de ruído de impacto. Por outro lado, essa situação representa menor massa do sistema de piso sobre a laje estrutural e pode favorecer uma maior transmissão de ruído a partir da câmara de emissão durante as medições. A despeito disso, pode-se entender que todos os valores de  $L'_{nT,w}$  resultantes dos dados coletados nas câmaras acústicas no laboratório podem estar superestimados, uma vez que não há contato da amostra ensaiada com as paredes. Tal situação pode ter menor influência no caso da análise de piso flutuante (ex.: LaMoCe, LaMacCe, LaMoCeCamp e LaMacCeCamp), no qual se utiliza material resiliente entre o contrapiso e laje (ou, entre o novo piso e o piso original), que se estende até a altura de rodapé, o que de certa forma poderia compensar o efeito das placas (1,0 m<sup>2</sup>) com pequena área da amostra de ensaio nas câmaras acústicas em laboratório.

Os ensaios realizados em campo foram apenas com laminado de madeira e as mantas original e acústica como material resiliente entre o novo piso e o piso original cerâmico. Também, é importante lembrar, que os testes em campo foram realizados em toda área de piso do ambiente selecionado, e o material resiliente aplicado entre os dois pisos se estendeu até a altura do rodapé, evitando a ponte acústica entre o novo piso e as paredes.

A Tabela 08 mostra o comparativo entre os resultados obtidos nos ensaios realizados em campo e na câmara 01 do laboratório. Como pode-se observar, foi escolhido um ambiente para realizar os ensaios em campo que tivesse características similares às da câmara 01 do laboratório. Partiu-se da premissa de que quanto mais próximas fossem tais características, seria mais fácil estabelecer uma correlação entre os resultados obtidos nas duas situações. Entretanto, ao se observar de forma mais detalhada, podem ser percebidas algumas pequenas diferenças entre as duas condições de ensaios em análise. Elas podem ser identificadas no tipo de laje pré-moldada (convencional x treliçada), na espessura do contra piso (apenas 0,5 cm), no volume dos ambientes de emissão e recepção (1,82 m<sup>3</sup> e 0,92 m<sup>3</sup>, respectivamente) e na existência de forro de gesso no ambiente de recepção apenas no ensaio em campo.

Tabela 8 - Comparativo dos ensaios realizados em campo e laboratório - câmara 01.

| SISTEMAS DE PISOS COMPARADOS   | L'nt,w (dB) | REDUÇÕES NOS RUÍDOS DE IMPACTO (dB) | DESEMPENHO SEGUNDO NBR 15575-3 (ABN, 2013) | TIPO DE LAJE             | ESPESSURA DA LAJE (CM) | ESPESSURA DO CONTRAPISO (CM) | ESPESSURA NO SISTEMA DE PISOS (CM) | ACRÉSCIMO NA ESPESSURA (cm) | ÁREA DO AMBIENTE DO ENSAIO - EMISSÃO E RECEPÇÃO (M²) | VOLUME DO AMBIENTE DO ENSAIO - EMISSÃO DO RUÍDO (M³) | VOLUME DO AMBIENTE DO ENSAIO - RECEPÇÃO DO RUÍDO (M³) | FORRO DE GESSO |
|--------------------------------|-------------|-------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------|
| <b>Laboratório (câmara 01)</b> |             |                                     |                                            |                          |                        |                              |                                    |                             |                                                      |                                                      |                                                       |                |
| PO                             | 81          | -                                   | abaixo do mínimo                           | Pré-moldada convencional | 13                     | 4,5                          | 5,5                                | -                           | 6,87                                                 | 15,80                                                | 16,7                                                  | Não            |
| LaMoCe                         | 62          | 19                                  | intermediário                              | Pré-moldada convencional | 13                     | 4,5                          | 6,5                                | 1                           | 6,87                                                 | 15,80                                                | 16,7                                                  | Não            |
| LaMacCe                        | 56          | 25                                  | intermediário                              | Pré-moldada convencional | 13                     | 4,5                          | 7,1                                | 1,6                         | 6,87                                                 | 15,80                                                | 16,7                                                  | Não            |
| <b>Campo</b>                   |             |                                     |                                            |                          |                        |                              |                                    |                             |                                                      |                                                      |                                                       |                |
| POCamp                         | 78          | -                                   | mínimo                                     | Pré-moldada treliçada    | 13                     | média de 5                   | 6,0                                | -                           | 6,82                                                 | 17,62                                                | 17,62                                                 | Sim            |
| LaMoCeCamp                     | 51          | 27                                  | superior                                   | Pré-moldada treliçada    | 13                     | média de 5                   | 7,0                                | 1                           | 6,82                                                 | 17,62                                                | 17,62                                                 | Sim            |
| LaMacCeCamp                    | 50          | 28                                  | superior                                   | Pré-moldada treliçada    | 13                     | média de 5                   | 7,6                                | 1,6                         | 6,82                                                 | 17,62                                                | 17,62                                                 | Sim            |

- PO: Piso original de cerâmica;
- LaMoCe: Novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica;
- LaMacCe: Novo piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica;
- CeCe: Novo piso de cerâmica sobre o piso original de cerâmica;
- PorCe: Novo piso de porcelanato sobre o piso original de cerâmica;
- POCamp: Piso original de cerâmica em campo;
- LaMoCeCamp: Novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica realizado em campo;
- LaMacCeCamp: Novo piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica realizado em campo.

Quanto às áreas das câmaras dos ensaios, elas são praticamente iguais, visto que a diferença é muito pequena, ao comparar o valor em campo (6,82m²) com o valor em laboratório (6,87m²), sendo este o parâmetro que foi determinante para a escolha do ambiente do apartamento, no edifício selecionado para se realizar os testes em campo.

Com respeito à existência de forro de gesso apenas nos ambientes (emissão e recepção) em campo, tal diferença gera expectativa para os ensaios realizados nessa condição, considerando que o efeito da caixa de ressonância, caracterizada pelo volume existente entre a laje estrutural e o forro de gesso, é desfavorável ao desempenho dos sistemas de piso quanto ao ruído de impacto. Entretanto, isto não foi confirmado, dado que os resultados em campo foram melhores do que em laboratório. Pode ser que outros fatores tenham sido predominantes no sentido de favorecer os resultados em campo, tais como maior espessura de contra piso, maior volume dos ambientes etc. Supõe-se que a existência do forro de gesso tenha influência direta no tempo de reverberação e consequentemente no valor dos níveis de pressões sonoras padronizadas (L'nt). De fato, pode-se constatar, nos resultados apresentados nas Tabelas 05 e 06, que o ambiente em

campo possui maiores valores de tempo de reverberação e menores valores de  $L'_{nT}$ , confirmando que quanto maior o tempo de reverberação, menor será o nível de pressão sonora padronizada.

Apesar das lajes dos ambientes ensaiados em campo e laboratório serem pré-moldadas com a mesma espessura de 13cm, pode-se apontar uma variável entre tais lajes, que se diferenciam apenas pelo processo de sua execução: ambas compostas pela montagem das vigotas entre os blocos cerâmicos, complementado por uma malha de armadura negativa e uma camada superior de concreto de cimento Portland, executada no local. A laje do ambiente em campo é pré-moldada treliçada, na qual parte da armação da vigota fica exposta e é concretada junto com a camada de concreto de capeamento, caracterizando assim uma aderência melhor entre a capa de concreto e as vigotas da laje.

No caso da laje pré-moldada convencional executada no ambiente em laboratório, a vigota é pré-fabricada integralmente antes do local definitivo, de modo que durante a execução da laje permanece uma zona de transição entre dois concretos com idades diferentes, aquele da capa e aquele da vigota. Tal zona de transição pode propiciar propagação diferente para os ruídos de impacto no piso, justificando os valores diferentes nos níveis de pressões sonoras padronizadas ( $L'_{nT}$ ) dos ensaios realizados em campo e em laboratório.

Outra característica que proporciona um valor menor de  $L'_{nT}$  nos resultados dos ensaios realizados em campo, quando comparado àqueles realizados em laboratório, é relativo à espessura do contrapiso. Mesmo sendo valores aproximados, a maior espessura (0,5 cm) em favor do contrapiso executado, no ambiente ensaiado em campo, representa maior massa no sistema de piso em análise, o que tende a proporcionar uma redução maior na transmissão do ruído de impacto para o ambiente de recepção.

Na análise comparativa entre os resultados obtidos nos ensaios de ruído de impacto para os sistemas de piso original, em ambas as situações (laboratório e campo) percebe-se que ocorre uma combinação de fatores, ora favoráveis, ora desfavoráveis, à redução dos níveis de pressão sonoras, que podem justificar a pequena diferença (3 dB) entre os valores de  $L'_{nT,w}$  resultantes. Ambos se classificaram muito próximos do limite superior (80 dB) da faixa de desempenho mínimo, segundo a NBR 15575-3 (ABNT, 2013).

No caso da comparação entre os resultados obtidos a partir de ensaios simplificados, realizados em laboratório (placa de 1,0 m x 1,0 m, simulando contra piso e camadas superiores da amostra em análise), e àqueles realizados em campo, deve-se lembrar que na condição de piso novo sobre piso original, em ambos locais de ensaios foi evitada a ponte acústica entre os sistemas de piso e as paredes de entorno nos ambientes de emissão. Nos ensaios em laboratório, a amostra em tamanho reduzido do sistema de piso em teste não encosta nas paredes, e no ensaio realizado em campo, o material resiliente (manta acústica

ou manta original do fornecedor) utilizado entre os dois pisos (novo e original), que se prolonga até a altura do rodapé, também não permite o contato do novo piso com a parede.

Ao analisar todas as características semelhantes dos ensaios realizados em campo e em laboratório, observa-se que o comportamento dos três diferentes sistemas de pisos (PO, LaMoCe e LaMacCe, POCamp, LaMoCeCamp e LaMacCeCamp) seguiram a mesma tendência de resultados com redução dos valores dos níveis de pressões sonoras padronizadas ( $L'_{nT}$ ), sempre quando se utiliza o laminado de madeira com os materiais resilientes (LaMoCe, LaMacCe, LaMoCeCamp e LaMacCeCamp) entre ele e o piso original (PO e POCamp).

Como se verifica na Tabela 08, a redução de  $L'_{nT,w}$  com o sistema de piso LaMoCe (com manta original do fornecedor) foi igual a 19 dB nos ensaios realizados em laboratório, passando de um desempenho abaixo do mínimo (81 dB) para um desempenho intermediário (62 dB), conforme enquadramento pela Norma NBR 15575-3 (ABNT, 2013). No ensaio realizado em campo, a amostra LaMoCeCamp resultou numa redução de 27 dB, passando de um desempenho mínimo para o superior. Neste caso, destaca-se a maior diferença (8 dB) entre os resultados obtidos em campo (27 dB) e em laboratório (19 dB), que, embora seja contraditório em relação à expectativa que se tinha de valor superestimado para o ensaio em laboratório, certamente confirma a eficiência do sistema com esse novo piso proposto sobre o piso original.

Para a amostra com laminado e manta acústica, a redução de  $L'_{nT,w}$  foi de 25 dB em laboratório (LaMacCe) e 28dB em campo (LaMacCeCamp), passando em ambos os casos do desempenho mínimo para o superior. Aqui, nota-se que a diferença entre os resultados obtidos em campo e em laboratório é de apenas 3 dB.

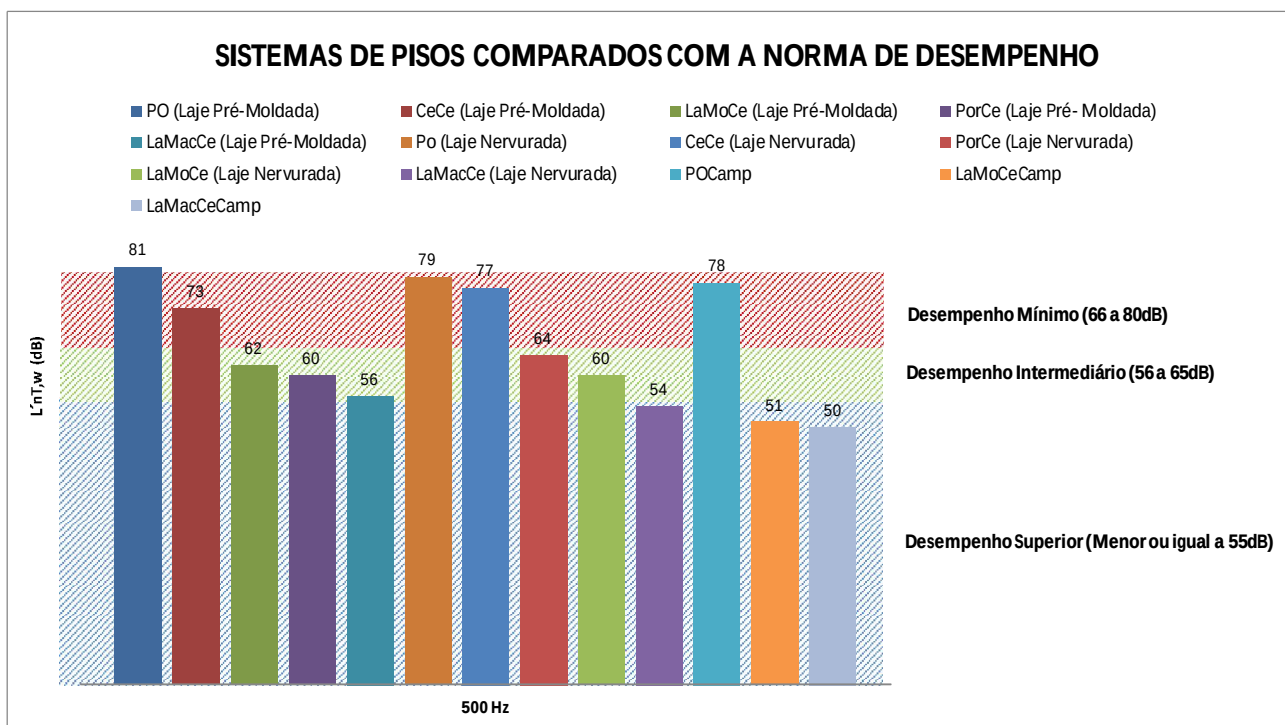
Patrício (2002) afirma que os resultados da atenuação do ruído de impacto em piso são mais seguros quando se estuda o isolamento acústico em laboratório, pois as avaliações realizadas em campo sofrem influências do local. Para um mesmo sistema de piso, a atenuação do ruído de impacto apresenta-se de forma desigual, quando comparados aos resultados em laboratório e em campo. Essa divergência ocorre com mais frequência em lajes não homogêneas (pré-moldadas, por exemplo). Esses fatos são justificados devido aos níveis de impacto padronizados ( $L'_{nTw}$ ) serem influenciados pelas curvas de ponderação propostas pela ISO 717-2:2013, que sofrem variação ao longo da faixa de frequência.

A considerar que os valores estabelecidos para a faixa de desempenho mínimo, conforme a NBR 15575-3 (ABNT, 2013), são altos (entre 66 dB e 80 dB) e que, quando comparados às normas internacionais de países mais desenvolvidos (desempenho mínimo entre 48 dB e 65 dB – Figura 02), são muito tolerantes em termos de níveis de ruído de impacto no sistema de piso.

Pode-se afirmar, então, que o presente estudo demonstrou ser possível corrigir problemas já instalados nas edificações em uso, sem grandes intervenções nos ambientes e com perspectiva de melhorar bastante o conforto acústico, além da possibilidade de atingir níveis de desempenho mínimo de países de primeiro mundo. Neste sentido, concorda-se com Rezende, Rodrigues e Vecchi (2014) quando recomendam a realização de estudos junto aos usuários das edificações para analisar a necessidade de revisão da norma NBR 15575-3 (ABNT, 2013).

O gráfico da Figura 36 ilustra o comparativo dos níveis de pressões sonoras padronizadas ( $L'_{nT}$ ) na frequência de 500Hz (número global que classifica a amostra) de todos os ensaios com a Norma NBR 15575-3 (ABNT, 2013).

Figura 36 - Comparativo entre os níveis de pressão sonora padrão ponderado ( $L'_{nT,w}$ ) de todos os sistemas de pisos com a Norma NBR 15575-3 (ABNT, 2013).



Onde,

- PO: Piso original de cerâmica;
- LaMoCe: Novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica;
- LaMacCe: Novo piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica;
- CeCe: Novo piso de cerâmica sobre o piso original de cerâmica;
- PorCe: Novo piso de porcelanato sobre o piso original de cerâmica;
- POCamp: Piso original de cerâmica em campo;

- LaMoCeCamp: Novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica realizado em campo;
- LaMacCeCamp: Novo piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica realizado em campo.

Podemos observar na Figura 36 que a amostra CeCe continuou na faixa de desempenho mínimo (66 a 80 dB) quando comparada com o PO ensaiado nas duas câmaras do laboratório, apresentando assim, o pior resultado para o estudo proposto de atenuar o ruído de impacto, através da aplicação de novo piso sobre o piso original.

As amostras do novo piso que obtiveram as maiores variações nas faixas de desempenhos propostos pela Norma NBR 15575-3 (ABNT, 2013), quando comparadas com o desempenho mínimo do PO, foram o do laminado de madeira com materiais resilientes. Para os ensaios realizados no laboratório, o LaMoCe alcançou o desempenho intermediário (56 a 65 dB) nas duas câmaras; e o LaMacCe atingiu o nível intermediário na câmara 01 e o superior (< 55 dB) na câmara 02. Para essas mesmas amostras ensaiadas em campo (LaMoCeCamp e LaMacCeCamp), ambas se enquadraram no nível superior da Norma, sendo assim, os melhores resultados obtidos nesse estudo.

O PorCe saiu do desempenho mínimo para o intermediário, quando comparado com o PO, para ambas as câmaras do laboratório.

A partir da comparação entre os custos estimados para a execução de cada sistema de novo piso sobre o piso original (Tabela 09), pode-se observar que os valores para a execução das amostras LaMoCe e LaMacCe são aproximadamente os mesmos e representam valores intermediários nesta análise. Logo, como a redução nos ruídos de impacto desses sistemas de piso (LaMoCeCamp = 27 dB e LaMacCeCamp = 28 dB) também são muito parecidos, com apenas 1 dB de diferença entre ambos para o ensaio realizado em campo (Tabela 07). Pode-se afirmar que a melhor opção seria executar o novo piso em laminado de madeira com a manta original do próprio fornecedor do laminado (LaMoCe). Isto leva em conta uma série de vantagens, tais como: menor transtorno na execução do sistema do novo piso sobre o piso original; a estética do acabamento resultante pelo novo piso executado; o menor aumento na espessura total do sistema de piso; e a redução considerável do ruído de impacto ao ponto do sistema de piso se classificar com desempenho superior. O estudo do laminado de madeira com a manta acústica (LaMacCe) também apresentou ótimos resultados, porém por utilizar uma manta com maior espessura (diferença de 0,6 cm) comparado à manta original do fornecedor do laminado, acaba dificultando a fixação e encaixe do laminado e rodapé de madeira sobre o piso original.

Com respeito ao porcelanato extrafino como novo piso assentado diretamente sobre o piso original cerâmico, pode-se dizer que está demonstrada a potencialidade de redução

do  $L'_{nT,w}$ , também com possibilidade de mudança de faixa na classificação de desempenho acústico ao ruído de impacto no piso, com a vantagem de melhorar o acabamento resultante pelo tipo de revestimento aplicado. Porém o custo é muito alto, e só compatível para atender ao padrão construtivo alto.

Com base nos resultados obtidos, não parece viável investir na execução do novo piso de cerâmica sobre o piso cerâmico original, que seria a alternativa para atender economicamente o padrão construtivo baixo. De fato, considera-se que não seria compensatório todo o transtorno construtivo inerente ao processo de execução para uma pequena redução nos ruídos de impacto no piso; que não garante a possibilidade de alterar a faixa de classificação de desempenho. Em todo caso, outros estudos devem avaliar outras possibilidades para atender a esse padrão construtivo.

Tabela 9 - Custo unitário por m<sup>2</sup> para a aplicação do novo revestimento sobre piso original - material e mão de obra.

| SISTEMAS DE PISOS | CUSTO POR M <sup>2</sup> DOS REVESTIMENTOS APLICADOS SOBRE PISO ORIGINAL (R\$) |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| LaMoCe            | R\$ 125,15                                                                     |
| LaMacCe           | R\$ 128,80                                                                     |
| CeCe              | R\$ 60,00                                                                      |
| PorCe             | R\$ 245,00                                                                     |

Onde,

- LaMoCe: Novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica;
- LaMacCe: Novo piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica;
- CeCe: Novo piso de cerâmica sobre o piso original de cerâmica;
- PorCe: Novo piso de porcelanato sobre o piso original de cerâmica;

## CAPÍTULO 4

### 4- CONCLUSÕES

O presente estudo buscou avaliar uma alternativa para reduzir o ruído de impacto entre pisos de unidades habitacionais sobrepostas, a partir da proposta da aplicação de novo piso sobre o piso original, considerando as seguintes premissas: confirmação de ganho no desempenho acústico para sistema composto; viabilidade com menor aumento da espessura do piso existente; adequado acabamento final do novo piso resultante.

A partir dos resultados obtidos com os cinco sistemas de piso/laje avaliados em laboratório e em campo (quarto de apartamento de edifício residencial), pode-se concluir que há uma considerável redução do nível de pressão sonora de impacto padrão ponderado ( $L'_{nT,w}$ ) ao se utilizar o sistema de piso com laminado de madeira com o material resiliente inserido entre ele e o piso original em cerâmica. Quando testadas (com ambas as lajes) em laboratório, a redução dos ruídos de impacto alcançou o patamar de 25 dB; e 28 dB no ensaio realizado em campo, utilizando a manta acústica comercial (produzida com material reciclável de garrafa PET). O notável foi o desempenho deste sistema no teste em campo, passando do desempenho mínimo (piso cerâmico original) para superior, conforme prescrição da NBR 15575-3 (ABNT, 2013). O sistema de piso sobre piso executado com laminado de madeira e a manta original (do fornecedor do laminado de madeira), no ensaio em campo, também resultou em grande potencial de redução (27 dB) dos ruídos de impacto no piso, o que permite também alterar o desempenho de mínimo para superior.

Os ensaios realizados em laboratório demonstraram o potencial de aplicação do novo piso com porcelanato extrafino sobre o piso original de cerâmica, com objetivo de obter redução dos ruídos de impacto no piso. Contudo, tal redução foi diferenciada conforme o tipo de laje considerada: 21 dB com a laje pré-moldada convencional e 15 dB com a laje nervurada. Em ambos os casos, a mudança na classificação de desempenho foi para intermediário, o que já representa ganho de desempenho acústico interessante.

A aplicação do piso cerâmico sobre o piso original de cerâmica não se mostrou muito eficiente nos ensaios realizados no laboratório, considerando que a redução do ruído de impacto foi pequena (8 dB com a laje pré-moldada convencional e 2 dB para a laje nervurada), mantendo o sistema de piso avaliado na faixa de desempenho mínimo.

Os pisos cerâmicos estudados (porcelanato extrafino e cerâmica) apresentaram comportamentos bem diferenciados, sendo o porcelanato (5 mm) viável para o isolamento do ruído de impacto e a cerâmica (7 mm) pouco eficiente. Sabendo que a espessura dos materiais é bem parecida e que os ensaios foram realizados de formas similares, essa

diferença de comportamento é observada, provavelmente, devido às características dos materiais, como a densidade e porosidade. Maiores estudos são necessários para entender essa diferença no comportamento, ficando assim, como recomendação de pesquisas futuras sobre o isolamento do ruído de impacto entre pisos.

Dentre os sistemas de piso avaliados, verifica-se que a escolha dos materiais, laminado de madeira e manta para executar o novo piso sobre o piso original, é bastante adequada e de fácil aplicação (sistema com réguas de encaixe com click). Esse sistema possibilitou importantes ganhos acústicos, quanto ao ruído de impacto, adicionando apenas 1,6 cm na espessura final do piso, quando utilizada a manta acústica de material reciclável de garrafa PET. Na verdade, a depender do tipo de manta adotada, pode-se adicionar apenas 1,0 cm na espessura total do sistema de piso, como foi o caso quando se utilizou a manta original do fornecedor do laminado de madeira, mantendo praticamente o mesmo desempenho acústico. A utilização da manta acústica (material reciclável de garrafa PET) dificulta a instalação do piso laminado de madeira, visto que se trata de uma manta mais espessa (0,6 cm a mais que a manta original do fornecedor do laminado), podendo assim exigir manutenções mais frequentes. Pode-se destacar como importante a opção por utilizar a manta original do fornecedor do laminado de madeira, visando facilitar o processo de execução, encaixe do laminado e instalação do rodapé de madeira sobre o piso original. Neste sentido, a indicação de sistema de novo piso sobre piso cerâmico original com maior eficiência é para o laminado de madeira com a manta original fornecida pelo próprio fabricante do laminado, que atende ao padrão construtivo médio e alto, quando considerado o custo por metro quadrado.

O assentamento do revestimento de porcelanato extrafino sobre a cerâmica do piso original proporcionou uma redução de ruído de impacto considerável com o menor acréscimo na espessura final do piso (apenas 0,9 cm) entre todos os sistemas avaliados. Nesse caso, considerando o alto custo do revestimento aplicado no sistema, considera-se que o porcelanato extrafino atende apenas ao padrão construtivo alto.

O piso de cerâmica sobre o piso cerâmico original, apesar de resultar num acréscimo de apenas 1,1cm na espessura final do sistema de piso, dadas as características dos materiais aplicados, acabou proporcionando uma redução pequena do ruído de impacto (ensaios em laboratório), o que torna o sistema avaliado pouco eficiente.

A facilidade de execução do sistema proposto com laminado de madeira e material resiliente para corrigir problemas de ruído de impacto entre ambientes sobrepostos de apartamentos é factível, inclusive por entender que esse tipo de piso, pelas características de acabamento que pode propiciar, pode atender diferentes padrões construtivos (médio e alto), em termos de custo por metro quadrado.

**Recomendações para pesquisas futuras sobre o isolamento do ruído de impacto entre pisos de unidades habitacionais sobrepostas:**

- Verificação da influência da densidade e porosidade dos materiais adicionados sobre o piso original na redução do ruído de impacto;
- Desenvolvimento de argamassa colante com aditivos incorporados, que tenham efeito como redutores do ruído de impacto, que possa ser utilizada no assentamento de um novo revestimento cerâmico sobre o piso original;
- Estudo do isolamento do ruído de impacto entre unidades habitacionais sobrepostas através de medidas e intervenções no espaço entre o forro e a laje estrutural que separa da unidade inferior;
- Avaliação da redução do ruído de impacto com a aplicação de outros tipos de revestimentos sobre o piso original;
- Utilização de tipos diferentes de mantas entre o piso laminado de madeira e o piso original para se obter maior redução do ruído de impacto;

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, Cassandra; CHING, Francis D.K. **Técnicas de Construção Ilustrada**. São Paulo: Artmed Editora S.A. - 1991;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT - **Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - desempenho - parte 3 - requisitos para os sistemas de pisos internos**. NBR 15575-3, 2013;

BISTAFA, S. R. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. São Paulo: Edgard Blücher – 2006;

BORGES, J. G. K. **Análise das propriedades acústicas de contrapisos produzidos com materiais reciclados**. Universidade do vale do rio dos sinos – 2015;

BRANCO, F.G; GODINHO, Luís. **On the use of lightweight mortars for the minimization of impact sound transmission**. Construction and Building Materials 45 (2013) 184-191;

CARVALHO, B. **Acústica aplicada à arquitetura**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1967. 101p;

CARVALHO, R. P. **Acústica arquitetônica**. Brasília, Thesaurus, 2006. 167p.

CARVALHO, R. P. **Acústica Arquitetônica**. Brasília. Thesaurus, 2010;

CARVALHO, R. P. **Ruído de impacto em lajes de piso**. 2010;

CORNACCHIA, G. M. M. **Investigação in-situ do isolamento sonoro ao ruído de impacto em edifícios residenciais**. Universidade Federal de Santa Catarina – 2009;

CONRAD, L.S. **Estudo comparativo entre diversos revestimentos para pisos quanto ao isolamento do ruído de impacto**. 2002. 142f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, 2002;

FERRAZ, R. **Atenuação de ruído de impacto em pisos de Edificações de pavimentos múltiplos**. Universidade Federal de Minas Gerais – 2008;

GABRIEL, C. M. N. **Revestimento vinílico em pavimentos: características, execução e patologia**. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa- 2011;

GERGES, S. N. Y. **Ruído: fundamentos e controle**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2000;

HALE, M. **Comparative results of field impact isolation testing of numerous resilient underlayment systems for hard-surfaced flooring**. Journal of Acoustic Society of America. Vol 120, p. 3147, 2006;

HASSAN, O. A. B. **Building Acoustics and Vibration: Theory and Practice**. London: World Scientific Publishing Company, Incorporated, 2009. p. 947;

HOPKINS, C. **Airborne sound insulation of beam and block floors: direct and flanking transmission**. Building Acoustics, v. 11, n. 1, p. 1–25, 2004;

HAX, S. P.; PIZZUTTI, J. S.; MACHADO, J. L.; **Utilização de resíduos de E.V.A. provenientes das indústrias calçadistas no isolamento de ruídos de impacto nas edificações.** Universidade Federal de Santa Maria;

HODA, S.S; **Technical note: Controlling the impact sound insulation of concrete slab floors.** Building Acoustics, v.13, n. 3, p. 243-251, 2006;

HOPKINS, C. **Airborne sound insulation of beam and block floors: direct and flanking transmission.** Building Acoustics, v. 11, n. 1, p. 1–25, 2004;

HOPKINS, C.; HALL, R. **Impact sound insulation using timber platform floating floors on a concrete floor base.** Building Acoustics, v. 13, n. 4, p. 273-284, 2006;

HOPKINS, C. **Sound Insulation.** Burlington. Elsevier Ltd – 2012;

HOPKINS, C.; TURNER, P. **Field measurement of airborne sound insulation between rooms with nondiffuse sound fields at low frequencies.** Applied Acoustics, v. 66, n. 12, p. 1339–1382, dez. 2005;

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

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

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

KIM, K.; JEONG, G.; YANG, K.; SOHN, J. **Correlation between dynamic stiffness of resilient materials and heavyweight impact sound reduction level.** Building and Environment, Vol. 44, 2009 pp. 1589-1600;

KIMURA, S.; INOUE, K. **Practical Calculation of Floor Impact Sound by Impedance Method.** Applied Acoustics, v. 26, pp. 263-292, 1989;

LEE,Y. J; LEE,C. S; CHOI,H. S; LIM, R. A; PARK, S. J; KIM, M. J. **Structural Behavior of Resilient Materials Subjected to Short-Term Load and Long-Term Load.** IACSIT International Journal of Engineering and Technology, 2014;

MATEUS, D; SANTOS, P. **Previsão da transmissão marginal de sons de percussão entre compartimentos sobrepostos.** In: ACÚSTICA 2008, Coimbra, 2008. Proceedings... Coimbra, 2008;

MARTINS, L. A. C.; SAHB, C. A. S.; NETO, M. F. F. **Conforto acústico de apartamentos residenciais, quanto ao ruído de impacto.** São Paulo- 2004;

MARTINS, W. B.; OLIVEIRA, H. L. S. **Avaliação da qualidade acústica pré-ocupação para o sistema de piso em ambiente construído de um apartamento residencial em Niterói-RJ.** In: XII Congresso Nacional de Excelência em Gestão & III INOVARSE, Rio de Janeiro – 2016;

MEHTA, M.; JOHNSON, J.; ROCAFORT, J. **Architectural Acoustics: principles and design**. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 445p;

NEVES, A, ANTÓNIO, J; NOSSA, A. **Resultados experimentais da rigidez dinâmica de materiais usados sob pavimentos flutuantes**. Acustica 2008, Coimbra, Portugal 18-22 Outubro, 2008;

OLIVEIRA, M. F.; ZINI, A.; PAGNUSSAT, D. T. **Desempenho acústico de sistemas de piso: estudos de caso para isolamento ao ruído aéreo e de impacto**. *Acústica e Vibrações*, No 46 - Dezembro de 2014;

PATRÍCIO, J. V. **Acústica de edifícios: índice de isolamento a sons de percussão utilizados no espaço europeu**. *ACÚSTICA E VIBRAÇÕES*. Rio de Janeiro, n. 39, p. 29 - 34, mai. 2008;

PATRÍCIO, J. V. **Acústica nos edifícios**. 6. ed. Lisboa: Verlag Dashöfer, 2010;

PATRÍCIO, J. V. **Can Beam-block Floors be considered Homogeneous Panels Regarding Impact Sound Insulation Building Acoustics**, v. 8, n. 3, p. 223– 236, 1 set. 2001;

PATRÍCIO, J. V. **Case Study: Laboratory and Field Measurements for Evaluating the Weighted Reduction in Impact Noise Associated with Floor Coverings**. *Building Acoustics*, v. 9, n. 2, p. 151-162, 1 jun. 2002;

PATRÍCIO, J. V. **Isolamento sonoro a sons aéreos e de percussão: metodologias de caracterização**. 6. ed. Lisboa: LNEC, 2010;

PEDROSO, M. A. T. **Estudo comparativo entre as modernas composições de pisos flutuantes quanto ao desempenho no isolamento ao ruído de impacto**. Universidade Federal de Santa Maria – 2007;

PEREIRA, D. A. M. **Desenvolvimento de uma metodologia para a relação entre sistemas de pisos flutuantes reduzidos e sistemas de pisos flutuantes completos em edificações de pavimentos múltiplos**. Universidade Federal da Paraíba – 2017;

PEREYRON, Daniel. **Estudo de tipologias de lajes quanto ao isolamento ao ruído de impacto**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande do Sul, 2008;

QUEIROZ, C; VIVEIROS, E.B. **Simulação do desempenho de isolamento acústico de fachadas de edificações residenciais multifamiliares de diferentes períodos arquitetônicos**. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE ACÚSTICA, 6., 2008. Anais Buenos Aires – 2008;

QUIRT, D.; NIGHTINGALE, T. **Flanking impact sound transmission in wood-framed multifamily construction**. *Journal of Acoustic Society of America*. Vol 120, p. 3207, 2006;

RASMUSSEN, B. **Sound classification schemes in Europe - Quality classes intended for renovated housing**. 2010, Malta: [s.n.], 2010. p. 1-8;

RECUERO, M.; GIL, C. **Acústica Arquitectonica**. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación - Universidad Politécnica de Madri - Artes Gráficas Benzai, S.A. - Madri - 784p, 1993.

REZENDE, J. B.; RODRIGUES, F. C.; VECCI, M. A. M. **Uma análise de critérios de desempenho acústico para sistemas de piso em edificações**. Juiz de Fora/ MG – 2014;

RINDEL, J.H. **Sound insulation of buildings**. In: THE INTERNATIONAL CONGRESS AND EXPOSITION ON NOISE CONTROL ENGINEERING, 36., 2007, Istanbul. Proceedings...Istanbul, 2007;

SANTOS, F. A. **Avaliação de placas cimentícias com resíduo de EVA quanto ao seu nível de isolamento acústico em sistemas de pisos flutuantes**. Universidade Federal da Paraíba - 2013;

SILVA, P. **Acústica arquitetônica e condicionamento de ar**. 5 ed. Belo Horizonte: EDTAL - Empresa Termo Acústica Ltda – 2005;

## APÊNDICE A

## RESULTADOS DOS ENSAIOS DOS NÍVEIS DE RUÍDO DE IMPACTO (Li)

- **Amostra:** Piso original de cerâmica (PO) na câmara com laje pré-moldada convencional.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 1.

Tabela 10 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra PO na laje pré-moldada convencional

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |               |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li (Db) |
| 100                 | 63,8                                                      | 63,7                 | 66,1                 | 63,9                 | 64,5          |
| 125                 | 68,1                                                      | 66,7                 | 67,1                 | 68,5                 | 67,7          |
| 160                 | 78,3                                                      | 77,4                 | 78,8                 | 77,7                 | 78,1          |
| 200                 | 75,8                                                      | 74,9                 | 76,2                 | 76,5                 | 75,9          |
| 250                 | 73,5                                                      | 78,0                 | 74,0                 | 75,4                 | 75,6          |
| 315                 | 72,3                                                      | 74,1                 | 74,1                 | 74,0                 | 73,7          |
| 400                 | 74,3                                                      | 73,8                 | 74,5                 | 76,1                 | 74,8          |
| 500                 | 76,3                                                      | 76,2                 | 75,2                 | 79,4                 | 77,1          |
| 630                 | 76,6                                                      | 75,9                 | 74,8                 | 77,4                 | 76,3          |
| 800                 | 78,3                                                      | 77,6                 | 79,8                 | 79,4                 | 78,9          |
| 1000                | 78,2                                                      | 76,7                 | 78,6                 | 78,1                 | 78,0          |
| 1250                | 80,7                                                      | 80,4                 | 81,7                 | 79,6                 | 80,7          |
| 1600                | 80,1                                                      | 79,5                 | 79,3                 | 79,5                 | 79,6          |
| 2000                | 80,4                                                      | 80,3                 | 78,7                 | 80,4                 | 80,0          |
| 2500                | 78,5                                                      | 77,6                 | 78,2                 | 78,8                 | 78,3          |
| 3150                | 76,8                                                      | 76,3                 | 76,4                 | 76,5                 | 76,5          |

- **Amostra:** Piso original de cerâmica (PO) na câmara com laje pré-moldada convencional.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 2

Tabela 11 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra PO na laje pré-moldada convencional

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |               |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li (Db) |
| 100                 | 76,6                                                      | 77,4                 | 75,0                 | 78,3                 | 77,0          |
| 125                 | 73,2                                                      | 69,0                 | 69,3                 | 71,1                 | 71,0          |
| 160                 | 77,6                                                      | 76,1                 | 78,2                 | 76,8                 | 77,2          |
| 200                 | 72,9                                                      | 71,0                 | 73,0                 | 72,3                 | 72,4          |
| 250                 | 80,0                                                      | 79,8                 | 76,8                 | 76,6                 | 78,6          |
| 315                 | 74,1                                                      | 77,9                 | 76,4                 | 75,6                 | 76,2          |
| 400                 | 77,6                                                      | 77,3                 | 77,5                 | 78,3                 | 77,7          |
| 500                 | 75,2                                                      | 74,7                 | 76,5                 | 76,3                 | 75,7          |
| 630                 | 72,9                                                      | 73,4                 | 72,8                 | 71,7                 | 72,7          |
| 800                 | 78,7                                                      | 76,9                 | 78,4                 | 77,9                 | 78,0          |
| 1000                | 79,5                                                      | 79,5                 | 79,3                 | 80,6                 | 79,8          |
| 1250                | 77,0                                                      | 78,5                 | 78,5                 | 78,4                 | 78,1          |
| 1600                | 75,9                                                      | 76,4                 | 75,8                 | 76,6                 | 76,2          |
| 2000                | 76,0                                                      | 75,9                 | 75,4                 | 76,2                 | 75,9          |
| 2500                | 75,9                                                      | 76,1                 | 76,9                 | 76,8                 | 76,4          |
| 3150                | 73,7                                                      | 74,3                 | 75,5                 | 74,6                 | 74,6          |

- **Amostra:** Piso original de cerâmica (PO) na câmara com laje pré-moldada convencional.
- **Amostra:** Piso original de cerâmica (PO) na câmara com laje pré-moldada convencional.
- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 3

Tabela 12 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra PO na laje pré-moldada convencional

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |               |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li (Db) |
| 100                 | 71,5                                                      | 70,1                 | 70,6                 | 72,9                 | 71,4          |
| 125                 | 69,2                                                      | 64,4                 | 64,7                 | 66,3                 | 66,6          |
| 160                 | 80,4                                                      | 78,8                 | 81,3                 | 79,2                 | 80,0          |
| 200                 | 76,6                                                      | 74,5                 | 75,9                 | 74,6                 | 75,5          |
| 250                 | 75,9                                                      | 75,6                 | 76,1                 | 74,1                 | 75,5          |
| 315                 | 75,1                                                      | 76,1                 | 76,8                 | 77,9                 | 76,6          |
| 400                 | 79,3                                                      | 78,3                 | 75,4                 | 77,3                 | 77,8          |
| 500                 | 77,6                                                      | 76,6                 | 75,8                 | 77,1                 | 76,8          |
| 630                 | 77,3                                                      | 76,8                 | 77,2                 | 76,6                 | 77,0          |
| 800                 | 79,0                                                      | 77,9                 | 78,5                 | 79,1                 | 78,7          |
| 1000                | 81,8                                                      | 82,3                 | 79,9                 | 82,0                 | 81,6          |
| 1250                | 80,5                                                      | 80,7                 | 80,0                 | 80,5                 | 80,4          |
| 1600                | 79,3                                                      | 79,8                 | 78,6                 | 80,1                 | 79,5          |
| 2000                | 79,9                                                      | 79,4                 | 79,5                 | 78,8                 | 79,4          |
| 2500                | 80,4                                                      | 78,8                 | 80,4                 | 79,7                 | 79,9          |
| 3150                | 78,3                                                      | 79,4                 | 77,7                 | 78,1                 | 78,4          |

- **Amostra:** Piso original de cerâmica (PO) na câmara com laje pré-moldada convencional.
- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 4

Tabela 13 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra PO na laje pré-moldada convencional

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |               |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li (Db) |
| 100                 | 77,6                                                      | 74,2                 | 74,2                 | 74,0                 | 75,3          |
| 125                 | 72,0                                                      | 70,6                 | 67,2                 | 72,9                 | 71,1          |
| 160                 | 76,6                                                      | 73,7                 | 73,6                 | 76,1                 | 75,2          |
| 200                 | 72,6                                                      | 73,0                 | 73,8                 | 70,7                 | 72,7          |
| 250                 | 79,7                                                      | 81,2                 | 80,4                 | 82,3                 | 81,0          |
| 315                 | 73,5                                                      | 72,7                 | 72,5                 | 74,2                 | 73,3          |
| 400                 | 79,0                                                      | 77,2                 | 75,9                 | 79,5                 | 78,1          |
| 500                 | 77,9                                                      | 74,4                 | 76,7                 | 75,9                 | 76,4          |
| 630                 | 71,9                                                      | 73,2                 | 74,3                 | 76,6                 | 74,4          |
| 800                 | 73,7                                                      | 75,1                 | 73,8                 | 75,1                 | 74,5          |
| 1000                | 78,9                                                      | 79,8                 | 78,6                 | 77,2                 | 78,7          |
| 1250                | 78,3                                                      | 78,0                 | 78,3                 | 78,4                 | 78,3          |
| 1600                | 78,2                                                      | 77,4                 | 78,2                 | 77,6                 | 77,9          |
| 2000                | 77,5                                                      | 76,2                 | 76,9                 | 76,8                 | 76,9          |
| 2500                | 76,7                                                      | 74,8                 | 75,9                 | 75,3                 | 75,7          |
| 3150                | 72,6                                                      | 72,6                 | 72,5                 | 73,6                 | 72,8          |

- **Amostra:** Piso original de cerâmica (PO) na câmara com laje pré-moldada convencional.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** média final das posições 1, 2, 3 e 4

Tabela 14 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra PO na laje pré-moldada convencional

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | MÉDIA NÍVEIS RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DA FONTE DA EMISSÃO DE RUÍDO |                            |                            |                            |                     |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|
|                     | Média Li<br>Posição 1 (Db)                                                 | Média Li<br>Posição 2 (Db) | Média Li<br>Posição 3 (Db) | Média Li<br>Posição 4 (Db) | Média Final Li (Db) |
| 100                 | 64,5                                                                       | 77,0                       | 71,4                       | 75,3                       | 74,0                |
| 125                 | 67,7                                                                       | 71,0                       | 66,6                       | 71,1                       | 69,5                |
| 160                 | 78,1                                                                       | 77,2                       | 80,0                       | 75,2                       | 78,0                |
| 200                 | 75,9                                                                       | 72,4                       | 75,5                       | 72,7                       | 74,4                |
| 250                 | 75,6                                                                       | 78,6                       | 75,5                       | 81,0                       | 78,3                |
| 315                 | 73,7                                                                       | 76,2                       | 76,6                       | 73,3                       | 75,2                |
| 400                 | 74,8                                                                       | 77,7                       | 77,8                       | 78,1                       | 77,3                |
| 500                 | 77,1                                                                       | 75,7                       | 76,8                       | 76,4                       | 76,5                |
| 630                 | 76,3                                                                       | 72,7                       | 77,0                       | 74,4                       | 75,4                |
| 800                 | 78,9                                                                       | 78,0                       | 78,7                       | 74,5                       | 77,8                |
| 1000                | 78,0                                                                       | 79,8                       | 81,6                       | 78,7                       | 79,7                |
| 1250                | 80,7                                                                       | 78,1                       | 80,4                       | 78,3                       | 79,5                |
| 1600                | 79,6                                                                       | 76,2                       | 79,5                       | 77,9                       | 78,5                |
| 2000                | 80,0                                                                       | 75,9                       | 79,4                       | 76,9                       | 78,4                |
| 2500                | 78,3                                                                       | 76,4                       | 79,9                       | 75,7                       | 77,9                |
| 3150                | 76,5                                                                       | 74,6                       | 78,4                       | 72,8                       | 76,1                |

- **Amostra:** Piso original de cerâmica (PO) na câmara com laje pré-moldada convencional.

- **Correção da Média Final do Ruído de Impacto (Li):** Não houve correção do ruído de impacto através do ruído de fundo.

Tabela 15 - Correção da Média do Ruído de Impacto (Li) através do Ruído de Fundo da amostra PO na laje pré-moldada convencional

| Frequências<br>(Hz) | Ruído de<br>Fundo (dB) | Média do Ruído<br>Impacto (Li) (dB) | Diferença de Li e<br>Ruído de Fundo<br>(dB) | Correção de Li<br>(dB) |
|---------------------|------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------|
| 100                 | 28,5                   | 74,0                                | 45,5                                        | 74,0                   |
| 125                 | 39,1                   | 69,5                                | 30,4                                        | 69,5                   |
| 160                 | 41,7                   | 78,0                                | 36,3                                        | 78,0                   |
| 200                 | 41,5                   | 74,4                                | 32,9                                        | 74,4                   |
| 250                 | 37,9                   | 78,3                                | 40,4                                        | 78,3                   |
| 315                 | 35,6                   | 75,2                                | 39,6                                        | 75,2                   |
| 400                 | 33,9                   | 77,3                                | 43,4                                        | 77,3                   |
| 500                 | 34,5                   | 76,5                                | 42,0                                        | 76,5                   |
| 630                 | 35,3                   | 75,4                                | 40,1                                        | 75,4                   |
| 800                 | 32,4                   | 77,8                                | 45,4                                        | 77,8                   |
| 1000                | 31,6                   | 79,7                                | 48,1                                        | 79,7                   |
| 1250                | 30,1                   | 79,5                                | 49,4                                        | 79,5                   |
| 1600                | 30,2                   | 78,5                                | 48,3                                        | 78,5                   |
| 2000                | 28,8                   | 78,4                                | 49,6                                        | 78,4                   |
| 2500                | 28,0                   | 77,9                                | 49,9                                        | 77,9                   |
| 3150                | 26,6                   | 76,1                                | 49,5                                        | 76,1                   |

- **Amostra:** Piso original de cerâmica (PO) na câmara com laje nervurada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 1

Tabela 16 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra PO na laje nervurada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 73,0                                                      | 76,0                 | 76,2                 | 76,3                 | 75,6             |
| 125                 | 75,5                                                      | 72,3                 | 72,7                 | 71,8                 | 73,3             |
| 160                 | 79,7                                                      | 78,3                 | 78,1                 | 79,6                 | 79,0             |
| 200                 | 71,1                                                      | 71,5                 | 67,4                 | 71,9                 | 70,8             |
| 250                 | 78,7                                                      | 76,7                 | 75,5                 | 77,4                 | 77,2             |
| 315                 | 76,7                                                      | 75,7                 | 74,6                 | 72,9                 | 75,2             |
| 400                 | 77,2                                                      | 77,8                 | 78,9                 | 77,1                 | 77,8             |
| 500                 | 78,0                                                      | 78,5                 | 79,9                 | 77,4                 | 78,6             |
| 630                 | 77,7                                                      | 78,2                 | 77,7                 | 77,8                 | 77,9             |
| 800                 | 78,0                                                      | 78,2                 | 77,4                 | 78,1                 | 77,9             |
| 1000                | 81,3                                                      | 81,0                 | 81,1                 | 82,5                 | 81,5             |
| 1250                | 83,1                                                      | 81,1                 | 81,8                 | 82,2                 | 82,1             |
| 1600                | 75,4                                                      | 74,8                 | 75,5                 | 76,4                 | 75,6             |
| 2000                | 75,8                                                      | 74,9                 | 75,7                 | 77,4                 | 76,0             |
| 2500                | 74,7                                                      | 73,4                 | 73,9                 | 74,9                 | 74,3             |
| 3150                | 70,4                                                      | 71,3                 | 71,1                 | 71,4                 | 71,1             |

- **Amostra:** Piso original de cerâmica (PO) na câmara com laje nervurada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 2

Tabela 17 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra PO na laje nervurada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 67,1                                                      | 68,6                 | 69,1                 | 67,9                 | 68,2             |
| 125                 | 73,9                                                      | 73,8                 | 74,6                 | 73,7                 | 74,0             |
| 160                 | 78,0                                                      | 77,1                 | 77,3                 | 78,3                 | 77,7             |
| 200                 | 71,3                                                      | 73,8                 | 70,5                 | 74,6                 | 72,9             |
| 250                 | 72,8                                                      | 73,6                 | 72,1                 | 75,8                 | 73,8             |
| 315                 | 73,8                                                      | 72,8                 | 73,8                 | 71,8                 | 73,1             |
| 400                 | 73,4                                                      | 76,6                 | 75,2                 | 74,7                 | 75,1             |
| 500                 | 78,3                                                      | 80,4                 | 78,7                 | 78,1                 | 79,0             |
| 630                 | 79,5                                                      | 82,2                 | 80,8                 | 79,9                 | 80,7             |
| 800                 | 79,4                                                      | 79,5                 | 79,6                 | 79,4                 | 79,5             |
| 1000                | 85,0                                                      | 83,6                 | 82,9                 | 83,0                 | 83,7             |
| 1250                | 85,0                                                      | 84,2                 | 84,2                 | 86,4                 | 85,0             |
| 1600                | 80,0                                                      | 79,7                 | 80,2                 | 79,9                 | 80,0             |
| 2000                | 80,0                                                      | 80,3                 | 80,1                 | 79,9                 | 80,1             |
| 2500                | 78,1                                                      | 78,0                 | 77,6                 | 77,9                 | 77,9             |
| 3150                | 76,6                                                      | 76,5                 | 74,7                 | 76,4                 | 76,1             |

- **Amostra:** Piso original de cerâmica (PO) na câmara com laje nervurada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 3

Tabela 18 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra PO na laje nervurada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 65,8                                                      | 66,8                 | 67,2                 | 66,6                 | 66,6             |
| 125                 | 61,8                                                      | 62,4                 | 63,1                 | 63,1                 | 62,6             |
| 160                 | 70,3                                                      | 71,4                 | 71,5                 | 71,2                 | 71,1             |
| 200                 | 72,9                                                      | 73,5                 | 70,2                 | 72,6                 | 72,5             |
| 250                 | 73,4                                                      | 74,9                 | 71,1                 | 72,7                 | 73,2             |
| 315                 | 74,7                                                      | 75,0                 | 75,7                 | 74,3                 | 75,0             |
| 400                 | 77,4                                                      | 79,6                 | 79,2                 | 76,8                 | 78,4             |
| 500                 | 79,2                                                      | 78,9                 | 79,4                 | 79,8                 | 79,3             |
| 630                 | 75,9                                                      | 76,5                 | 76,5                 | 76,6                 | 76,4             |
| 800                 | 81,4                                                      | 81,3                 | 81,5                 | 82,4                 | 81,7             |
| 1000                | 83,8                                                      | 82,4                 | 83,3                 | 82,7                 | 83,1             |
| 1250                | 84,0                                                      | 83,3                 | 84,1                 | 86,0                 | 84,5             |
| 1600                | 80,6                                                      | 80,7                 | 81,3                 | 81,3                 | 81,0             |
| 2000                | 80,2                                                      | 78,9                 | 79,7                 | 79,1                 | 79,5             |
| 2500                | 78,0                                                      | 78,2                 | 76,8                 | 77,7                 | 77,7             |
| 3150                | 73,5                                                      | 72,8                 | 72,8                 | 73,1                 | 73,1             |

- **Amostra:** Piso original de cerâmica (PO) na câmara com laje nervurada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 4

Tabela 19- Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra PO na laje nervurada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 68,0                                                      | 67,9                 | 70,5                 | 72,1                 | 70,0             |
| 125                 | 66,3                                                      | 67,0                 | 67,5                 | 66,5                 | 66,9             |
| 160                 | 76,6                                                      | 79,2                 | 77,9                 | 77,9                 | 78,0             |
| 200                 | 73,5                                                      | 72,9                 | 69,9                 | 71,3                 | 72,1             |
| 250                 | 75,7                                                      | 76,0                 | 74,1                 | 76,5                 | 75,7             |
| 315                 | 76,0                                                      | 77,6                 | 76,7                 | 77,4                 | 77,0             |
| 400                 | 74,3                                                      | 75,2                 | 77,3                 | 73,5                 | 75,3             |
| 500                 | 78,1                                                      | 78,3                 | 77,2                 | 78,7                 | 78,1             |
| 630                 | 72,8                                                      | 72,4                 | 72,3                 | 72,6                 | 72,5             |
| 800                 | 82,7                                                      | 82,6                 | 80,9                 | 82,1                 | 82,1             |
| 1000                | 82,2                                                      | 80,4                 | 81,0                 | 81,3                 | 81,3             |
| 1250                | 80,3                                                      | 79,5                 | 78,3                 | 79,7                 | 79,5             |
| 1600                | 77,9                                                      | 76,6                 | 75,4                 | 77,1                 | 76,8             |
| 2000                | 74,4                                                      | 73,6                 | 74,8                 | 74,2                 | 74,3             |
| 2500                | 72,1                                                      | 71,4                 | 71,1                 | 71,6                 | 71,6             |
| 3150                | 64,7                                                      | 64,4                 | 64,1                 | 65,4                 | 64,7             |

- **Amostra:** Piso original de cerâmica (PO) na câmara com laje nervurada.
- **Posição da fonte de emissão de impacto:** média final das posições 1, 2, 3 e 4.

Tabela 20 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra PO na laje nervurada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | MÉDIA NÍVEIS RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DA FONTE DA EMISSÃO DE RUÍDO |                            |                            |                            |                     |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|
|                     | Média Li<br>Posição 1 (Db)                                                 | Média Li<br>Posição 2 (Db) | Média Li<br>Posição 3 (Db) | Média Li<br>Posição 4 (Db) | Média Final Li (Db) |
| 100                 | 75,6                                                                       | 68,2                       | 66,6                       | 70,0                       | 71,6                |
| 125                 | 73,3                                                                       | 74,0                       | 62,6                       | 66,9                       | 71,3                |
| 160                 | 79,0                                                                       | 77,7                       | 71,1                       | 78,0                       | 77,3                |
| 200                 | 70,8                                                                       | 72,9                       | 72,5                       | 72,1                       | 72,1                |
| 250                 | 77,2                                                                       | 73,8                       | 73,2                       | 75,7                       | 75,3                |
| 315                 | 75,2                                                                       | 73,1                       | 75,0                       | 77,0                       | 75,3                |
| 400                 | 77,8                                                                       | 75,1                       | 78,4                       | 75,3                       | 76,9                |
| 500                 | 78,6                                                                       | 79,0                       | 79,3                       | 78,1                       | 78,8                |
| 630                 | 77,9                                                                       | 80,7                       | 76,4                       | 72,5                       | 77,8                |
| 800                 | 77,9                                                                       | 79,5                       | 81,7                       | 82,1                       | 80,6                |
| 1000                | 81,5                                                                       | 83,7                       | 83,1                       | 81,3                       | 82,5                |
| 1250                | 82,1                                                                       | 85,0                       | 84,5                       | 79,5                       | 83,3                |
| 1600                | 75,6                                                                       | 80,0                       | 81,0                       | 76,8                       | 78,9                |
| 2000                | 76,0                                                                       | 80,1                       | 79,5                       | 74,3                       | 78,1                |
| 2500                | 74,3                                                                       | 77,9                       | 77,7                       | 71,6                       | 76,1                |
| 3150                | 71,1                                                                       | 76,1                       | 73,1                       | 64,7                       | 72,8                |

- **Amostra:** Piso original de cerâmica (PO) na câmara com laje nervurada.
- **Correção da Média Final do Ruído de Impacto (Li):** Não houve correção do ruído de impacto através do ruído de fundo.

Tabela 21 - Correção da Média do Ruído de Impacto (Li) através do Ruído de Fundo da amostra PO na laje nervurada

| Frequências<br>(Hz) | Ruído de Fundo<br>(dB) | Média do Ruído<br>Impacto (Li)<br>(dB) | Diferença de Li e<br>Ruído de Fundo<br>(dB) | Correção de Li<br>(dB) |
|---------------------|------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------|
| 100                 | 31,1                   | 71,6                                   | 40,5                                        | 71,6                   |
| 125                 | 45,5                   | 71,3                                   | 25,8                                        | 71,3                   |
| 160                 | 44,6                   | 77,3                                   | 32,7                                        | 77,3                   |
| 200                 | 44,8                   | 72,1                                   | 27,3                                        | 72,1                   |
| 250                 | 47,7                   | 75,3                                   | 27,6                                        | 75,3                   |
| 315                 | 41,5                   | 75,3                                   | 33,8                                        | 75,3                   |
| 400                 | 42,5                   | 76,9                                   | 34,4                                        | 76,9                   |
| 500                 | 43,4                   | 78,8                                   | 35,4                                        | 78,8                   |
| 630                 | 41,1                   | 77,8                                   | 36,7                                        | 77,8                   |
| 800                 | 43,0                   | 80,6                                   | 37,6                                        | 80,6                   |
| 1000                | 43,2                   | 82,5                                   | 39,3                                        | 82,5                   |
| 1250                | 41,8                   | 83,3                                   | 41,5                                        | 83,3                   |
| 1600                | 41,6                   | 78,9                                   | 37,3                                        | 78,9                   |
| 2000                | 40,8                   | 78,1                                   | 37,3                                        | 78,1                   |
| 2500                | 40,0                   | 76,1                                   | 36,1                                        | 76,1                   |
| 3150                | 38,0                   | 72,8                                   | 34,8                                        | 72,8                   |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica (LaMoCe) na câmara com laje pré-moldada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 1

Tabela 22- Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMoCe na laje pré-moldada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 69,3                                                      | 69,4                 | 70,5                 | 69,2                 | 69,6             |
| 125                 | 71,3                                                      | 71,1                 | 69,1                 | 71,4                 | 70,8             |
| 160                 | 79,5                                                      | 79,2                 | 77,7                 | 78,6                 | 78,8             |
| 200                 | 79,6                                                      | 75,3                 | 75,1                 | 75,0                 | 76,7             |
| 250                 | 75,9                                                      | 73,5                 | 76,3                 | 73,0                 | 74,9             |
| 315                 | 66,5                                                      | 69,4                 | 69,8                 | 67,9                 | 68,6             |
| 400                 | 70,2                                                      | 73,5                 | 75,8                 | 73,5                 | 73,7             |
| 500                 | 65,5                                                      | 67,9                 | 65,5                 | 66,8                 | 66,5             |
| 630                 | 61,9                                                      | 63,6                 | 64,6                 | 64,2                 | 63,7             |
| 800                 | 60,5                                                      | 61,5                 | 61,4                 | 63,1                 | 61,7             |
| 1000                | 55,1                                                      | 57,5                 | 57,9                 | 57,4                 | 57,1             |
| 1250                | 51,7                                                      | 51,8                 | 53,3                 | 53,5                 | 52,7             |
| 1600                | 46,1                                                      | 47,2                 | 48,1                 | 48,5                 | 47,6             |
| 2000                | 41,1                                                      | 41,6                 | 42,2                 | 41,9                 | 41,7             |
| 2500                | 38,4                                                      | 39,0                 | 38,7                 | 39,1                 | 38,8             |
| 3150                | 37,8                                                      | 38,3                 | 37,5                 | 38,4                 | 38,0             |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica (LaMoCe) na câmara com laje pré-moldada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 2

Tabela 23 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMoCe na laje pré-moldada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 51,4                                                      | 50,6                 | 50,2                 | 48,7                 | 50,3             |
| 125                 | 63,8                                                      | 61,4                 | 62,5                 | 62,6                 | 62,7             |
| 160                 | 77,9                                                      | 76,9                 | 78,8                 | 76,0                 | 77,5             |
| 200                 | 76,6                                                      | 74,4                 | 73,2                 | 74,8                 | 74,9             |
| 250                 | 69,7                                                      | 67,7                 | 68,8                 | 69,1                 | 68,9             |
| 315                 | 69,8                                                      | 69,6                 | 71,1                 | 70,3                 | 70,2             |
| 400                 | 72,5                                                      | 70,1                 | 72,6                 | 72,4                 | 72,0             |
| 500                 | 64,5                                                      | 61,7                 | 64,2                 | 66,1                 | 64,4             |
| 630                 | 59,0                                                      | 58,2                 | 58,7                 | 59,0                 | 58,7             |
| 800                 | 55,4                                                      | 56,2                 | 57,2                 | 58,4                 | 56,9             |
| 1000                | 54,4                                                      | 53,9                 | 54,8                 | 54,5                 | 54,4             |
| 1250                | 49,4                                                      | 50,0                 | 49,8                 | 50,3                 | 49,9             |
| 1600                | 41,8                                                      | 42,3                 | 42,3                 | 42,0                 | 42,1             |
| 2000                | 39,6                                                      | 39,5                 | 39,5                 | 40,1                 | 39,7             |
| 2500                | 37,4                                                      | 37,1                 | 37,0                 | 37,5                 | 37,3             |
| 3150                | 36,4                                                      | 36,1                 | 36,3                 | 37,4                 | 36,6             |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica (LaMoCe) na câmara com laje pré-moldada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 3

Tabela 24 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMoCe na laje pré-moldada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 53,5                                                      | 50,1                 | 50,7                 | 51,6                 | 51,7             |
| 125                 | 65,5                                                      | 64,8                 | 64,9                 | 68,8                 | 66,3             |
| 160                 | 76,5                                                      | 76,3                 | 76,3                 | 77,1                 | 76,6             |
| 200                 | 72,9                                                      | 71,8                 | 71,4                 | 73,8                 | 72,6             |
| 250                 | 70,2                                                      | 70,3                 | 71,3                 | 70,2                 | 70,5             |
| 315                 | 70,3                                                      | 70,6                 | 73,7                 | 71,2                 | 71,7             |
| 400                 | 71,2                                                      | 76,1                 | 73,3                 | 72,9                 | 73,7             |
| 500                 | 63,3                                                      | 65,4                 | 65,8                 | 64,5                 | 64,9             |
| 630                 | 57,8                                                      | 56,9                 | 58,0                 | 57,8                 | 57,6             |
| 800                 | 57,5                                                      | 57,7                 | 57,6                 | 58,6                 | 57,9             |
| 1000                | 54,5                                                      | 54,2                 | 53,3                 | 53,7                 | 53,9             |
| 1250                | 50,2                                                      | 48,7                 | 50,0                 | 49,8                 | 49,7             |
| 1600                | 43,9                                                      | 43,2                 | 43,4                 | 43,1                 | 43,4             |
| 2000                | 38,9                                                      | 39,1                 | 38,9                 | 39,5                 | 39,1             |
| 2500                | 35,6                                                      | 36,0                 | 36,1                 | 36,8                 | 36,1             |
| 3150                | 35,4                                                      | 35,7                 | 36,4                 | 36,6                 | 36,1             |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica (LaMoCe) na câmara com laje pré-moldada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 4

Tabela 25 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMoCe na laje pré-moldada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 56,1                                                      | 55,4                 | 56,2                 | 56,8                 | 56,2             |
| 125                 | 68,0                                                      | 65,8                 | 66,9                 | 67,1                 | 67,0             |
| 160                 | 76,8                                                      | 75,4                 | 76,6                 | 75,8                 | 76,2             |
| 200                 | 76,7                                                      | 73,8                 | 74,2                 | 76,5                 | 75,5             |
| 250                 | 75,1                                                      | 73,6                 | 73,3                 | 73,4                 | 73,9             |
| 315                 | 67,7                                                      | 69,1                 | 69,5                 | 69,5                 | 69,0             |
| 400                 | 68,1                                                      | 70,9                 | 69,8                 | 69,9                 | 69,8             |
| 500                 | 62,5                                                      | 63,0                 | 60,8                 | 63,3                 | 62,5             |
| 630                 | 59,1                                                      | 60,8                 | 60,9                 | 63,0                 | 61,2             |
| 800                 | 56,5                                                      | 57,7                 | 57,7                 | 60,3                 | 58,3             |
| 1000                | 52,7                                                      | 51,8                 | 51,9                 | 52,0                 | 52,1             |
| 1250                | 48,3                                                      | 48,6                 | 47,5                 | 46,8                 | 47,9             |
| 1600                | 41,6                                                      | 41,3                 | 42,0                 | 41,4                 | 41,6             |
| 2000                | 37,7                                                      | 37,9                 | 38,9                 | 38,4                 | 38,3             |
| 2500                | 36,0                                                      | 36,8                 | 37,0                 | 37,1                 | 36,7             |
| 3150                | 35,9                                                      | 36,1                 | 36,5                 | 36,6                 | 36,3             |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica (LaMoCe) na câmara com laje pré-moldada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** média final das posições 1, 2, 3 e 4.

Tabela 26 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMoCe na laje pré-moldada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | MÉDIA NÍVEIS RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DA FONTE DA EMISSÃO DE RUÍDO |                            |                            |                            |                        |                                     |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------------------|
|                     | Média Li<br>Posição 1 (Db)                                                 | Média Li<br>Posição 2 (Db) | Média Li<br>Posição 3 (Db) | Média Li<br>Posição 4 (Db) | Média Final Li<br>(Db) | Média Final<br>Li Corrigido<br>(Db) |
| 100                 | 69,6                                                                       | 50,3                       | 51,7                       | 56,2                       | 63,9                   | 63,9                                |
| 125                 | 70,8                                                                       | 62,7                       | 66,3                       | 67,0                       | 67,6                   | 67,6                                |
| 160                 | 78,8                                                                       | 77,5                       | 76,6                       | 76,2                       | 77,4                   | 77,4                                |
| 200                 | 76,7                                                                       | 74,9                       | 72,6                       | 75,5                       | 75,2                   | 75,2                                |
| 250                 | 74,9                                                                       | 68,9                       | 70,5                       | 73,9                       | 72,7                   | 72,7                                |
| 315                 | 68,6                                                                       | 70,2                       | 71,7                       | 69,0                       | 70,0                   | 70,0                                |
| 400                 | 73,7                                                                       | 72,0                       | 73,7                       | 69,8                       | 72,6                   | 72,6                                |
| 500                 | 66,5                                                                       | 64,4                       | 64,9                       | 62,5                       | 64,8                   | 64,8                                |
| 630                 | 63,7                                                                       | 58,7                       | 57,6                       | 61,2                       | 60,9                   | 60,9                                |
| 800                 | 61,7                                                                       | 56,9                       | 57,9                       | 58,3                       | 59,1                   | 59,1                                |
| 1000                | 57,1                                                                       | 54,4                       | 53,9                       | 52,1                       | 54,8                   | 54,8                                |
| 1250                | 52,7                                                                       | 49,9                       | 49,7                       | 47,9                       | 50,4                   | 50,4                                |
| 1600                | 47,6                                                                       | 42,1                       | 43,4                       | 41,6                       | 44,4                   | 44,4                                |
| 2000                | 41,7                                                                       | 39,7                       | 39,1                       | 38,3                       | 39,9                   | 39,4                                |
| 2500                | 38,8                                                                       | 37,3                       | 36,1                       | 36,7                       | 37,4                   | 37,4                                |
| 3150                | 38,0                                                                       | 36,6                       | 36,1                       | 36,3                       | 36,8                   | 36,8                                |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica (LaMoCe) na câmara com laje pré-moldada.

- **Correção da Média Final do Ruído de Impacto (Li):** Houve correção do ruído de impacto através do ruído de fundo na frequência 2000 Hz.

Tabela 27 - Correção da Média do Ruído de Impacto (Li) através do Ruído de Fundo da amostra LaMoCe na câmara com laje pré-moldada

| Frequências<br>(Hz) | Ruído de Fundo<br>(dB) | Média do Ruído<br>Impacto (Li)<br>(dB) | Diferença de Li e<br>Ruído de Fundo<br>(dB) | Correção de Li<br>(dB) |
|---------------------|------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------|
| 100                 | 24,1                   | 63,9                                   | 39,8                                        | 63,9                   |
| 125                 | 37,2                   | 67,6                                   | 30,4                                        | 67,6                   |
| 160                 | 34,3                   | 77,4                                   | 43,1                                        | 77,4                   |
| 200                 | 42,4                   | 75,2                                   | 32,8                                        | 75,2                   |
| 250                 | 34,3                   | 72,7                                   | 38,4                                        | 72,7                   |
| 315                 | 32,5                   | 70,0                                   | 37,5                                        | 70,0                   |
| 400                 | 28,8                   | 72,6                                   | 43,8                                        | 72,6                   |
| 500                 | 26,7                   | 64,8                                   | 38,1                                        | 64,8                   |
| 630                 | 26,7                   | 60,9                                   | 34,2                                        | 60,9                   |
| 800                 | 27,9                   | 59,1                                   | 31,2                                        | 59,1                   |
| 1000                | 27,0                   | 54,8                                   | 27,8                                        | 54,8                   |
| 1250                | 26,1                   | 50,4                                   | 24,3                                        | 50,4                   |
| 1600                | 27,4                   | 44,4                                   | 17,0                                        | 44,4                   |
| 2000                | 30,1                   | 39,9                                   | 9,8                                         | 39,4                   |
| 2500                | 26,3                   | 37,4                                   | 11,1                                        | 37,4                   |
| 3150                | 24,5                   | 36,8                                   | 12,3                                        | 36,8                   |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica (LaMoCe) na câmara com laje nervurada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 1

Tabela 28 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMoCe na laje nervurada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 65,8                                                      | 66,1                 | 66,2                 | 62,7                 | 65,4             |
| 125                 | 65,6                                                      | 65,6                 | 65,3                 | 64,8                 | 65,3             |
| 160                 | 71,5                                                      | 71,6                 | 71,1                 | 68,6                 | 70,9             |
| 200                 | 68,5                                                      | 68,9                 | 65,1                 | 71,0                 | 68,8             |
| 250                 | 75,6                                                      | 74,3                 | 71,1                 | 74,7                 | 74,2             |
| 315                 | 69,5                                                      | 67,8                 | 68,4                 | 68,7                 | 68,6             |
| 400                 | 72,8                                                      | 73,0                 | 73,7                 | 71,3                 | 72,8             |
| 500                 | 64,9                                                      | 66,7                 | 68,9                 | 65,9                 | 66,9             |
| 630                 | 67,4                                                      | 66,4                 | 66,9                 | 66,7                 | 66,9             |
| 800                 | 66,8                                                      | 66,3                 | 66,4                 | 67,5                 | 66,8             |
| 1000                | 62,1                                                      | 62,9                 | 64,1                 | 61,9                 | 62,8             |
| 1250                | 57,3                                                      | 58,4                 | 58,6                 | 58,8                 | 58,3             |
| 1600                | 51,5                                                      | 52,1                 | 52,5                 | 52,7                 | 52,2             |
| 2000                | 45,7                                                      | 46,7                 | 46,6                 | 47,6                 | 46,7             |
| 2500                | 40,6                                                      | 41,3                 | 41,5                 | 41,5                 | 41,2             |
| 3150                | 39,4                                                      | 39,5                 | 39,0                 | 39,7                 | 39,4             |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica (LaMoCe) na câmara com laje nervurada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 2

Tabela 29 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMoCe na laje nervurada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 64,6                                                      | 62,9                 | 64,4                 | 61,7                 | 63,6             |
| 125                 | 67,2                                                      | 67,0                 | 65,9                 | 65,8                 | 66,5             |
| 160                 | 75,5                                                      | 74,3                 | 73,3                 | 75,4                 | 74,7             |
| 200                 | 72,5                                                      | 71,7                 | 70,7                 | 71,0                 | 71,5             |
| 250                 | 71,3                                                      | 74,0                 | 70,5                 | 71,7                 | 72,1             |
| 315                 | 65,6                                                      | 66,8                 | 65,6                 | 65,4                 | 65,9             |
| 400                 | 71,9                                                      | 70,9                 | 71,8                 | 69,7                 | 71,2             |
| 500                 | 66,3                                                      | 68,1                 | 68,1                 | 66,0                 | 67,2             |
| 630                 | 64,3                                                      | 63,7                 | 65,8                 | 64,0                 | 64,5             |
| 800                 | 68,5                                                      | 69,1                 | 68,1                 | 69,6                 | 68,9             |
| 1000                | 56,3                                                      | 57,4                 | 56,6                 | 56,8                 | 56,8             |
| 1250                | 55,5                                                      | 55,2                 | 54,5                 | 55,4                 | 55,2             |
| 1600                | 49,3                                                      | 51,2                 | 50,0                 | 49,4                 | 50,0             |
| 2000                | 42,6                                                      | 42,6                 | 42,6                 | 43,1                 | 42,7             |
| 2500                | 40,0                                                      | 39,4                 | 39,6                 | 39,8                 | 39,7             |
| 3150                | 39,0                                                      | 38,2                 | 38,6                 | 39,2                 | 38,8             |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica (LaMoCe) na câmara com laje nervurada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 3

Tabela 30 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMoCe na laje nervurada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 57,3                                                      | 56,7                 | 58,8                 | 56,5                 | 57,4             |
| 125                 | 63,2                                                      | 63,2                 | 63,5                 | 63,9                 | 63,5             |
| 160                 | 72,9                                                      | 71,5                 | 71,9                 | 71,8                 | 72,1             |
| 200                 | 70,1                                                      | 69,0                 | 69,4                 | 68,0                 | 69,2             |
| 250                 | 67,3                                                      | 68,5                 | 67,1                 | 67,7                 | 67,7             |
| 315                 | 65,6                                                      | 68,3                 | 67,5                 | 68,1                 | 67,5             |
| 400                 | 71,5                                                      | 69,9                 | 72,2                 | 69,9                 | 71,0             |
| 500                 | 66,6                                                      | 67,9                 | 67,6                 | 66,2                 | 67,1             |
| 630                 | 61,1                                                      | 61,2                 | 61,7                 | 62,2                 | 61,6             |
| 800                 | 64,2                                                      | 65,0                 | 65,8                 | 65,7                 | 65,2             |
| 1000                | 55,4                                                      | 55,2                 | 55,6                 | 55,7                 | 55,5             |
| 1250                | 53,6                                                      | 53,7                 | 53,7                 | 54,1                 | 53,8             |
| 1600                | 46,8                                                      | 46,1                 | 46,8                 | 46,6                 | 46,6             |
| 2000                | 40,6                                                      | 40,1                 | 40,3                 | 40,0                 | 40,3             |
| 2500                | 38,4                                                      | 38,0                 | 38,0                 | 38,4                 | 38,2             |
| 3150                | 39,1                                                      | 39,0                 | 39,0                 | 39,1                 | 39,1             |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica (LaMoCe) na câmara com laje nervurada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 4

Tabela 31 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMoCe na laje nervurada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 62,1                                                      | 62,7                 | 64,8                 | 63,0                 | 63,3             |
| 125                 | 72,7                                                      | 75,6                 | 73,7                 | 74,4                 | 74,2             |
| 160                 | 70,3                                                      | 69,8                 | 71,3                 | 68,8                 | 70,1             |
| 200                 | 68,4                                                      | 66,2                 | 65,3                 | 69,4                 | 67,6             |
| 250                 | 76,1                                                      | 73,3                 | 71,0                 | 74,4                 | 74,1             |
| 315                 | 72,7                                                      | 71,0                 | 67,8                 | 67,5                 | 70,3             |
| 400                 | 73,6                                                      | 72,1                 | 72,9                 | 72,7                 | 72,9             |
| 500                 | 64,3                                                      | 64,6                 | 65,9                 | 64,8                 | 64,9             |
| 630                 | 63,5                                                      | 64,4                 | 65,2                 | 64,2                 | 64,4             |
| 800                 | 63,5                                                      | 64,2                 | 66,0                 | 64,3                 | 64,6             |
| 1000                | 56,0                                                      | 55,1                 | 56,1                 | 55,4                 | 55,7             |
| 1250                | 53,2                                                      | 53,6                 | 53,7                 | 53,5                 | 53,5             |
| 1600                | 46,4                                                      | 47,6                 | 47,1                 | 46,7                 | 47,0             |
| 2000                | 40,6                                                      | 40,9                 | 40,9                 | 40,7                 | 40,8             |
| 2500                | 38,3                                                      | 38,3                 | 38,5                 | 38,7                 | 38,5             |
| 3150                | 39,1                                                      | 38,5                 | 38,9                 | 39,1                 | 38,9             |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica (LaMoCe) na câmara com laje nervurada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** média final das posições 1, 2, 3 e 4.

Tabela 32 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMoCe na laje nervurada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | MÉDIA NÍVEIS RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DA FONTE DA EMISSÃO DE RUÍDO |                            |                            |                            |                        |                                     |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------------------|
|                     | Média Li<br>Posição 1 (Db)                                                 | Média Li<br>Posição 2 (Db) | Média Li<br>Posição 3 (Db) | Média Li<br>Posição 4 (Db) | Média Final Li<br>(Db) | Média Final<br>Li Corrigido<br>(Db) |
| 100                 | 65,4                                                                       | 63,6                       | 57,4                       | 63,3                       | 63,2                   | 63,2                                |
| 125                 | 65,3                                                                       | 66,5                       | 63,5                       | 74,2                       | 69,6                   | 69,6                                |
| 160                 | 70,9                                                                       | 74,7                       | 72,1                       | 70,1                       | 72,3                   | 72,3                                |
| 200                 | 68,8                                                                       | 71,5                       | 69,2                       | 67,6                       | 69,5                   | 69,5                                |
| 250                 | 74,2                                                                       | 72,1                       | 67,7                       | 74,1                       | 72,7                   | 72,7                                |
| 315                 | 68,6                                                                       | 65,9                       | 67,5                       | 70,3                       | 68,4                   | 68,4                                |
| 400                 | 72,8                                                                       | 71,2                       | 71,0                       | 72,9                       | 72,0                   | 72,0                                |
| 500                 | 66,9                                                                       | 67,2                       | 67,1                       | 64,9                       | 66,6                   | 66,6                                |
| 630                 | 66,9                                                                       | 64,5                       | 61,6                       | 64,4                       | 64,7                   | 64,7                                |
| 800                 | 66,8                                                                       | 68,9                       | 65,2                       | 64,6                       | 66,7                   | 66,7                                |
| 1000                | 62,8                                                                       | 56,8                       | 55,5                       | 55,7                       | 58,9                   | 58,9                                |
| 1250                | 58,3                                                                       | 55,2                       | 53,8                       | 53,5                       | 55,7                   | 55,7                                |
| 1600                | 52,2                                                                       | 50,0                       | 46,6                       | 47,0                       | 49,6                   | 49,6                                |
| 2000                | 46,7                                                                       | 42,7                       | 40,3                       | 40,8                       | 43,4                   | 42,1                                |
| 2500                | 41,2                                                                       | 39,7                       | 38,2                       | 38,5                       | 39,6                   | 38,3                                |
| 3150                | 39,4                                                                       | 38,8                       | 39,1                       | 38,9                       | 39,0                   | 37,7                                |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica (LaMoCe) na câmara com laje nervurada.

- **Correção da Média Final do Ruído de Impacto (Li):** Houve correção do ruído de impacto através do ruído de fundo nas frequências 2000 a 3150 Hz.

Tabela 33 - Correção da Média do Ruído de Impacto (Li) através do Ruído de Fundo da amostra LaMoCe na câmara com laje nervurada

| Frequências<br>(Hz) | Ruído de Fundo<br>(dB) | Média do Ruído<br>Impacto (Li)<br>(dB) | Diferença de Li e<br>Ruído de Fundo<br>(dB) | Correção de Li<br>(dB) |
|---------------------|------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------|
| 100                 | 28,9                   | 63,2                                   | 34,3                                        | 63,2                   |
| 125                 | 43,9                   | 69,6                                   | 25,7                                        | 69,6                   |
| 160                 | 37,4                   | 72,3                                   | 34,9                                        | 72,3                   |
| 200                 | 40,8                   | 69,5                                   | 28,7                                        | 69,5                   |
| 250                 | 40,2                   | 72,7                                   | 32,5                                        | 72,7                   |
| 315                 | 38,9                   | 68,4                                   | 29,5                                        | 68,4                   |
| 400                 | 40,4                   | 72,0                                   | 31,6                                        | 72,0                   |
| 500                 | 39,2                   | 66,6                                   | 27,4                                        | 66,6                   |
| 630                 | 41,8                   | 64,7                                   | 22,9                                        | 64,7                   |
| 800                 | 40,8                   | 66,7                                   | 25,9                                        | 66,7                   |
| 1000                | 41,4                   | 58,9                                   | 17,5                                        | 58,9                   |
| 1250                | 39,5                   | 55,7                                   | 16,2                                        | 55,7                   |
| 1600                | 39,0                   | 49,6                                   | 10,6                                        | 49,6                   |
| 2000                | 37,9                   | 43,4                                   | 5,5                                         | 42,1                   |
| 2500                | 37,1                   | 39,6                                   | 2,5                                         | 38,3                   |
| 3150                | 35,0                   | 39,0                                   | 4,0                                         | 37,7                   |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica (LaMacCe) na câmara com laje pré-moldada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 1

Tabela 34 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMacCe na laje pré-moldada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 59,3                                                      | 57,5                 | 58,0                 | 58,3                 | 58,3             |
| 125                 | 65,2                                                      | 66,0                 | 63,2                 | 63,8                 | 64,7             |
| 160                 | 74,3                                                      | 72,3                 | 72,5                 | 72,6                 | 73,0             |
| 200                 | 72,6                                                      | 68,4                 | 66,9                 | 67,9                 | 69,6             |
| 250                 | 66,9                                                      | 64,5                 | 65,6                 | 63,7                 | 65,3             |
| 315                 | 61,0                                                      | 62,9                 | 62,5                 | 63,1                 | 62,4             |
| 400                 | 60,9                                                      | 63,8                 | 62,5                 | 63,3                 | 62,8             |
| 500                 | 55,1                                                      | 56,6                 | 56,0                 | 55,2                 | 55,8             |
| 630                 | 50,5                                                      | 48,9                 | 49,5                 | 50,9                 | 50,0             |
| 800                 | 45,3                                                      | 45,7                 | 46,8                 | 48,2                 | 46,7             |
| 1000                | 41,2                                                      | 42,7                 | 42,3                 | 41,5                 | 42,0             |
| 1250                | 38,7                                                      | 38,4                 | 37,6                 | 37,9                 | 38,2             |
| 1600                | 36,0                                                      | 35,5                 | 35,3                 | 36,5                 | 35,9             |
| 2000                | 32,4                                                      | 32,1                 | 31,9                 | 32,4                 | 32,2             |
| 2500                | 31,8                                                      | 32,2                 | 32,8                 | 33,1                 | 32,5             |
| 3150                | 31,9                                                      | 32,6                 | 32,8                 | 32,7                 | 32,5             |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica (LaMacCe) na câmara com laje pré-moldada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 2

Tabela 35 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMacCe na laje pré-moldada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 57,2                                                      | 56,5                 | 57,9                 | 55,6                 | 56,9             |
| 125                 | 62,5                                                      | 62,0                 | 62,0                 | 62,7                 | 62,3             |
| 160                 | 75,1                                                      | 78,0                 | 77,1                 | 76,8                 | 76,9             |
| 200                 | 76,3                                                      | 74,3                 | 71,9                 | 75,1                 | 74,7             |
| 250                 | 67,8                                                      | 63,9                 | 64,5                 | 66,2                 | 65,9             |
| 315                 | 59,7                                                      | 60,6                 | 60,6                 | 57,6                 | 59,8             |
| 400                 | 57,5                                                      | 59,6                 | 58,7                 | 60,4                 | 59,2             |
| 500                 | 53,7                                                      | 55,1                 | 55,8                 | 58,0                 | 55,9             |
| 630                 | 52,1                                                      | 52,6                 | 53,3                 | 55,3                 | 53,5             |
| 800                 | 45,0                                                      | 46,2                 | 47,3                 | 47,8                 | 46,7             |
| 1000                | 43,1                                                      | 44,3                 | 43,6                 | 43,2                 | 43,6             |
| 1250                | 35,8                                                      | 35,3                 | 35,5                 | 34,8                 | 35,4             |
| 1600                | 32,3                                                      | 32,6                 | 33,3                 | 32,5                 | 32,7             |
| 2000                | 31,9                                                      | 31,8                 | 31,7                 | 32,4                 | 32,0             |
| 2500                | 31,6                                                      | 31,8                 | 32,1                 | 32,0                 | 31,9             |
| 3150                | 31,9                                                      | 32,6                 | 33,0                 | 32,8                 | 32,6             |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica (LaMacCe) na câmara com laje pré-moldada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 3

Tabela 36 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMacCe na laje pré-moldada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 59,4                                                      | 59,8                 | 57,8                 | 59,9                 | 59,3             |
| 125                 | 60,8                                                      | 58,1                 | 57,8                 | 57,1                 | 58,7             |
| 160                 | 70,4                                                      | 70,2                 | 70,4                 | 68,7                 | 70,0             |
| 200                 | 68,7                                                      | 69,2                 | 67,2                 | 66,7                 | 68,1             |
| 250                 | 64,7                                                      | 64,7                 | 66,2                 | 64,6                 | 65,1             |
| 315                 | 63,0                                                      | 61,6                 | 62,2                 | 62,4                 | 62,3             |
| 400                 | 62,2                                                      | 63,5                 | 62,0                 | 62,5                 | 62,6             |
| 500                 | 60,4                                                      | 60,7                 | 60,8                 | 62,0                 | 61,0             |
| 630                 | 54,4                                                      | 54,7                 | 54,6                 | 56,3                 | 55,1             |
| 800                 | 48,8                                                      | 49,6                 | 48,1                 | 50,2                 | 49,2             |
| 1000                | 43,7                                                      | 45,1                 | 45,3                 | 45,4                 | 44,9             |
| 1250                | 38,1                                                      | 39,1                 | 38,6                 | 39,1                 | 38,7             |
| 1600                | 34,2                                                      | 34,4                 | 33,9                 | 35,3                 | 34,5             |
| 2000                | 31,7                                                      | 32,2                 | 31,2                 | 32,3                 | 31,9             |
| 2500                | 31,2                                                      | 32,0                 | 31,8                 | 32,4                 | 31,9             |
| 3150                | 31,0                                                      | 32,0                 | 32,0                 | 32,6                 | 31,9             |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica (LaMacCe) na câmara com laje pré-moldada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 4

Tabela 37 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMacCe na laje pré-moldada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 50,1                                                      | 47,1                 | 46,5                 | 47,6                 | 48,1             |
| 125                 | 55,6                                                      | 59,9                 | 57,0                 | 57,0                 | 57,7             |
| 160                 | 73,5                                                      | 76,6                 | 75,0                 | 74,2                 | 75,0             |
| 200                 | 65,4                                                      | 67,3                 | 69,3                 | 68,8                 | 67,9             |
| 250                 | 65,5                                                      | 64,5                 | 67,6                 | 65,7                 | 66,0             |
| 315                 | 63,1                                                      | 63,3                 | 65,3                 | 63,8                 | 64,0             |
| 400                 | 57,1                                                      | 57,5                 | 59,0                 | 60,0                 | 58,6             |
| 500                 | 56,6                                                      | 55,2                 | 55,7                 | 57,0                 | 56,2             |
| 630                 | 49,7                                                      | 49,9                 | 50,7                 | 50,0                 | 50,1             |
| 800                 | 46,1                                                      | 45,5                 | 44,5                 | 45,9                 | 45,5             |
| 1000                | 42,9                                                      | 42,6                 | 42,4                 | 44,2                 | 43,1             |
| 1250                | 36,4                                                      | 37,0                 | 37,0                 | 37,4                 | 37,0             |
| 1600                | 32,6                                                      | 32,8                 | 32,9                 | 33,1                 | 32,9             |
| 2000                | 31,4                                                      | 32,0                 | 31,7                 | 32,4                 | 31,9             |
| 2500                | 31,9                                                      | 32,6                 | 32,6                 | 32,9                 | 32,5             |
| 3150                | 32,0                                                      | 32,5                 | 33,1                 | 33,4                 | 32,8             |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica (LaMacCe) na câmara com laje pré-moldada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** média final das posições 1, 2, 3 e 4.

Tabela 38 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMacCe na laje pré-moldada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | MÉDIA NÍVEIS RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DA FONTE DA EMISSÃO DE RUÍDO |                            |                            |                            |                        |                                     |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------------------|
|                     | Média Li<br>Posição 1 (Db)                                                 | Média Li<br>Posição 2 (Db) | Média Li<br>Posição 3 (Db) | Média Li<br>Posição 4 (Db) | Média Final Li<br>(Db) | Média Final<br>Li Corrigido<br>(Db) |
| 100                 | 58,3                                                                       | 56,9                       | 59,3                       | 48,1                       | 57,2                   | 57,2                                |
| 125                 | 64,7                                                                       | 62,3                       | 58,7                       | 57,7                       | 61,7                   | 61,7                                |
| 160                 | 73,0                                                                       | 76,9                       | 70,0                       | 75,0                       | 74,4                   | 74,4                                |
| 200                 | 69,6                                                                       | 74,7                       | 68,1                       | 67,9                       | 71,1                   | 71,1                                |
| 250                 | 65,3                                                                       | 65,9                       | 65,1                       | 66,0                       | 65,6                   | 65,6                                |
| 315                 | 62,4                                                                       | 59,8                       | 62,3                       | 64,0                       | 62,4                   | 62,4                                |
| 400                 | 62,8                                                                       | 59,2                       | 62,6                       | 58,6                       | 61,2                   | 61,2                                |
| 500                 | 55,8                                                                       | 55,9                       | 61,0                       | 56,2                       | 57,9                   | 57,9                                |
| 630                 | 50,0                                                                       | 53,5                       | 55,1                       | 50,1                       | 52,7                   | 52,7                                |
| 800                 | 46,7                                                                       | 46,7                       | 49,2                       | 45,5                       | 47,3                   | 47,3                                |
| 1000                | 42,0                                                                       | 43,6                       | 44,9                       | 43,1                       | 43,5                   | 43,5                                |
| 1250                | 38,2                                                                       | 35,4                       | 38,7                       | 37,0                       | 37,5                   | 37,0                                |
| 1600                | 35,9                                                                       | 32,7                       | 34,5                       | 32,9                       | 34,2                   | 32,9                                |
| 2000                | 32,2                                                                       | 32,0                       | 31,9                       | 31,9                       | 32,0                   | 30,7                                |
| 2500                | 32,5                                                                       | 31,9                       | 31,9                       | 32,5                       | 32,2                   | 30,9                                |
| 3150                | 32,5                                                                       | 32,6                       | 31,9                       | 32,8                       | 32,5                   | 31,2                                |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica (LaMacCe) na câmara com laje pré-moldada.

- **Correção da Média Final do Ruído de Impacto (Li):** Houve correção do ruído de impacto através do ruído de fundo nas frequências de 1250 a 3150 Hz.

Tabela 39 - Correção da Média do Ruído de Impacto (Li) através do Ruído de Fundo da amostra LaMacCe na câmara com laje pré-moldada.

| Frequências<br>(Hz) | Ruído de Fundo<br>(dB) | Média do Ruído<br>Impacto (Li) (dB) | Diferença de Li e<br>Ruído de Fundo<br>(dB) | Correção de Li<br>(dB) |
|---------------------|------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------|
| 100                 | 26,4                   | 57,2                                | 30,8                                        | 57,2                   |
| 125                 | 39,9                   | 61,7                                | 21,8                                        | 61,7                   |
| 160                 | 39,1                   | 74,4                                | 35,3                                        | 74,4                   |
| 200                 | 38,3                   | 71,1                                | 32,8                                        | 71,1                   |
| 250                 | 35,2                   | 65,6                                | 30,4                                        | 65,6                   |
| 315                 | 33,9                   | 62,4                                | 28,5                                        | 62,4                   |
| 400                 | 35,2                   | 61,2                                | 26,0                                        | 61,2                   |
| 500                 | 30,3                   | 57,9                                | 27,6                                        | 57,9                   |
| 630                 | 29,7                   | 52,7                                | 23,0                                        | 52,7                   |
| 800                 | 29,1                   | 47,3                                | 18,2                                        | 47,3                   |
| 1000                | 27,9                   | 43,5                                | 15,6                                        | 43,5                   |
| 1250                | 28,1                   | 37,5                                | 9,4                                         | 37,0                   |
| 1600                | 30,5                   | 34,2                                | 3,7                                         | 32,9                   |
| 2000                | 33,9                   | 32,0                                | -1,9                                        | 30,7                   |
| 2500                | 29,2                   | 32,2                                | 3,0                                         | 30,9                   |
| 3150                | 27,0                   | 32,5                                | 5,5                                         | 31,2                   |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica (LaMacCe) na câmara com laje nervurada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 1

Tabela 40 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMacCe na laje nervurada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 63,0                                                      | 62,7                 | 62,2                 | 58,6                 | 61,9             |
| 125                 | 59,3                                                      | 58,7                 | 58,5                 | 57,9                 | 58,6             |
| 160                 | 68,5                                                      | 67,4                 | 67,8                 | 67,5                 | 67,8             |
| 200                 | 63,7                                                      | 64,5                 | 63,0                 | 65,8                 | 64,4             |
| 250                 | 71,4                                                      | 70,9                 | 68,2                 | 71,1                 | 70,6             |
| 315                 | 63,2                                                      | 60,3                 | 61,6                 | 60,9                 | 61,6             |
| 400                 | 63,5                                                      | 63,4                 | 65,9                 | 62,9                 | 64,1             |
| 500                 | 56,1                                                      | 56,8                 | 58,1                 | 57,6                 | 57,2             |
| 630                 | 54,2                                                      | 54,9                 | 55,0                 | 54,6                 | 54,7             |
| 800                 | 53,1                                                      | 53,6                 | 54,5                 | 54,3                 | 53,9             |
| 1000                | 48,7                                                      | 48,5                 | 49,6                 | 49,5                 | 49,1             |
| 1250                | 45,1                                                      | 45,1                 | 44,2                 | 44,7                 | 44,8             |
| 1600                | 39,7                                                      | 40,1                 | 39,7                 | 39,7                 | 39,8             |
| 2000                | 37,4                                                      | 36,9                 | 37,0                 | 37,3                 | 37,2             |
| 2500                | 36,9                                                      | 36,5                 | 36,6                 | 36,9                 | 36,7             |
| 3150                | 37,6                                                      | 37,3                 | 37,2                 | 37,4                 | 37,4             |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica (LaMacCe) na câmara com laje nervurada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 2

Tabela 41 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMacCe na laje nervurada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 63,3                                                      | 64,9                 | 65,0                 | 63,6                 | 64,3             |
| 125                 | 63,2                                                      | 62,9                 | 62,5                 | 62,6                 | 62,8             |
| 160                 | 70,6                                                      | 69,1                 | 70,7                 | 70,2                 | 70,2             |
| 200                 | 66,7                                                      | 67,2                 | 65,1                 | 66,0                 | 66,3             |
| 250                 | 67,8                                                      | 69,1                 | 65,8                 | 67,7                 | 67,8             |
| 315                 | 59,1                                                      | 60,6                 | 60,3                 | 59,0                 | 59,8             |
| 400                 | 59,4                                                      | 58,5                 | 60,1                 | 59,4                 | 59,4             |
| 500                 | 55,7                                                      | 57,0                 | 56,5                 | 56,7                 | 56,5             |
| 630                 | 53,7                                                      | 53,6                 | 55,3                 | 53,8                 | 54,2             |
| 800                 | 54,2                                                      | 54,1                 | 53,6                 | 54,3                 | 54,1             |
| 1000                | 47,1                                                      | 47,1                 | 47,8                 | 47,4                 | 47,4             |
| 1250                | 46,0                                                      | 45,5                 | 46,1                 | 45,8                 | 45,9             |
| 1600                | 40,8                                                      | 40,7                 | 40,7                 | 40,6                 | 40,7             |
| 2000                | 37,4                                                      | 36,7                 | 36,9                 | 36,9                 | 37,0             |
| 2500                | 36,4                                                      | 36,0                 | 36,3                 | 36,6                 | 36,3             |
| 3150                | 37,3                                                      | 37,3                 | 37,1                 | 37,9                 | 37,4             |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica (LaMacCe) na câmara com laje nervurada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 3

Tabela 42 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMacCe na laje nervurada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 55,3                                                      | 53,7                 | 55,7                 | 53,5                 | 54,7             |
| 125                 | 59,2                                                      | 59,2                 | 59,1                 | 59,7                 | 59,3             |
| 160                 | 69,4                                                      | 71,5                 | 70,6                 | 71,0                 | 70,7             |
| 200                 | 65,3                                                      | 67,1                 | 67,3                 | 65,9                 | 66,5             |
| 250                 | 62,6                                                      | 66,5                 | 65,0                 | 65,8                 | 65,2             |
| 315                 | 57,9                                                      | 61,3                 | 60,7                 | 61,0                 | 60,4             |
| 400                 | 61,0                                                      | 59,9                 | 61,2                 | 60,4                 | 60,7             |
| 500                 | 57,7                                                      | 59,0                 | 59,3                 | 57,3                 | 58,4             |
| 630                 | 52,9                                                      | 52,5                 | 54,3                 | 53,8                 | 53,4             |
| 800                 | 53,1                                                      | 53,5                 | 53,8                 | 54,1                 | 53,6             |
| 1000                | 45,5                                                      | 45,3                 | 45,4                 | 45,3                 | 45,4             |
| 1250                | 44,2                                                      | 43,9                 | 43,8                 | 44,3                 | 44,1             |
| 1600                | 39,3                                                      | 38,8                 | 38,4                 | 39,0                 | 38,9             |
| 2000                | 36,0                                                      | 35,6                 | 35,8                 | 36,0                 | 35,9             |
| 2500                | 36,6                                                      | 35,7                 | 36,2                 | 36,5                 | 36,3             |
| 3150                | 37,6                                                      | 36,6                 | 36,8                 | 37,6                 | 37,2             |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica (LaMacCe) na câmara com laje nervurada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 4

Tabela 43 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMacCe na laje nervurada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 62,6                                                      | 61,4                 | 63,1                 | 61,6                 | 62,2             |
| 125                 | 65,0                                                      | 65,9                 | 65,1                 | 62,9                 | 64,9             |
| 160                 | 68,9                                                      | 68,5                 | 68,2                 | 68,2                 | 68,5             |
| 200                 | 62,7                                                      | 62,1                 | 59,5                 | 63,5                 | 62,2             |
| 250                 | 71,5                                                      | 70,5                 | 66,7                 | 71,0                 | 70,3             |
| 315                 | 64,3                                                      | 62,4                 | 62,7                 | 61,2                 | 62,8             |
| 400                 | 63,7                                                      | 62,3                 | 63,6                 | 62,8                 | 63,1             |
| 500                 | 56,1                                                      | 57,1                 | 56,4                 | 56,3                 | 56,5             |
| 630                 | 52,7                                                      | 55,1                 | 54,8                 | 53,6                 | 54,2             |
| 800                 | 52,1                                                      | 51,8                 | 51,3                 | 51,0                 | 51,6             |
| 1000                | 46,8                                                      | 46,8                 | 47,3                 | 47,2                 | 47,0             |
| 1250                | 44,0                                                      | 44,0                 | 44,2                 | 43,7                 | 44,0             |
| 1600                | 38,7                                                      | 39,7                 | 39,1                 | 39,8                 | 39,3             |
| 2000                | 36,4                                                      | 36,7                 | 36,5                 | 36,4                 | 36,5             |
| 2500                | 36,2                                                      | 35,8                 | 35,6                 | 36,6                 | 36,1             |
| 3150                | 36,5                                                      | 35,8                 | 35,9                 | 36,6                 | 36,2             |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica (LaMacCe) na câmara com laje nervurada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** média final das posições 1, 2, 3 e 4.

Tabela 44 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMacCe na laje nervurada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | MÉDIA NÍVEIS RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DA FONTE DA EMISSÃO DE RUÍDO |                            |                            |                            |                        |                                     |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------------------|
|                     | Média Li<br>Posição 1 (Db)                                                 | Média Li<br>Posição 2 (Db) | Média Li<br>Posição 3 (Db) | Média Li<br>Posição 4 (Db) | Média Final Li<br>(Db) | Média Final<br>Li Corrigido<br>(Db) |
| 100                 | 61,9                                                                       | 64,3                       | 54,7                       | 62,2                       | 61,9                   | 61,9                                |
| 125                 | 58,6                                                                       | 62,8                       | 59,3                       | 64,9                       | 62,1                   | 62,1                                |
| 160                 | 67,8                                                                       | 70,2                       | 70,7                       | 68,5                       | 69,5                   | 69,5                                |
| 200                 | 64,4                                                                       | 66,3                       | 66,5                       | 62,2                       | 65,2                   | 65,2                                |
| 250                 | 70,6                                                                       | 67,8                       | 65,2                       | 70,3                       | 68,9                   | 68,9                                |
| 315                 | 61,6                                                                       | 59,8                       | 60,4                       | 62,8                       | 61,3                   | 61,3                                |
| 400                 | 64,1                                                                       | 59,4                       | 60,7                       | 63,1                       | 62,2                   | 62,2                                |
| 500                 | 57,2                                                                       | 56,5                       | 58,4                       | 56,5                       | 57,2                   | 57,2                                |
| 630                 | 54,7                                                                       | 54,2                       | 53,4                       | 54,2                       | 54,1                   | 54,1                                |
| 800                 | 53,9                                                                       | 54,1                       | 53,6                       | 51,6                       | 53,4                   | 53,4                                |
| 1000                | 49,1                                                                       | 47,4                       | 45,4                       | 47,0                       | 47,4                   | 46,1                                |
| 1250                | 44,8                                                                       | 45,9                       | 44,1                       | 44,0                       | 44,7                   | 43,4                                |
| 1600                | 39,8                                                                       | 40,7                       | 38,9                       | 39,3                       | 39,7                   | 38,4                                |
| 2000                | 37,2                                                                       | 37,0                       | 35,9                       | 36,5                       | 36,7                   | 35,4                                |
| 2500                | 36,7                                                                       | 36,3                       | 36,3                       | 36,1                       | 36,4                   | 35,1                                |
| 3150                | 37,4                                                                       | 37,4                       | 37,2                       | 36,2                       | 37,1                   | 35,8                                |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica (LaMacCe) na câmara com laje nervurada.

- **Correção da Média Final do Ruído de Impacto (Li):** Houve correção do ruído de impacto através do ruído de fundo nas frequências de 1000 a 3150 Hz.

Tabela 45 - Correção da Média do Ruído de Impacto (Li) através do Ruído de Fundo da amostra LaMacCe na câmara com laje nervurada

| Frequências<br>(Hz) | Ruído de Fundo<br>(dB) | Média do Ruído<br>Impacto (Li)<br>(dB) | Diferença de Li e<br>Ruído de Fundo<br>(dB) | Correção de Li<br>(dB) |
|---------------------|------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------|
| 100                 | 28,9                   | 61,9                                   | 33,0                                        | 61,9                   |
| 125                 | 43,9                   | 62,1                                   | 18,2                                        | 62,1                   |
| 160                 | 37,4                   | 69,5                                   | 32,1                                        | 69,5                   |
| 200                 | 40,8                   | 65,2                                   | 24,4                                        | 65,2                   |
| 250                 | 40,2                   | 68,9                                   | 28,7                                        | 68,9                   |
| 315                 | 38,9                   | 61,3                                   | 22,4                                        | 61,3                   |
| 400                 | 40,4                   | 62,2                                   | 21,8                                        | 62,2                   |
| 500                 | 39,2                   | 57,2                                   | 18,0                                        | 57,2                   |
| 630                 | 41,8                   | 54,1                                   | 12,3                                        | 54,1                   |
| 800                 | 40,8                   | 53,4                                   | 12,6                                        | 53,4                   |
| 1000                | 41,4                   | 47,4                                   | 6,0                                         | 46,1                   |
| 1250                | 39,5                   | 44,7                                   | 5,2                                         | 43,4                   |
| 1600                | 39,0                   | 39,7                                   | 0,7                                         | 38,4                   |
| 2000                | 37,9                   | 36,7                                   | -1,2                                        | 35,4                   |
| 2500                | 37,1                   | 36,4                                   | -0,7                                        | 35,1                   |
| 3150                | 35,0                   | 37,1                                   | 2,1                                         | 35,8                   |

- **Amostra:** Novo piso de porcelanato sobre o piso original de cerâmica (PorCe) na câmara com laje pré-moldada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 1

Tabela 46 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra PorCe na laje pré-moldada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 74,7                                                      | 68,2                 | 66,5                 | 75,1                 | 72,6             |
| 125                 | 66,8                                                      | 64,8                 | 63,5                 | 67,2                 | 65,8             |
| 160                 | 68,2                                                      | 69,7                 | 69,9                 | 70,5                 | 69,7             |
| 200                 | 62,3                                                      | 63,9                 | 62,4                 | 62,9                 | 62,9             |
| 250                 | 63,8                                                      | 64,4                 | 64,0                 | 63,6                 | 64,0             |
| 315                 | 61,0                                                      | 61,6                 | 64,9                 | 64,4                 | 63,3             |
| 400                 | 59,8                                                      | 59,8                 | 61,0                 | 62,7                 | 61,0             |
| 500                 | 59,3                                                      | 58,8                 | 57,1                 | 60,3                 | 59,0             |
| 630                 | 57,5                                                      | 58,1                 | 60,0                 | 58,2                 | 58,6             |
| 800                 | 61,4                                                      | 63,9                 | 62,8                 | 63,6                 | 63,0             |
| 1000                | 60,6                                                      | 61,7                 | 60,6                 | 61,3                 | 61,1             |
| 1250                | 58,5                                                      | 58,5                 | 55,5                 | 57,3                 | 57,6             |
| 1600                | 50,0                                                      | 51,1                 | 49,7                 | 51,8                 | 50,7             |
| 2000                | 52,2                                                      | 53,4                 | 52,5                 | 52,9                 | 52,8             |
| 2500                | 47,9                                                      | 48,5                 | 48,9                 | 49,3                 | 48,7             |
| 3150                | 44,6                                                      | 45,3                 | 44,4                 | 43,6                 | 44,5             |

- **Amostra:** Novo piso de porcelanato sobre o piso original de cerâmica (PorCe) na câmara com laje pré-moldada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 2

Tabela 47 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra PorCe na laje pré-moldada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 57,6                                                      | 58,3                 | 56,6                 | 58,0                 | 57,7             |
| 125                 | 60,3                                                      | 59,5                 | 59,4                 | 60,8                 | 60,0             |
| 160                 | 70,4                                                      | 70,3                 | 72,2                 | 70,2                 | 70,9             |
| 200                 | 66,0                                                      | 65,0                 | 66,7                 | 63,9                 | 65,5             |
| 250                 | 59,8                                                      | 58,1                 | 61,8                 | 60,3                 | 60,2             |
| 315                 | 54,1                                                      | 54,4                 | 56,4                 | 53,3                 | 54,7             |
| 400                 | 52,0                                                      | 51,4                 | 52,6                 | 54,2                 | 52,7             |
| 500                 | 52,4                                                      | 53,3                 | 53,1                 | 56,6                 | 54,2             |
| 630                 | 48,1                                                      | 51,5                 | 50,9                 | 56,7                 | 53,0             |
| 800                 | 54,4                                                      | 54,2                 | 55,3                 | 57,3                 | 55,5             |
| 1000                | 47,9                                                      | 51,3                 | 51,7                 | 53,5                 | 51,5             |
| 1250                | 49,5                                                      | 50,7                 | 47,3                 | 49,9                 | 49,5             |
| 1600                | 40,4                                                      | 45,0                 | 45,0                 | 48,3                 | 45,5             |
| 2000                | 39,2                                                      | 47,5                 | 46,5                 | 48,1                 | 46,4             |
| 2500                | 36,5                                                      | 44,5                 | 42,0                 | 45,1                 | 43,1             |
| 3150                | 31,7                                                      | 43,3                 | 39,9                 | 43,3                 | 41,3             |

- **Amostra:** Novo piso de porcelanato sobre o piso original de cerâmica (PorCe) na câmara com laje pré-moldada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 3

Tabela 48 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra PorCe na laje pré-moldada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 54,9                                                      | 54,4                 | 56,5                 | 54,6                 | 55,2             |
| 125                 | 53,5                                                      | 54,7                 | 54,1                 | 55,6                 | 54,5             |
| 160                 | 64,0                                                      | 65,3                 | 64,2                 | 67,6                 | 65,5             |
| 200                 | 68,0                                                      | 65,8                 | 66,1                 | 66,7                 | 66,7             |
| 250                 | 62,7                                                      | 62,2                 | 61,4                 | 61,5                 | 62,0             |
| 315                 | 53,8                                                      | 56,3                 | 53,9                 | 55,0                 | 54,9             |
| 400                 | 54,3                                                      | 59,3                 | 55,8                 | 58,7                 | 57,5             |
| 500                 | 58,6                                                      | 62,9                 | 62,6                 | 59,4                 | 61,3             |
| 630                 | 58,9                                                      | 59,3                 | 58,5                 | 59,3                 | 59,0             |
| 800                 | 60,1                                                      | 58,7                 | 57,6                 | 62,2                 | 60,0             |
| 1000                | 61,2                                                      | 61,1                 | 62,0                 | 62,0                 | 61,6             |
| 1250                | 62,3                                                      | 63,8                 | 63,7                 | 64,9                 | 63,8             |
| 1600                | 60,9                                                      | 60,5                 | 61,4                 | 62,8                 | 61,5             |
| 2000                | 52,7                                                      | 52,8                 | 54,9                 | 57,3                 | 54,9             |
| 2500                | 49,5                                                      | 50,5                 | 50,3                 | 53,9                 | 51,4             |
| 3150                | 46,8                                                      | 49,1                 | 50,6                 | 54,8                 | 51,4             |

- **Amostra:** Novo piso de porcelanato sobre o piso original de cerâmica (PorCe) na câmara com laje pré-moldada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 4

Tabela 49 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra PorCe na laje pré-moldada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 65,3                                                      | 65,0                 | 60,6                 | 65,9                 | 64,6             |
| 125                 | 64,5                                                      | 62,4                 | 60,8                 | 63,8                 | 63,1             |
| 160                 | 67,6                                                      | 68,7                 | 69,0                 | 68,1                 | 68,4             |
| 200                 | 66,0                                                      | 66,1                 | 68,4                 | 67,6                 | 67,1             |
| 250                 | 65,4                                                      | 66,4                 | 68,3                 | 65,5                 | 66,6             |
| 315                 | 59,0                                                      | 58,4                 | 60,7                 | 60,9                 | 59,9             |
| 400                 | 55,6                                                      | 56,3                 | 55,7                 | 56,9                 | 56,2             |
| 500                 | 57,3                                                      | 56,9                 | 57,9                 | 58,2                 | 57,6             |
| 630                 | 58,2                                                      | 59,6                 | 58,7                 | 57,4                 | 58,5             |
| 800                 | 63,8                                                      | 67,4                 | 65,7                 | 63,7                 | 65,4             |
| 1000                | 59,2                                                      | 58,6                 | 59,1                 | 59,5                 | 59,1             |
| 1250                | 57,9                                                      | 58,5                 | 58,1                 | 58,8                 | 58,3             |
| 1600                | 57,4                                                      | 60,2                 | 59,0                 | 57,0                 | 58,6             |
| 2000                | 57,6                                                      | 57,9                 | 57,9                 | 58,1                 | 57,9             |
| 2500                | 58,7                                                      | 59,4                 | 59,0                 | 59,4                 | 59,1             |
| 3150                | 57,9                                                      | 57,9                 | 57,7                 | 57,3                 | 57,7             |

- **Amostra:** Novo piso de porcelanato sobre o piso original de cerâmica (PorCe) na câmara com laje pré-moldada

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** média final das posições 1, 2, 3 e 4.

Tabela 50 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra PorCe na laje pré-moldada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | MÉDIA NÍVEIS RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DA FONTE DA EMISSÃO DE RUÍDO |                            |                            |                            |                     |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|
|                     | Média Li<br>Posição 1 (Db)                                                 | Média Li<br>Posição 2 (Db) | Média Li<br>Posição 3 (Db) | Média Li<br>Posição 4 (Db) | Média Final Li (Db) |
| 100                 | 72,6                                                                       | 57,7                       | 55,2                       | 64,6                       | 67,4                |
| 125                 | 65,8                                                                       | 60,0                       | 54,5                       | 63,1                       | 62,5                |
| 160                 | 69,7                                                                       | 70,9                       | 65,5                       | 68,4                       | 69,0                |
| 200                 | 62,9                                                                       | 65,5                       | 66,7                       | 67,1                       | 65,9                |
| 250                 | 64,0                                                                       | 60,2                       | 62,0                       | 66,6                       | 63,8                |
| 315                 | 63,3                                                                       | 54,7                       | 54,9                       | 59,9                       | 59,7                |
| 400                 | 61,0                                                                       | 52,7                       | 57,5                       | 56,2                       | 57,8                |
| 500                 | 59,0                                                                       | 54,2                       | 61,3                       | 57,6                       | 58,7                |
| 630                 | 58,6                                                                       | 53,0                       | 59,0                       | 58,5                       | 57,8                |
| 800                 | 63,0                                                                       | 55,5                       | 60,0                       | 65,4                       | 62,3                |
| 1000                | 61,1                                                                       | 51,5                       | 61,6                       | 59,1                       | 59,6                |
| 1250                | 57,6                                                                       | 49,5                       | 63,8                       | 58,3                       | 59,7                |
| 1600                | 50,7                                                                       | 45,5                       | 61,5                       | 58,6                       | 57,6                |
| 2000                | 52,8                                                                       | 46,4                       | 54,9                       | 57,9                       | 54,6                |
| 2500                | 48,7                                                                       | 43,1                       | 51,4                       | 59,1                       | 54,2                |
| 3150                | 44,5                                                                       | 41,3                       | 51,4                       | 57,7                       | 52,8                |

- **Amostra:** Novo piso de porcelanato sobre piso original de cerâmica (PorCe) na câmara com laje pré-moldada.

- **Correção da Média Final do Ruído de Impacto (Li):** Não houve correção do ruído de impacto através do ruído de fundo.

Tabela 51 - Correção da Média do Ruído de Impacto (Li) através do Ruído de Fundo da amostra PorCe na câmara com laje pré-moldada

| Frequências (Hz) | Ruído de Fundo<br>(dB) | Média do Ruído<br>Impacto (Li)<br>(dB) | Diferença de Li e<br>Ruído de Fundo<br>(dB) | Correção de Li<br>(dB) |
|------------------|------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------|
| 100              | 26,5                   | 67,4                                   | 40,9                                        | 67,4                   |
| 125              | 38,0                   | 62,5                                   | 24,5                                        | 62,5                   |
| 160              | 33,0                   | 69,0                                   | 36,0                                        | 69,0                   |
| 200              | 37,3                   | 65,9                                   | 28,6                                        | 65,9                   |
| 250              | 33,0                   | 63,8                                   | 30,8                                        | 63,8                   |
| 315              | 33,6                   | 59,7                                   | 26,1                                        | 59,7                   |
| 400              | 32,3                   | 57,8                                   | 25,5                                        | 57,8                   |
| 500              | 28,2                   | 58,7                                   | 30,5                                        | 58,7                   |
| 630              | 25,3                   | 57,8                                   | 32,5                                        | 57,8                   |
| 800              | 25,6                   | 62,3                                   | 36,7                                        | 62,3                   |
| 1000             | 24,5                   | 59,6                                   | 35,1                                        | 59,6                   |
| 1250             | 24,3                   | 59,7                                   | 35,4                                        | 59,7                   |
| 1600             | 27,7                   | 57,6                                   | 29,9                                        | 57,6                   |
| 2000             | 31,1                   | 54,6                                   | 23,5                                        | 54,6                   |
| 2500             | 25,6                   | 54,2                                   | 28,6                                        | 54,2                   |
| 3150             | 22,6                   | 52,8                                   | 30,2                                        | 52,8                   |

- **Amostra:** Novo piso de porcelanato sobre o piso original de cerâmica (PorCe) na câmara com laje nervurada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 1

Tabela 52 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra PorCe na laje nervurada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 66,7                                                      | 66,8                 | 67,7                 | 68,4                 | 67,5             |
| 125                 | 53,9                                                      | 51,9                 | 52,2                 | 52,6                 | 52,7             |
| 160                 | 55,2                                                      | 53,5                 | 54,2                 | 55,5                 | 54,7             |
| 200                 | 46,5                                                      | 49,1                 | 47,7                 | 49,6                 | 48,4             |
| 250                 | 53,1                                                      | 52,0                 | 55,2                 | 57,1                 | 54,8             |
| 315                 | 50,3                                                      | 49,4                 | 53,1                 | 56,0                 | 53,0             |
| 400                 | 54,5                                                      | 53,4                 | 57,2                 | 56,3                 | 55,6             |
| 500                 | 46,5                                                      | 51,6                 | 51,8                 | 55,0                 | 52,2             |
| 630                 | 46,0                                                      | 48,9                 | 57,4                 | 59,2                 | 55,7             |
| 800                 | 52,1                                                      | 55,3                 | 58,7                 | 62,9                 | 59,0             |
| 1000                | 43,7                                                      | 47,0                 | 54,4                 | 55,9                 | 52,7             |
| 1250                | 44,0                                                      | 46,7                 | 58,1                 | 55,1                 | 54,2             |
| 1600                | 37,5                                                      | 42,2                 | 44,1                 | 48,7                 | 44,8             |
| 2000                | 37,2                                                      | 40,9                 | 40,6                 | 48,6                 | 44,0             |
| 2500                | 31,1                                                      | 42,0                 | 40,8                 | 52,4                 | 47,1             |
| 3150                | 25,1                                                      | 31,6                 | 38,4                 | 44,3                 | 39,5             |

- **Amostra:** Novo piso de porcelanato sobre o piso original de cerâmica (PorCe) na câmara com laje nervurada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 2

Tabela 53 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra PorCe na laje nervurada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 64,4                                                      | 62,9                 | 64,2                 | 60,8                 | 63,3             |
| 125                 | 60,9                                                      | 61,0                 | 64,2                 | 63,3                 | 62,6             |
| 160                 | 58,6                                                      | 56,1                 | 57,2                 | 58,1                 | 57,6             |
| 200                 | 49,5                                                      | 52,6                 | 49,1                 | 53,2                 | 51,5             |
| 250                 | 50,0                                                      | 53,2                 | 50,7                 | 52,9                 | 51,9             |
| 315                 | 54,1                                                      | 56,3                 | 54,2                 | 53,7                 | 54,7             |
| 400                 | 52,1                                                      | 51,8                 | 52,2                 | 50,2                 | 51,6             |
| 500                 | 49,4                                                      | 50,3                 | 49,6                 | 49,7                 | 49,8             |
| 630                 | 51,9                                                      | 58,0                 | 59,1                 | 58,9                 | 57,7             |
| 800                 | 55,6                                                      | 60,7                 | 59,8                 | 62,3                 | 60,2             |
| 1000                | 52,5                                                      | 56,1                 | 56,4                 | 57,4                 | 55,9             |
| 1250                | 48,4                                                      | 56,5                 | 58,3                 | 58,5                 | 56,8             |
| 1600                | 45,9                                                      | 52,5                 | 50,5                 | 51,1                 | 50,6             |
| 2000                | 46,2                                                      | 46,5                 | 47,3                 | 49,7                 | 47,7             |
| 2500                | 40,5                                                      | 45,1                 | 46,9                 | 49,4                 | 46,5             |
| 3150                | 34,6                                                      | 38,9                 | 39,4                 | 40,1                 | 38,7             |

- **Amostra:** Novo piso de porcelanato sobre o piso original de cerâmica (PorCe) na câmara com laje nervurada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 3

Tabela 54 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra PorCe na laje nervurada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 71,1                                                      | 68,8                 | 70,9                 | 71,2                 | 70,6             |
| 125                 | 59,2                                                      | 58,5                 | 63,7                 | 62,0                 | 61,4             |
| 160                 | 60,2                                                      | 57,2                 | 61,2                 | 58,9                 | 59,6             |
| 200                 | 53,4                                                      | 54,6                 | 52,9                 | 54,4                 | 53,9             |
| 250                 | 58,2                                                      | 57,2                 | 58,1                 | 59,7                 | 58,4             |
| 315                 | 57,3                                                      | 58,0                 | 57,8                 | 58,3                 | 57,9             |
| 400                 | 61,9                                                      | 58,3                 | 62,6                 | 62,2                 | 61,5             |
| 500                 | 59,9                                                      | 60,1                 | 60,4                 | 60,9                 | 60,3             |
| 630                 | 62,3                                                      | 62,1                 | 63,2                 | 63,7                 | 62,9             |
| 800                 | 62,8                                                      | 63,3                 | 63,8                 | 62,3                 | 63,1             |
| 1000                | 62,5                                                      | 62,8                 | 63,4                 | 63,8                 | 63,2             |
| 1250                | 61,1                                                      | 61,1                 | 62,5                 | 61,2                 | 61,5             |
| 1600                | 59,3                                                      | 59,2                 | 60,0                 | 58,5                 | 59,3             |
| 2000                | 60,1                                                      | 59,4                 | 61,5                 | 61,3                 | 60,7             |
| 2500                | 62,2                                                      | 61,1                 | 61,0                 | 60,7                 | 61,3             |
| 3150                | 53,2                                                      | 53,4                 | 55,6                 | 54,8                 | 54,4             |

- **Amostra:** Novo piso de porcelanato sobre o piso original de cerâmica (PorCe) na câmara com laje nervurada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 4

Tabela 55 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra PorCe na laje nervurada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 63,4                                                      | 62,0                 | 63,1                 | 63,0                 | 62,9             |
| 125                 | 58,7                                                      | 58,7                 | 60,9                 | 60,0                 | 59,7             |
| 160                 | 62,9                                                      | 63,2                 | 64,4                 | 65,8                 | 64,2             |
| 200                 | 65,8                                                      | 66,3                 | 63,5                 | 67,0                 | 65,8             |
| 250                 | 64,6                                                      | 65,2                 | 64,3                 | 66,6                 | 65,3             |
| 315                 | 59,6                                                      | 60,1                 | 59,7                 | 60,8                 | 60,1             |
| 400                 | 67,3                                                      | 67,7                 | 67,3                 | 65,7                 | 67,1             |
| 500                 | 72,1                                                      | 73,9                 | 72,9                 | 72,8                 | 73,0             |
| 630                 | 70,3                                                      | 68,4                 | 70,5                 | 72,0                 | 70,5             |
| 800                 | 72,2                                                      | 72,5                 | 73,7                 | 73,7                 | 73,1             |
| 1000                | 70,4                                                      | 40,6                 | 72,2                 | 71,3                 | 70,1             |
| 1250                | 76,9                                                      | 76,9                 | 78,7                 | 75,5                 | 77,2             |
| 1600                | 65,6                                                      | 66,7                 | 67,7                 | 67,6                 | 67,0             |
| 2000                | 66,0                                                      | 65,4                 | 67,3                 | 67,0                 | 66,5             |
| 2500                | 64,5                                                      | 67,1                 | 66,5                 | 66,1                 | 66,2             |
| 3150                | 61,5                                                      | 62,4                 | 63,5                 | 62,4                 | 62,5             |

- **Amostra:** Novo piso de porcelanato sobre o piso original de cerâmica (PorCe) na câmara com laje nervurada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** média final das posições 1, 2, 3 e 4.

Tabela 56 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra PorCe na laje nervurada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | MÉDIA NÍVEIS RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DA FONTE DA EMISSÃO DE RUÍDO |                            |                            |                            |                     |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|
|                     | Média Li<br>Posição 1 (Db)                                                 | Média Li<br>Posição 2 (Db) | Média Li<br>Posição 3 (Db) | Média Li<br>Posição 4 (Db) | Média Final Li (Db) |
| 100                 | 67,5                                                                       | 63,3                       | 70,6                       | 62,9                       | 67,2                |
| 125                 | 52,7                                                                       | 62,6                       | 61,4                       | 59,7                       | 60,3                |
| 160                 | 54,7                                                                       | 57,6                       | 59,6                       | 64,2                       | 60,4                |
| 200                 | 48,4                                                                       | 51,5                       | 53,9                       | 65,8                       | 60,3                |
| 250                 | 54,8                                                                       | 51,9                       | 58,4                       | 65,3                       | 60,5                |
| 315                 | 53,0                                                                       | 54,7                       | 57,9                       | 60,1                       | 57,3                |
| 400                 | 55,6                                                                       | 51,6                       | 61,5                       | 67,1                       | 62,4                |
| 500                 | 52,2                                                                       | 49,8                       | 60,3                       | 73,0                       | 67,2                |
| 630                 | 55,7                                                                       | 57,7                       | 62,9                       | 70,5                       | 65,5                |
| 800                 | 59,0                                                                       | 60,2                       | 63,1                       | 73,1                       | 67,8                |
| 1000                | 52,7                                                                       | 55,9                       | 63,2                       | 70,1                       | 65,1                |
| 1250                | 54,2                                                                       | 56,8                       | 61,5                       | 77,2                       | 71,3                |
| 1600                | 44,8                                                                       | 50,6                       | 59,3                       | 67,0                       | 61,7                |
| 2000                | 44,0                                                                       | 47,7                       | 60,7                       | 66,5                       | 61,5                |
| 2500                | 47,1                                                                       | 46,5                       | 61,3                       | 66,2                       | 61,4                |
| 3150                | 39,5                                                                       | 38,7                       | 54,4                       | 62,5                       | 57,1                |

- **Amostra:** Novo de porcelanato sobre piso original de cerâmica (PorCe) na câmara com laje nervurada.

- **Correção da Média Final do Ruído de Impacto (Li):** Não houve correção do ruído de impacto através do ruído de fundo.

Tabela 57 - Correção da Média do Ruído de Impacto (Li) através do Ruído de Fundo da amostra PorCe na câmara com laje nervurada

| Frequências<br>(Hz) | Ruído de Fundo<br>(dB) | Média do Ruído<br>Impacto (Li)<br>(dB) | Diferença de Li e<br>Ruído de Fundo<br>(dB) | Correção de Li<br>(dB) |
|---------------------|------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------|
| 100                 | 24,3                   | 67,2                                   | 42,9                                        | 67,2                   |
| 125                 | 38,5                   | 60,3                                   | 21,8                                        | 60,3                   |
| 160                 | 36,0                   | 60,4                                   | 24,4                                        | 60,4                   |
| 200                 | 41,0                   | 60,3                                   | 19,3                                        | 60,3                   |
| 250                 | 37,5                   | 60,5                                   | 23,0                                        | 60,5                   |
| 315                 | 39,0                   | 57,3                                   | 18,3                                        | 57,3                   |
| 400                 | 40,5                   | 62,4                                   | 21,9                                        | 62,4                   |
| 500                 | 37,6                   | 67,2                                   | 29,6                                        | 67,2                   |
| 630                 | 41,8                   | 65,5                                   | 23,7                                        | 65,5                   |
| 800                 | 40,5                   | 67,8                                   | 27,3                                        | 67,8                   |
| 1000                | 40,3                   | 65,1                                   | 24,8                                        | 65,1                   |
| 1250                | 39,5                   | 71,3                                   | 31,8                                        | 71,3                   |
| 1600                | 39,2                   | 61,7                                   | 22,5                                        | 61,7                   |
| 2000                | 38,3                   | 61,5                                   | 23,2                                        | 61,5                   |
| 2500                | 37,1                   | 61,4                                   | 24,3                                        | 61,4                   |
| 3150                | 35,3                   | 57,1                                   | 21,8                                        | 57,1                   |

- **Amostra:** Novo piso de cerâmica sobre o piso original de cerâmica (CeCe) na câmara com laje pré-moldada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 1

Tabela 58 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra CeCe na laje pré-moldada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 66,2                                                      | 65,3                 | 63,5                 | 69,9                 | 66,9             |
| 125                 | 58,8                                                      | 56,7                 | 57,2                 | 60,5                 | 58,6             |
| 160                 | 64,8                                                      | 64,8                 | 67,8                 | 69,5                 | 67,2             |
| 200                 | 59,6                                                      | 61,0                 | 63,6                 | 63,8                 | 62,3             |
| 250                 | 69,4                                                      | 70,3                 | 71,1                 | 69,8                 | 70,2             |
| 315                 | 62,6                                                      | 62,4                 | 66,4                 | 64,8                 | 64,4             |
| 400                 | 60,7                                                      | 68,1                 | 66,8                 | 66,4                 | 66,2             |
| 500                 | 61,7                                                      | 64,2                 | 65,6                 | 65,0                 | 64,4             |
| 630                 | 64,2                                                      | 64,0                 | 66,5                 | 67,6                 | 65,8             |
| 800                 | 65,8                                                      | 66,2                 | 68,6                 | 69,6                 | 67,8             |
| 1000                | 64,6                                                      | 67,0                 | 67,8                 | 67,4                 | 66,9             |
| 1250                | 66,2                                                      | 69,0                 | 70,6                 | 72,4                 | 70,1             |
| 1600                | 66,4                                                      | 68,1                 | 69,0                 | 68,4                 | 68,1             |
| 2000                | 66,1                                                      | 67,8                 | 69,9                 | 68,7                 | 68,3             |
| 2500                | 64,2                                                      | 65,8                 | 69,8                 | 69,7                 | 68,0             |
| 3150                | 64,8                                                      | 67,1                 | 68,6                 | 67,5                 | 67,2             |

- **Amostra:** Novo piso de cerâmica sobre o piso original de cerâmica (CeCe) na câmara com laje pré-moldada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 2

Tabela 59 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra CeCe na laje pré-moldada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 67,5                                                      | 64,3                 | 64,0                 | 67,8                 | 66,2             |
| 125                 | 65,3                                                      | 63,9                 | 64,0                 | 64,7                 | 64,5             |
| 160                 | 75,6                                                      | 71,9                 | 74,4                 | 74,3                 | 74,2             |
| 200                 | 70,9                                                      | 66,7                 | 68,8                 | 71,0                 | 69,7             |
| 250                 | 71,5                                                      | 70,4                 | 71,0                 | 70,3                 | 70,8             |
| 315                 | 71,5                                                      | 69,3                 | 68,6                 | 69,9                 | 70,0             |
| 400                 | 75,9                                                      | 76,3                 | 75,1                 | 76,9                 | 76,1             |
| 500                 | 69,1                                                      | 71,1                 | 70,7                 | 72,8                 | 71,1             |
| 630                 | 70,2                                                      | 69,8                 | 71,0                 | 72,6                 | 71,0             |
| 800                 | 72,9                                                      | 74,5                 | 75,5                 | 76,2                 | 74,9             |
| 1000                | 72,5                                                      | 72,5                 | 70,9                 | 70,8                 | 71,8             |
| 1250                | 75,5                                                      | 73,0                 | 73,2                 | 73,0                 | 73,8             |
| 1600                | 77,2                                                      | 75,4                 | 75,2                 | 75,7                 | 76,0             |
| 2000                | 71,6                                                      | 72,1                 | 70,1                 | 71,4                 | 71,4             |
| 2500                | 71,4                                                      | 71,1                 | 72,4                 | 72,1                 | 71,8             |
| 3150                | 68,2                                                      | 68,4                 | 69,0                 | 69,9                 | 68,9             |

- **Amostra:** Novo piso de cerâmica sobre o piso original de cerâmica (CeCe) na câmara com laje pré-moldada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 3

Tabela 60 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra CeCe na laje pré-moldada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 53,2                                                      | 52,7                 | 52,3                 | 55,4                 | 53,6             |
| 125                 | 53,0                                                      | 55,1                 | 54,6                 | 54,9                 | 54,5             |
| 160                 | 61,9                                                      | 65,9                 | 64,2                 | 63,7                 | 64,2             |
| 200                 | 65,2                                                      | 63,8                 | 65,3                 | 68,6                 | 66,1             |
| 250                 | 63,3                                                      | 62,4                 | 60,9                 | 63,8                 | 62,7             |
| 315                 | 57,0                                                      | 59,3                 | 57,4                 | 58,4                 | 58,1             |
| 400                 | 59,3                                                      | 61,4                 | 58,8                 | 63,8                 | 61,3             |
| 500                 | 60,0                                                      | 62,5                 | 61,6                 | 64,7                 | 62,5             |
| 630                 | 56,0                                                      | 57,2                 | 58,0                 | 61,1                 | 58,5             |
| 800                 | 57,9                                                      | 59,8                 | 59,7                 | 61,8                 | 60,0             |
| 1000                | 61,7                                                      | 62,3                 | 63,1                 | 63,8                 | 62,8             |
| 1250                | 60,4                                                      | 63,1                 | 63,1                 | 65,2                 | 63,3             |
| 1600                | 62,1                                                      | 65,3                 | 65,3                 | 65,9                 | 64,9             |
| 2000                | 60,5                                                      | 62,7                 | 61,3                 | 62,9                 | 62,0             |
| 2500                | 58,3                                                      | 60,3                 | 59,0                 | 61,8                 | 60,1             |
| 3150                | 60,6                                                      | 60,5                 | 61,1                 | 62,8                 | 61,4             |

- **Amostra:** Novo piso de cerâmica sobre o piso original de cerâmica (CeCe) na câmara com laje pré-moldada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 4

Tabela 61 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra CeCe na laje pré-moldada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 72,6                                                      | 71,7                 | 70,2                 | 72,7                 | 71,9             |
| 125                 | 69,4                                                      | 67,9                 | 67,8                 | 66,3                 | 68,0             |
| 160                 | 73,3                                                      | 73,7                 | 76,0                 | 74,1                 | 74,4             |
| 200                 | 64,5                                                      | 64,7                 | 69,0                 | 66,8                 | 66,7             |
| 250                 | 67,3                                                      | 73,3                 | 74,8                 | 72,8                 | 72,8             |
| 315                 | 68,6                                                      | 74,4                 | 75,2                 | 75,2                 | 74,0             |
| 400                 | 67,0                                                      | 68,9                 | 68,9                 | 69,6                 | 68,7             |
| 500                 | 66,6                                                      | 69,0                 | 69,2                 | 67,4                 | 68,2             |
| 630                 | 63,6                                                      | 65,5                 | 68,5                 | 68,0                 | 66,8             |
| 800                 | 72,5                                                      | 73,6                 | 75,8                 | 76,6                 | 74,9             |
| 1000                | 68,5                                                      | 68,8                 | 70,2                 | 71,5                 | 69,9             |
| 1250                | 74,6                                                      | 74,6                 | 74,5                 | 76,6                 | 75,2             |
| 1600                | 66,7                                                      | 67,6                 | 70,1                 | 69,1                 | 68,6             |
| 2000                | 70,0                                                      | 70,0                 | 72,2                 | 71,4                 | 71,0             |
| 2500                | 69,7                                                      | 69,4                 | 71,1                 | 71,3                 | 70,5             |
| 3150                | 67,1                                                      | 67,9                 | 68,7                 | 68,7                 | 68,1             |

- **Amostra:** Novo piso de cerâmica sobre o piso original de cerâmica (CeCe) na câmara com laje pré-moldada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** média final das posições 1, 2, 3 e 4.

Tabela 62 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra CeCe na laje pré-moldada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | MÉDIA NÍVEIS RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DA FONTE DA EMISSÃO DE RUÍDO |                            |                            |                            |                     |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|
|                     | Média Li<br>Posição 1 (Db)                                                 | Média Li<br>Posição 2 (Db) | Média Li<br>Posição 3 (Db) | Média Li<br>Posição 4 (Db) | Média Final Li (Db) |
| 100                 | 66,9                                                                       | 66,2                       | 53,6                       | 71,9                       | 67,9                |
| 125                 | 58,6                                                                       | 64,5                       | 54,5                       | 68,0                       | 64,0                |
| 160                 | 67,2                                                                       | 74,2                       | 64,2                       | 74,4                       | 71,9                |
| 200                 | 62,3                                                                       | 69,7                       | 66,1                       | 66,7                       | 66,9                |
| 250                 | 70,2                                                                       | 70,8                       | 62,7                       | 72,8                       | 70,4                |
| 315                 | 64,4                                                                       | 70,0                       | 58,1                       | 74,0                       | 69,8                |
| 400                 | 66,2                                                                       | 76,1                       | 61,3                       | 68,7                       | 71,3                |
| 500                 | 64,4                                                                       | 71,1                       | 62,5                       | 68,2                       | 67,8                |
| 630                 | 65,8                                                                       | 71,0                       | 58,5                       | 66,8                       | 67,4                |
| 800                 | 67,8                                                                       | 74,9                       | 60,0                       | 74,9                       | 72,4                |
| 1000                | 66,9                                                                       | 71,8                       | 62,8                       | 69,9                       | 69,0                |
| 1250                | 70,1                                                                       | 73,8                       | 63,3                       | 75,2                       | 72,4                |
| 1600                | 68,1                                                                       | 76,0                       | 64,9                       | 68,6                       | 71,5                |
| 2000                | 68,3                                                                       | 71,4                       | 62,0                       | 71,0                       | 69,4                |
| 2500                | 68,0                                                                       | 71,8                       | 60,1                       | 70,5                       | 69,2                |
| 3150                | 67,2                                                                       | 68,9                       | 61,4                       | 68,1                       | 67,2                |

- **Amostra:** Novo piso de cerâmica sobre piso original de cerâmica (CeCe) na câmara com laje pré-moldada.

- **Correção da Média Final do Ruído de Impacto (Li):** Não houve correção do ruído de impacto através do ruído de fundo.

Tabela 63 - Correção da Média do Ruído de Impacto (Li) através do Ruído de Fundo da amostra CeCe na câmara com laje pré-moldada.

| Frequências<br>(Hz) | Ruído de Fundo<br>(dB) | Média do Ruído<br>Impacto (Li) (dB) | Diferença de Li e<br>Ruído de Fundo<br>(dB) | Correção de Li<br>(dB) |
|---------------------|------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------|
| 100                 | 26,5                   | 67,9                                | 41,4                                        | 67,9                   |
| 125                 | 38,0                   | 64,0                                | 26,0                                        | 64,0                   |
| 160                 | 33,0                   | 71,9                                | 38,9                                        | 71,9                   |
| 200                 | 37,3                   | 66,9                                | 29,6                                        | 66,9                   |
| 250                 | 33,0                   | 70,4                                | 37,4                                        | 70,4                   |
| 315                 | 33,6                   | 69,8                                | 36,2                                        | 69,8                   |
| 400                 | 32,3                   | 71,3                                | 39,0                                        | 71,3                   |
| 500                 | 28,2                   | 67,8                                | 39,6                                        | 67,8                   |
| 630                 | 25,3                   | 67,4                                | 42,1                                        | 67,4                   |
| 800                 | 25,6                   | 72,4                                | 46,8                                        | 72,4                   |
| 1000                | 24,5                   | 69,0                                | 44,5                                        | 69,0                   |
| 1250                | 24,3                   | 72,4                                | 48,1                                        | 72,4                   |
| 1600                | 27,7                   | 71,5                                | 43,8                                        | 71,5                   |
| 2000                | 31,1                   | 69,4                                | 38,3                                        | 69,4                   |
| 2500                | 25,6                   | 69,2                                | 43,6                                        | 69,2                   |
| 3150                | 22,6                   | 67,2                                | 44,6                                        | 67,2                   |

- **Amostra:** Novo piso de cerâmica sobre o piso original de cerâmica (CeCe) na câmara com laje nervurada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 1

Tabela 64 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra CeCe na laje nervurada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 72,2                                                      | 69,4                 | 71,4                 | 74,0                 | 72,1             |
| 125                 | 57,7                                                      | 56,6                 | 59,5                 | 58,8                 | 58,3             |
| 160                 | 61,5                                                      | 58,5                 | 61,3                 | 59,3                 | 60,3             |
| 200                 | 64,7                                                      | 65,4                 | 64,9                 | 67,2                 | 65,7             |
| 250                 | 69,8                                                      | 72,7                 | 70,0                 | 72,9                 | 71,6             |
| 315                 | 69,6                                                      | 72,9                 | 71,2                 | 68,7                 | 70,9             |
| 400                 | 68,4                                                      | 66,4                 | 70,2                 | 66,8                 | 68,2             |
| 500                 | 73,0                                                      | 73,6                 | 75,7                 | 73,7                 | 74,1             |
| 630                 | 75,4                                                      | 76,4                 | 78,2                 | 76,5                 | 76,7             |
| 800                 | 77,5                                                      | 76,0                 | 77,6                 | 76,1                 | 76,9             |
| 1000                | 73,3                                                      | 72,8                 | 72,2                 | 75,0                 | 73,5             |
| 1250                | 74,5                                                      | 75,1                 | 74,5                 | 76,1                 | 75,1             |
| 1600                | 74,2                                                      | 75,6                 | 74,6                 | 73,0                 | 74,4             |
| 2000                | 71,1                                                      | 71,2                 | 70,2                 | 69,4                 | 70,5             |
| 2500                | 68,7                                                      | 69,4                 | 68,2                 | 68,7                 | 68,8             |
| 3150                | 63,9                                                      | 64,1                 | 63,6                 | 63,7                 | 63,8             |

- **Amostra:** Novo piso de cerâmica sobre o piso original de cerâmica (CeCe) na câmara com laje nervurada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 2

Tabela 65 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra CeCe na laje nervurada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 74,0                                                      | 70,4                 | 68,6                 | 72,2                 | 71,8             |
| 125                 | 66,2                                                      | 63,5                 | 67,0                 | 65,3                 | 65,7             |
| 160                 | 77,1                                                      | 74,7                 | 77,8                 | 76,6                 | 76,7             |
| 200                 | 72,4                                                      | 72,7                 | 72,3                 | 73,3                 | 72,7             |
| 250                 | 76,0                                                      | 73,1                 | 71,7                 | 75,1                 | 74,3             |
| 315                 | 74,2                                                      | 74,1                 | 77,7                 | 73,5                 | 75,2             |
| 400                 | 74,7                                                      | 73,9                 | 75,2                 | 76,0                 | 75,0             |
| 500                 | 71,7                                                      | 71,2                 | 71,2                 | 73,0                 | 71,8             |
| 630                 | 77,4                                                      | 76,6                 | 75,7                 | 76,5                 | 76,6             |
| 800                 | 80,2                                                      | 79,5                 | 78,0                 | 77,9                 | 79,0             |
| 1000                | 78,6                                                      | 77,2                 | 76,8                 | 76,8                 | 77,4             |
| 1250                | 78,5                                                      | 78,8                 | 79,3                 | 79,1                 | 78,9             |
| 1600                | 74,7                                                      | 74,2                 | 73,1                 | 74,1                 | 74,1             |
| 2000                | 77,7                                                      | 77,0                 | 76,5                 | 76,2                 | 76,9             |
| 2500                | 72,5                                                      | 73,3                 | 72,7                 | 71,8                 | 72,6             |
| 3150                | 72,2                                                      | 72,0                 | 72,0                 | 71,5                 | 71,9             |

- **Amostra:** Novo piso de cerâmica sobre o piso original de cerâmica (CeCe) na câmara com laje nervurada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 3

Tabela 66 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra CeCe na laje nervurada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 74,7                                                      | 74,9                 | 73,2                 | 74,9                 | 74,5             |
| 125                 | 62,9                                                      | 62,6                 | 63,9                 | 64,4                 | 63,5             |
| 160                 | 70,4                                                      | 67,3                 | 70,6                 | 71,1                 | 70,1             |
| 200                 | 66,9                                                      | 66,4                 | 66,9                 | 68,4                 | 67,2             |
| 250                 | 71,1                                                      | 74,6                 | 70,0                 | 73,1                 | 72,6             |
| 315                 | 76,8                                                      | 76,0                 | 77,4                 | 74,7                 | 76,3             |
| 400                 | 75,6                                                      | 76,8                 | 77,0                 | 77,4                 | 76,7             |
| 500                 | 72,8                                                      | 75,7                 | 73,2                 | 73,2                 | 73,9             |
| 630                 | 77,1                                                      | 76,9                 | 78,3                 | 78,0                 | 77,6             |
| 800                 | 80,1                                                      | 80,5                 | 80,9                 | 81,7                 | 80,8             |
| 1000                | 78,1                                                      | 76,9                 | 77,5                 | 78,1                 | 77,7             |
| 1250                | 78,6                                                      | 78,4                 | 78,4                 | 79,7                 | 78,8             |
| 1600                | 73,3                                                      | 74,1                 | 73,6                 | 73,4                 | 73,6             |
| 2000                | 73,8                                                      | 74,3                 | 75,6                 | 75,2                 | 74,8             |
| 2500                | 70,5                                                      | 71,9                 | 72,6                 | 72,6                 | 72,0             |
| 3150                | 67,5                                                      | 69,0                 | 69,8                 | 68,9                 | 68,9             |

- **Amostra:** Novo piso de cerâmica sobre o piso original de cerâmica (CeCe) na câmara com laje nervurada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 4

Tabela 67 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra CeCe na laje nervurada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 62,3                                                      | 59,0                 | 61,5                 | 60,1                 | 60,9             |
| 125                 | 62,9                                                      | 60,3                 | 62,5                 | 62,5                 | 62,2             |
| 160                 | 69,8                                                      | 67,9                 | 70,4                 | 70,3                 | 69,7             |
| 200                 | 69,0                                                      | 70,3                 | 66,2                 | 70,3                 | 69,2             |
| 250                 | 67,9                                                      | 71,1                 | 65,2                 | 69,2                 | 68,8             |
| 315                 | 69,0                                                      | 68,7                 | 69,2                 | 70,1                 | 69,3             |
| 400                 | 82,7                                                      | 79,8                 | 78,9                 | 81,3                 | 80,9             |
| 500                 | 74,2                                                      | 75,9                 | 75,3                 | 76,2                 | 75,5             |
| 630                 | 75,6                                                      | 75,2                 | 73,9                 | 74,4                 | 74,8             |
| 800                 | 80,8                                                      | 79,0                 | 79,2                 | 77,5                 | 79,3             |
| 1000                | 79,3                                                      | 77,8                 | 77,5                 | 78,6                 | 78,4             |
| 1250                | 85,8                                                      | 83,0                 | 83,0                 | 82,9                 | 83,9             |
| 1600                | 79,2                                                      | 78,5                 | 78,9                 | 78,0                 | 78,7             |
| 2000                | 78,6                                                      | 78,1                 | 77,7                 | 77,0                 | 77,9             |
| 2500                | 77,4                                                      | 77,7                 | 76,1                 | 76,5                 | 77,0             |
| 3150                | 75,6                                                      | 74,2                 | 74,3                 | 74,4                 | 74,7             |

- **Amostra:** Novo piso de cerâmica sobre o piso original de cerâmica (CeCe) na câmara com laje nervurada.

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** média final das posições 1, 2, 3 e 4.

Tabela 68 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra CeCe na laje nervurada

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | MÉDIA NÍVEIS RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DA FONTE DA EMISSÃO DE RUÍDO |                            |                            |                            |                     |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|
|                     | Média Li<br>Posição 1 (Db)                                                 | Média Li<br>Posição 2 (Db) | Média Li<br>Posição 3 (Db) | Média Li<br>Posição 4 (Db) | Média Final Li (Db) |
| 100                 | 72,1                                                                       | 71,8                       | 74,5                       | 60,9                       | 71,8                |
| 125                 | 58,3                                                                       | 65,7                       | 63,5                       | 62,2                       | 63,2                |
| 160                 | 60,3                                                                       | 76,7                       | 70,1                       | 69,7                       | 72,3                |
| 200                 | 65,7                                                                       | 72,7                       | 67,2                       | 69,2                       | 69,5                |
| 250                 | 71,6                                                                       | 74,3                       | 72,6                       | 68,8                       | 72,2                |
| 315                 | 70,9                                                                       | 75,2                       | 76,3                       | 69,3                       | 73,9                |
| 400                 | 68,2                                                                       | 75,0                       | 76,7                       | 80,9                       | 77,2                |
| 500                 | 74,1                                                                       | 71,8                       | 73,9                       | 75,5                       | 74,0                |
| 630                 | 76,7                                                                       | 76,6                       | 77,6                       | 74,8                       | 76,6                |
| 800                 | 76,9                                                                       | 79,0                       | 80,8                       | 79,3                       | 79,2                |
| 1000                | 73,5                                                                       | 77,4                       | 77,7                       | 78,4                       | 77,1                |
| 1250                | 75,1                                                                       | 78,9                       | 78,8                       | 83,9                       | 80,3                |
| 1600                | 74,4                                                                       | 74,1                       | 73,6                       | 78,7                       | 75,7                |
| 2000                | 70,5                                                                       | 76,9                       | 74,8                       | 77,9                       | 75,8                |
| 2500                | 68,8                                                                       | 72,6                       | 72,0                       | 77,0                       | 73,6                |
| 3150                | 63,8                                                                       | 71,9                       | 68,9                       | 74,7                       | 71,4                |

- **Amostra:** Novo piso de cerâmica sobre piso original de cerâmica (CeCe) na câmara com laje nervurada.

- **Correção da Média Final do Ruído de Impacto (Li):** Não houve correção do ruído de impacto através do ruído de fundo.

Tabela 69 - Correção da Média do Ruído de Impacto (Li) através do Ruído de Fundo da amostra CeCe na câmara com laje nervurada

| Frequências<br>(Hz) | Ruído de Fundo<br>(dB) | Média do Ruído<br>Impacto (Li) (dB) | Diferença de Li e<br>Ruído de Fundo<br>(dB) | Correção de Li<br>(dB) |
|---------------------|------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------|
| 100                 | 24,3                   | 71,8                                | 47,5                                        | 71,8                   |
| 125                 | 38,5                   | 63,2                                | 24,7                                        | 63,2                   |
| 160                 | 36,0                   | 72,3                                | 36,3                                        | 72,3                   |
| 200                 | 41,0                   | 69,5                                | 28,5                                        | 69,5                   |
| 250                 | 37,5                   | 72,2                                | 34,7                                        | 72,2                   |
| 315                 | 39,0                   | 73,9                                | 34,9                                        | 73,9                   |
| 400                 | 40,5                   | 77,2                                | 36,7                                        | 77,2                   |
| 500                 | 37,6                   | 74,0                                | 36,4                                        | 74,0                   |
| 630                 | 41,8                   | 76,6                                | 34,8                                        | 76,6                   |
| 800                 | 40,5                   | 79,2                                | 38,7                                        | 79,2                   |
| 1000                | 40,3                   | 77,1                                | 36,8                                        | 77,1                   |
| 1250                | 39,5                   | 80,3                                | 40,8                                        | 80,3                   |
| 1600                | 39,2                   | 75,7                                | 36,5                                        | 75,7                   |
| 2000                | 38,3                   | 75,8                                | 37,5                                        | 75,8                   |
| 2500                | 37,1                   | 73,6                                | 36,5                                        | 73,6                   |
| 3150                | 35,3                   | 71,4                                | 36,1                                        | 71,4                   |

- **Amostra:** Piso original de cerâmica em campo (POCamp).

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 1

Tabela 70 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra POCamp

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 62,7                                                      | 61,4                 | 59,5                 | 58,7                 | 60,9             |
| 125                 | 60,2                                                      | 64,0                 | 61,9                 | 62,3                 | 62,3             |
| 160                 | 69,5                                                      | 70,0                 | 69,3                 | 69,2                 | 69,5             |
| 200                 | 68,1                                                      | 68,7                 | 68,3                 | 67,3                 | 68,1             |
| 250                 | 79,0                                                      | 80,5                 | 79,7                 | 80,2                 | 79,9             |
| 315                 | 75,2                                                      | 74,6                 | 75,4                 | 74,3                 | 74,9             |
| 400                 | 73,5                                                      | 74,2                 | 73,3                 | 73,1                 | 73,5             |
| 500                 | 75,8                                                      | 76,9                 | 75,3                 | 77,5                 | 76,5             |
| 630                 | 73,5                                                      | 74,2                 | 73,4                 | 74,4                 | 73,9             |
| 800                 | 73,9                                                      | 74,0                 | 72,7                 | 72,9                 | 73,4             |
| 1000                | 74,2                                                      | 74,8                 | 74,4                 | 74,6                 | 74,5             |
| 1250                | 77,7                                                      | 76,8                 | 77,0                 | 77,6                 | 77,3             |
| 1600                | 80,7                                                      | 81,0                 | 81,3                 | 81,0                 | 81,0             |
| 2000                | 80,3                                                      | 80,6                 | 79,9                 | 80,1                 | 80,2             |
| 2500                | 77,0                                                      | 77,6                 | 77,4                 | 77,2                 | 77,3             |
| 3150                | 76,0                                                      | 76,1                 | 76,0                 | 75,9                 | 76,0             |

- **Amostra:** Piso original de cerâmica em campo (POCamp).

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 2

Tabela 71 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra POCamp

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 61,2                                                      | 60,4                 | 56,3                 | 60,5                 | 60,0             |
| 125                 | 62,4                                                      | 59,6                 | 61,6                 | 63,5                 | 62,0             |
| 160                 | 68,7                                                      | 67,9                 | 67,1                 | 68,3                 | 68,0             |
| 200                 | 64,9                                                      | 64,8                 | 66,1                 | 64,6                 | 65,1             |
| 250                 | 76,7                                                      | 77,0                 | 77,6                 | 79,6                 | 77,9             |
| 315                 | 70,9                                                      | 70,7                 | 70,7                 | 71,4                 | 70,9             |
| 400                 | 70,8                                                      | 71,4                 | 70,2                 | 72,3                 | 71,2             |
| 500                 | 73,3                                                      | 74,1                 | 71,8                 | 74,1                 | 73,4             |
| 630                 | 70,5                                                      | 70,9                 | 70,4                 | 71,8                 | 70,9             |
| 800                 | 71,9                                                      | 73,0                 | 72,1                 | 71,9                 | 72,2             |
| 1000                | 71,6                                                      | 71,9                 | 71,3                 | 72,4                 | 71,8             |
| 1250                | 75,2                                                      | 75,0                 | 75,5                 | 75,0                 | 75,2             |
| 1600                | 78,1                                                      | 78,5                 | 78,4                 | 78,2                 | 78,3             |
| 2000                | 77,5                                                      | 77,2                 | 77,6                 | 77,9                 | 77,6             |
| 2500                | 77,7                                                      | 77,6                 | 77,3                 | 77,7                 | 77,6             |
| 3150                | 75,4                                                      | 75,4                 | 75,4                 | 75,1                 | 75,3             |

- **Amostra:** Piso original de cerâmica em campo (POCamp).

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 3

Tabela 72 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra POCamp

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 63,8                                                      | 60,2                 | 59,3                 | 61,3                 | 61,5             |
| 125                 | 60,8                                                      | 61,8                 | 62,5                 | 64,1                 | 62,5             |
| 160                 | 68,2                                                      | 67,3                 | 67,2                 | 68,5                 | 67,8             |
| 200                 | 69,1                                                      | 69,4                 | 69,1                 | 68,3                 | 69,0             |
| 250                 | 77,6                                                      | 79,4                 | 78,8                 | 78,9                 | 78,7             |
| 315                 | 73,8                                                      | 73,7                 | 74,2                 | 74,3                 | 74,0             |
| 400                 | 75,4                                                      | 74,2                 | 75,4                 | 76,2                 | 75,4             |
| 500                 | 75,8                                                      | 76,5                 | 75,6                 | 75,4                 | 75,8             |
| 630                 | 75,3                                                      | 75,1                 | 74,5                 | 73,8                 | 74,7             |
| 800                 | 75,2                                                      | 76,3                 | 75,2                 | 75,4                 | 75,5             |
| 1000                | 75,4                                                      | 76,1                 | 75,2                 | 75,4                 | 75,5             |
| 1250                | 76,1                                                      | 77,1                 | 76,9                 | 77,0                 | 76,8             |
| 1600                | 79,7                                                      | 79,6                 | 79,6                 | 78,9                 | 79,5             |
| 2000                | 79,6                                                      | 79,9                 | 79,6                 | 79,9                 | 79,8             |
| 2500                | 79,1                                                      | 79,0                 | 79,2                 | 79,5                 | 79,2             |
| 3150                | 77,4                                                      | 77,9                 | 77,7                 | 77,4                 | 77,6             |

- **Amostra:** Piso original de cerâmica em campo (POCamp).

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 4

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

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 64,5                                                      | 63,2                 | 62,8                 | 62,1                 | 63,2             |
| 125                 | 65,6                                                      | 64,5                 | 64,1                 | 66,0                 | 65,1             |
| 160                 | 70,0                                                      | 71,2                 | 70,4                 | 71,4                 | 70,8             |
| 200                 | 68,6                                                      | 68,2                 | 69,8                 | 67,9                 | 68,7             |
| 250                 | 77,7                                                      | 78,9                 | 77,4                 | 77,0                 | 77,8             |
| 315                 | 73,1                                                      | 72,4                 | 73,3                 | 73,3                 | 73,0             |
| 400                 | 71,1                                                      | 71,0                 | 71,3                 | 71,7                 | 71,3             |
| 500                 | 73,7                                                      | 72,8                 | 73,2                 | 74,1                 | 73,5             |
| 630                 | 72,6                                                      | 74,6                 | 74,9                 | 73,8                 | 74,1             |
| 800                 | 74,2                                                      | 74,1                 | 73,4                 | 74,0                 | 73,9             |
| 1000                | 74,7                                                      | 75,0                 | 74,4                 | 75,3                 | 74,9             |
| 1250                | 75,8                                                      | 76,1                 | 75,8                 | 76,3                 | 76,0             |
| 1600                | 78,8                                                      | 78,6                 | 79,4                 | 78,4                 | 78,8             |
| 2000                | 78,2                                                      | 78,1                 | 77,9                 | 77,7                 | 78,0             |
| 2500                | 78,0                                                      | 78,5                 | 78,6                 | 78,4                 | 78,4             |
| 3150                | 75,5                                                      | 75,9                 | 75,3                 | 75,8                 | 75,6             |

- **Amostra:** Piso original de cerâmica em campo (POCamp).
- **Posição da fonte de emissão de impacto:** média final das posições 1, 2, 3 e 4

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

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | MÉDIA NÍVEIS RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DA FONTE DA EMISSÃO DE RUÍDO |                            |                            |                            |                     |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|
|                     | Média Li<br>Posição 1 (Db)                                                 | Média Li<br>Posição 2 (Db) | Média Li<br>Posição 3 (Db) | Média Li<br>Posição 4 (Db) | Média Final Li (Db) |
| 100                 | 60,9                                                                       | 60,0                       | 61,5                       | 63,2                       | 61,6                |
| 125                 | 62,3                                                                       | 62,0                       | 62,5                       | 65,1                       | 63,2                |
| 160                 | 69,5                                                                       | 68,0                       | 67,8                       | 70,8                       | 69,2                |
| 200                 | 68,1                                                                       | 65,1                       | 69,0                       | 68,7                       | 68,0                |
| 250                 | 79,9                                                                       | 77,9                       | 78,7                       | 77,8                       | 78,7                |
| 315                 | 74,9                                                                       | 70,9                       | 74,0                       | 73,0                       | 73,5                |
| 400                 | 73,5                                                                       | 71,2                       | 75,4                       | 71,3                       | 73,2                |
| 500                 | 76,5                                                                       | 73,4                       | 75,8                       | 73,5                       | 75,0                |
| 630                 | 73,9                                                                       | 70,9                       | 74,7                       | 74,1                       | 73,6                |
| 800                 | 73,4                                                                       | 72,2                       | 75,5                       | 73,9                       | 74,0                |
| 1000                | 74,5                                                                       | 71,8                       | 75,5                       | 74,9                       | 74,4                |
| 1250                | 77,3                                                                       | 75,2                       | 76,8                       | 76,0                       | 76,4                |
| 1600                | 81,0                                                                       | 78,3                       | 79,5                       | 78,8                       | 79,5                |
| 2000                | 80,2                                                                       | 77,6                       | 79,8                       | 78,0                       | 79,0                |
| 2500                | 77,3                                                                       | 77,6                       | 79,2                       | 78,4                       | 78,2                |
| 3150                | 76,0                                                                       | 75,3                       | 77,6                       | 75,6                       | 76,2                |

- **Amostra:** Piso original de cerâmica em campo (POCamp).
- **Correção da Média Final do Ruído de Impacto (Li):** Não houve correção do ruído de impacto através do ruído de fundo.

Tabela 75 - Correção da Média do Ruído de Impacto (Li) através do Ruído de Fundo da amostra POCamp

| Frequências<br>(Hz) | Ruído de Fundo<br>(dB) | Média do Ruído<br>Impacto (Li)<br>(dB) | Diferença de Li e<br>Ruído de Fundo<br>(dB) | Correção de Li<br>(dB) |
|---------------------|------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------|
| 100                 | 30,6                   | 61,6                                   | 31,0                                        | 61,6                   |
| 125                 | 41,6                   | 63,2                                   | 21,6                                        | 63,2                   |
| 160                 | 42,4                   | 69,2                                   | 26,8                                        | 69,2                   |
| 200                 | 44,3                   | 68,0                                   | 23,7                                        | 68,0                   |
| 250                 | 41,1                   | 78,7                                   | 37,6                                        | 78,7                   |
| 315                 | 40,3                   | 73,5                                   | 33,2                                        | 73,5                   |
| 400                 | 37,0                   | 73,2                                   | 36,2                                        | 73,2                   |
| 500                 | 35,9                   | 75,0                                   | 39,1                                        | 75,0                   |
| 630                 | 34,6                   | 73,6                                   | 39,0                                        | 73,6                   |
| 800                 | 31,9                   | 74,0                                   | 42,1                                        | 74,0                   |
| 1000                | 31,4                   | 74,4                                   | 43,0                                        | 74,4                   |
| 1250                | 31,9                   | 76,4                                   | 44,5                                        | 76,4                   |
| 1600                | 30,0                   | 79,5                                   | 49,5                                        | 79,5                   |
| 2000                | 28,5                   | 79,0                                   | 50,5                                        | 79,0                   |
| 2500                | 26,5                   | 78,2                                   | 51,7                                        | 78,2                   |
| 3150                | 25,4                   | 76,2                                   | 50,8                                        | 76,2                   |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica realizado em campo (LaMoCeCamp).

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 1

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

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 62,2                                                      | 59,8                 | 57,0                 | 58,9                 | 59,9             |
| 125                 | 59,6                                                      | 63,0                 | 59,1                 | 61,4                 | 61,1             |
| 160                 | 65,6                                                      | 66,1                 | 65,4                 | 66,2                 | 65,8             |
| 200                 | 60,9                                                      | 61,6                 | 61,6                 | 60,5                 | 61,2             |
| 250                 | 69,6                                                      | 74,5                 | 72,7                 | 73,9                 | 73,0             |
| 315                 | 63,7                                                      | 66,7                 | 65,0                 | 66,1                 | 65,5             |
| 400                 | 64,5                                                      | 63,2                 | 65,0                 | 65,2                 | 64,5             |
| 500                 | 63,9                                                      | 63,3                 | 62,7                 | 64,1                 | 63,5             |
| 630                 | 56,2                                                      | 56,9                 | 57,2                 | 57,6                 | 57,0             |
| 800                 | 48,6                                                      | 49,2                 | 49,6                 | 48,6                 | 49,0             |
| 1000                | 44,5                                                      | 44,7                 | 44,3                 | 44,4                 | 44,5             |
| 1250                | 42,3                                                      | 41,9                 | 42,0                 | 42,0                 | 42,1             |
| 1600                | 39,6                                                      | 39,6                 | 39,9                 | 39,6                 | 39,7             |
| 2000                | 37,9                                                      | 37,9                 | 37,7                 | 37,2                 | 37,7             |
| 2500                | 35,8                                                      | 35,6                 | 35,6                 | 35,2                 | 35,6             |
| 3150                | 34,7                                                      | 34,6                 | 34,7                 | 33,9                 | 34,5             |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica realizado em campo (LaMoCeCamp).

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 2

Tabela 77 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMoCeCamp

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 54,4                                                      | 58,2                 | 57,3                 | 58,0                 | 57,2             |
| 125                 | 56,5                                                      | 56,8                 | 57,8                 | 58,2                 | 57,4             |
| 160                 | 63,1                                                      | 62,4                 | 62,6                 | 62,2                 | 62,6             |
| 200                 | 63,1                                                      | 61,9                 | 61,4                 | 58,7                 | 61,5             |
| 250                 | 69,2                                                      | 70,4                 | 70,8                 | 66,9                 | 69,6             |
| 315                 | 65,7                                                      | 65,2                 | 66,2                 | 65,7                 | 65,7             |
| 400                 | 66,1                                                      | 66,8                 | 66,5                 | 68,4                 | 67,0             |
| 500                 | 63,0                                                      | 63,5                 | 61,8                 | 63,5                 | 63,0             |
| 630                 | 56,4                                                      | 56,7                 | 56,2                 | 57,0                 | 56,6             |
| 800                 | 50,3                                                      | 50,7                 | 49,4                 | 49,8                 | 50,1             |
| 1000                | 44,0                                                      | 43,2                 | 43,3                 | 43,5                 | 43,5             |
| 1250                | 40,1                                                      | 40,3                 | 40,0                 | 40,1                 | 40,1             |
| 1600                | 38,0                                                      | 37,7                 | 38,0                 | 38,0                 | 37,9             |
| 2000                | 36,4                                                      | 36,0                 | 36,5                 | 35,8                 | 36,2             |
| 2500                | 33,2                                                      | 33,0                 | 33,0                 | 32,8                 | 33,0             |
| 3150                | 31,9                                                      | 31,9                 | 32,1                 | 31,9                 | 32,0             |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica realizado em campo (LaMoCeCamp).

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 3

Tabela 78 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMoCeCamp

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 60,7                                                      | 57,5                 | 54,8                 | 59,8                 | 58,7             |
| 125                 | 58,1                                                      | 56,6                 | 57,5                 | 60,8                 | 58,6             |
| 160                 | 62,3                                                      | 63,9                 | 63,9                 | 64,1                 | 63,6             |
| 200                 | 58,3                                                      | 61,3                 | 60,8                 | 59,1                 | 60,0             |
| 250                 | 63,6                                                      | 66,4                 | 65,8                 | 64,0                 | 65,1             |
| 315                 | 63,2                                                      | 62,0                 | 62,3                 | 63,0                 | 62,7             |
| 400                 | 60,6                                                      | 59,1                 | 57,5                 | 59,8                 | 59,4             |
| 500                 | 59,6                                                      | 59,5                 | 57,8                 | 58,1                 | 58,8             |
| 630                 | 54,0                                                      | 54,7                 | 54,7                 | 55,4                 | 54,7             |
| 800                 | 46,4                                                      | 48,5                 | 48,1                 | 48,0                 | 47,8             |
| 1000                | 44,0                                                      | 44,2                 | 44,0                 | 44,2                 | 44,1             |
| 1250                | 41,1                                                      | 41,1                 | 41,7                 | 41,3                 | 41,3             |
| 1600                | 39,0                                                      | 38,6                 | 39,1                 | 39,0                 | 38,9             |
| 2000                | 36,5                                                      | 35,8                 | 36,2                 | 36,2                 | 36,2             |
| 2500                | 34,4                                                      | 33,6                 | 34,3                 | 33,9                 | 34,1             |
| 3150                | 32,8                                                      | 32,7                 | 33,0                 | 32,5                 | 32,8             |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica realizado em campo (LaMoCeCamp).

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 4

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

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 61,1                                                      | 60,4                 | 57,3                 | 57,6                 | 59,4             |
| 125                 | 55,3                                                      | 56,5                 | 58,4                 | 57,2                 | 57,0             |
| 160                 | 65,3                                                      | 66,0                 | 64,3                 | 64,2                 | 65,0             |
| 200                 | 62,6                                                      | 62,5                 | 62,4                 | 60,2                 | 62,0             |
| 250                 | 71,5                                                      | 69,3                 | 72,1                 | 71,5                 | 71,2             |
| 315                 | 66,4                                                      | 65,5                 | 65,9                 | 65,0                 | 65,7             |
| 400                 | 63,9                                                      | 62,9                 | 62,0                 | 61,8                 | 62,7             |
| 500                 | 61,2                                                      | 60,9                 | 61,7                 | 61,2                 | 61,3             |
| 630                 | 55,4                                                      | 55,0                 | 54,7                 | 56,4                 | 55,4             |
| 800                 | 48,9                                                      | 48,5                 | 48,3                 | 48,7                 | 48,6             |
| 1000                | 44,2                                                      | 43,6                 | 43,6                 | 43,5                 | 43,7             |
| 1250                | 41,7                                                      | 41,9                 | 42,2                 | 41,2                 | 41,8             |
| 1600                | 38,9                                                      | 39,4                 | 39,4                 | 39,3                 | 39,3             |
| 2000                | 36,3                                                      | 36,3                 | 36,5                 | 36,3                 | 36,4             |
| 2500                | 34,9                                                      | 34,9                 | 34,4                 | 34,9                 | 34,8             |
| 3150                | 33,7                                                      | 34,1                 | 33,5                 | 33,9                 | 33,8             |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica realizado em campo (LaMoCeCamp).

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** média final das posições 1, 2, 3 e 4.

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

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | MÉDIA NÍVEIS RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DA FONTE DA EMISSÃO DE RUÍDO |                            |                            |                            |                        |                                     |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------------------|
|                     | Média Li<br>Posição 1 (Db)                                                 | Média Li<br>Posição 2 (Db) | Média Li<br>Posição 3 (Db) | Média Li<br>Posição 4 (Db) | Média Final Li<br>(Db) | Média Final<br>Li Corrigido<br>(Db) |
| 100                 | 59,9                                                                       | 57,2                       | 58,7                       | 59,4                       | 58,9                   | 58,9                                |
| 125                 | 61,1                                                                       | 57,4                       | 58,6                       | 57,0                       | 58,8                   | 58,8                                |
| 160                 | 65,8                                                                       | 62,6                       | 63,6                       | 65,0                       | 64,4                   | 64,4                                |
| 200                 | 61,2                                                                       | 61,5                       | 60,0                       | 62,0                       | 61,3                   | 61,3                                |
| 250                 | 73,0                                                                       | 69,6                       | 65,1                       | 71,2                       | 70,6                   | 70,6                                |
| 315                 | 65,5                                                                       | 65,7                       | 62,7                       | 65,7                       | 65,1                   | 65,1                                |
| 400                 | 64,5                                                                       | 67,0                       | 59,4                       | 62,7                       | 64,3                   | 64,3                                |
| 500                 | 63,5                                                                       | 63,0                       | 58,8                       | 61,3                       | 62,0                   | 62,0                                |
| 630                 | 57,0                                                                       | 56,6                       | 54,7                       | 55,4                       | 56,0                   | 56,0                                |
| 800                 | 49,0                                                                       | 50,1                       | 47,8                       | 48,6                       | 49,0                   | 49,0                                |
| 1000                | 44,5                                                                       | 43,5                       | 44,1                       | 43,7                       | 44,0                   | 44,0                                |
| 1250                | 42,1                                                                       | 40,1                       | 41,3                       | 41,8                       | 41,4                   | 40,9                                |
| 1600                | 39,7                                                                       | 37,9                       | 38,9                       | 39,3                       | 39,0                   | 38,4                                |
| 2000                | 37,7                                                                       | 36,2                       | 36,2                       | 36,4                       | 36,6                   | 35,9                                |
| 2500                | 35,6                                                                       | 33,0                       | 34,1                       | 34,8                       | 34,4                   | 33,7                                |
| 3150                | 34,5                                                                       | 32,0                       | 32,8                       | 33,8                       | 33,4                   | 32,6                                |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica realizado em campo (LaMoCeCamp).

- **Correção da Média Final do Ruído de Impacto (Li):** Houve correção do ruído de impacto através do ruído de fundo nas frequências de 1250 a 3150 Hz.

Tabela 81 - Correção da Média do Ruído de Impacto (Li) através do Ruído de Fundo da amostra LaMoCeCamp

| Frequências<br>(Hz) | Ruído de Fundo<br>(dB) | Média do Ruído<br>Impacto (Li)<br>(dB) | Diferença de Li e<br>Ruído de Fundo<br>(dB) | Correção de Li<br>(dB) |
|---------------------|------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------|
| 100                 | 30,6                   | 58,9                                   | 28,3                                        | 58,9                   |
| 125                 | 41,6                   | 58,8                                   | 17,2                                        | 58,8                   |
| 160                 | 42,4                   | 64,4                                   | 22,0                                        | 64,4                   |
| 200                 | 44,3                   | 61,3                                   | 17,0                                        | 61,3                   |
| 250                 | 41,1                   | 70,6                                   | 29,5                                        | 70,6                   |
| 315                 | 40,3                   | 65,1                                   | 24,8                                        | 65,1                   |
| 400                 | 37,0                   | 64,3                                   | 27,3                                        | 64,3                   |
| 500                 | 35,9                   | 62,0                                   | 26,1                                        | 62,0                   |
| 630                 | 34,6                   | 56,0                                   | 21,4                                        | 56,0                   |
| 800                 | 31,9                   | 49,0                                   | 17,1                                        | 49,0                   |
| 1000                | 31,4                   | 44,0                                   | 12,6                                        | 44,0                   |
| 1250                | 31,9                   | 41,4                                   | 9,5                                         | 40,9                   |
| 1600                | 30,0                   | 39,0                                   | 9,0                                         | 38,4                   |
| 2000                | 28,5                   | 36,6                                   | 8,1                                         | 35,9                   |
| 2500                | 26,5                   | 34,4                                   | 7,9                                         | 33,7                   |
| 3150                | 25,4                   | 33,4                                   | 8,0                                         | 32,6                   |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica realizado em campo (LaMacCeCamp).

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 1

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

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 62,6                                                      | 60,1                 | 58,8                 | 60,8                 | 60,8             |
| 125                 | 60,2                                                      | 62,4                 | 62,9                 | 64,9                 | 62,9             |
| 160                 | 68,4                                                      | 69,6                 | 69,0                 | 69,2                 | 69,1             |
| 200                 | 61,6                                                      | 59,6                 | 60,4                 | 61,2                 | 60,8             |
| 250                 | 67,8                                                      | 72,0                 | 71,3                 | 70,6                 | 70,7             |
| 315                 | 59,6                                                      | 61,1                 | 59,7                 | 60,5                 | 60,3             |
| 400                 | 54,5                                                      | 54,7                 | 52,4                 | 53,5                 | 53,9             |
| 500                 | 51,6                                                      | 50,4                 | 50,8                 | 50,7                 | 50,9             |
| 630                 | 44,3                                                      | 44,7                 | 45,2                 | 45,1                 | 44,8             |
| 800                 | 40,9                                                      | 42,5                 | 41,9                 | 42,2                 | 41,9             |
| 1000                | 40,5                                                      | 40,4                 | 40,5                 | 40,9                 | 40,6             |
| 1250                | 39,4                                                      | 39,3                 | 38,8                 | 38,5                 | 39,0             |
| 1600                | 37,5                                                      | 37,5                 | 37,2                 | 36,7                 | 37,2             |
| 2000                | 36,0                                                      | 35,8                 | 34,3                 | 34,2                 | 35,2             |
| 2500                | 34,8                                                      | 33,4                 | 31,2                 | 32,0                 | 33,1             |
| 3150                | 35,4                                                      | 33,3                 | 31,3                 | 31,6                 | 33,2             |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica realizado em campo (LaMacCeCamp).

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 2

Tabela 83 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMacCeCamp

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 53,4                                                      | 53,3                 | 54,6                 | 55,2                 | 54,2             |
| 125                 | 58,5                                                      | 58,2                 | 59,9                 | 61,8                 | 59,8             |
| 160                 | 63,5                                                      | 62,4                 | 62,9                 | 64,1                 | 63,3             |
| 200                 | 61,6                                                      | 60,4                 | 60,2                 | 60,5                 | 60,7             |
| 250                 | 68,2                                                      | 69,9                 | 68,8                 | 68,0                 | 68,8             |
| 315                 | 60,7                                                      | 61,3                 | 60,4                 | 60,5                 | 60,7             |
| 400                 | 55,8                                                      | 54,7                 | 56,2                 | 55,5                 | 55,6             |
| 500                 | 50,7                                                      | 51,6                 | 50,8                 | 50,9                 | 51,0             |
| 630                 | 46,8                                                      | 46,0                 | 47,6                 | 46,4                 | 46,7             |
| 800                 | 44,9                                                      | 45,7                 | 44,8                 | 45,4                 | 45,2             |
| 1000                | 42,4                                                      | 41,7                 | 42,1                 | 42,4                 | 42,2             |
| 1250                | 39,1                                                      | 38,9                 | 39,2                 | 39,0                 | 39,1             |
| 1600                | 35,7                                                      | 35,9                 | 36,4                 | 36,3                 | 36,1             |
| 2000                | 35,1                                                      | 34,4                 | 35,2                 | 35,3                 | 35,0             |
| 2500                | 33,3                                                      | 32,1                 | 33,2                 | 32,8                 | 32,9             |
| 3150                | 33,4                                                      | 31,8                 | 32,6                 | 32,4                 | 32,6             |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica realizado em campo (LaMacCeCamp).

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 3

Tabela 84 - Níveis de ruído de impacto (Li) da amostra LaMacCeCamp

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 60,7                                                      | 60,4                 | 58,5                 | 57,4                 | 59,5             |
| 125                 | 58,9                                                      | 59,4                 | 61,5                 | 61,5                 | 60,5             |
| 160                 | 63,2                                                      | 66,5                 | 65,3                 | 66,9                 | 65,7             |
| 200                 | 62,3                                                      | 61,8                 | 62,9                 | 61,5                 | 62,2             |
| 250                 | 65,7                                                      | 67,8                 | 66,8                 | 67,0                 | 66,9             |
| 315                 | 59,9                                                      | 59,9                 | 60,1                 | 61,0                 | 60,2             |
| 400                 | 52,1                                                      | 51,1                 | 50,4                 | 52,6                 | 51,6             |
| 500                 | 50,1                                                      | 51,0                 | 50,4                 | 50,8                 | 50,6             |
| 630                 | 46,0                                                      | 45,9                 | 45,4                 | 45,9                 | 45,8             |
| 800                 | 45,2                                                      | 45,1                 | 45,0                 | 45,3                 | 45,2             |
| 1000                | 42,9                                                      | 43,2                 | 42,9                 | 43,4                 | 43,1             |
| 1250                | 41,3                                                      | 41,1                 | 41,4                 | 40,9                 | 41,2             |
| 1600                | 38,0                                                      | 37,6                 | 37,1                 | 37,3                 | 37,5             |
| 2000                | 38,2                                                      | 37,4                 | 37,4                 | 37,4                 | 37,6             |
| 2500                | 36,4                                                      | 36,2                 | 35,8                 | 36,2                 | 36,2             |
| 3150                | 34,2                                                      | 33,8                 | 33,3                 | 33,9                 | 33,8             |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica realizado em campo (LaMacCeCamp).

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** 4

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

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | NÍVEIS DO RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DOS MICROFONES |                      |                      |                      |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|                     | Li Posição 1<br>(Db)                                      | Li Posição 2<br>(Db) | Li Posição 3<br>(Db) | Li Posição 4<br>(Db) | Média Li<br>(Db) |
| 100                 | 61,4                                                      | 61,4                 | 59,4                 | 59,9                 | 60,6             |
| 125                 | 61,3                                                      | 60,7                 | 61,0                 | 61,7                 | 61,2             |
| 160                 | 67,0                                                      | 66,9                 | 67,6                 | 67,4                 | 67,2             |
| 200                 | 66,0                                                      | 63,6                 | 63,5                 | 62,9                 | 64,2             |
| 250                 | 70,1                                                      | 71,2                 | 70,1                 | 70,8                 | 70,6             |
| 315                 | 61,5                                                      | 62,3                 | 60,7                 | 61,0                 | 61,4             |
| 400                 | 51,9                                                      | 52,3                 | 50,9                 | 51,1                 | 51,6             |
| 500                 | 50,8                                                      | 51,4                 | 50,0                 | 51,3                 | 50,9             |
| 630                 | 47,3                                                      | 47,9                 | 47,8                 | 48,7                 | 48,0             |
| 800                 | 44,2                                                      | 44,9                 | 44,1                 | 44,4                 | 44,4             |
| 1000                | 43,6                                                      | 42,8                 | 43,0                 | 43,6                 | 43,3             |
| 1250                | 41,3                                                      | 40,7                 | 41,5                 | 41,5                 | 41,3             |
| 1600                | 37,3                                                      | 37,0                 | 36,7                 | 37,0                 | 37,0             |
| 2000                | 37,5                                                      | 36,6                 | 36,6                 | 36,6                 | 36,8             |
| 2500                | 36,9                                                      | 35,4                 | 36,0                 | 35,8                 | 36,1             |
| 3150                | 34,6                                                      | 33,1                 | 33,1                 | 33,3                 | 33,6             |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica realizado em campo (LaMacCeCamp).

- **Posição da fonte de emissão de impacto:** média final das posições 1, 2, 3 e 4.

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

| FREQUÊNCIAS<br>(HZ) | MÉDIA NÍVEIS RUÍDO DE IMPACTO (Li) NA POSIÇÃO DA FONTE DA EMISSÃO DE RUÍDO |                            |                            |                            |                        |                                     |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------------------|
|                     | Média Li<br>Posição 1 (Db)                                                 | Média Li<br>Posição 2 (Db) | Média Li<br>Posição 3 (Db) | Média Li<br>Posição 4 (Db) | Média Final Li<br>(Db) | Média Final<br>Li Corrigido<br>(Db) |
| 100                 | 60,8                                                                       | 54,2                       | 59,5                       | 60,6                       | 59,4                   | 59,4                                |
| 125                 | 62,9                                                                       | 59,8                       | 60,5                       | 61,2                       | 61,3                   | 61,3                                |
| 160                 | 69,1                                                                       | 63,3                       | 65,7                       | 67,2                       | 66,8                   | 66,8                                |
| 200                 | 60,8                                                                       | 60,7                       | 62,2                       | 64,2                       | 62,2                   | 62,2                                |
| 250                 | 70,7                                                                       | 68,8                       | 66,9                       | 70,6                       | 69,5                   | 69,5                                |
| 315                 | 60,3                                                                       | 60,7                       | 60,2                       | 61,4                       | 60,7                   | 60,7                                |
| 400                 | 53,9                                                                       | 55,6                       | 51,6                       | 51,6                       | 53,5                   | 53,5                                |
| 500                 | 50,9                                                                       | 51,0                       | 50,6                       | 50,9                       | 50,9                   | 50,9                                |
| 630                 | 44,8                                                                       | 46,7                       | 45,8                       | 48,0                       | 46,5                   | 46,5                                |
| 800                 | 41,9                                                                       | 45,2                       | 45,2                       | 44,4                       | 44,4                   | 44,4                                |
| 1000                | 40,6                                                                       | 42,2                       | 43,1                       | 43,3                       | 42,4                   | 42,4                                |
| 1250                | 39,0                                                                       | 39,1                       | 41,2                       | 41,3                       | 40,3                   | 39,6                                |
| 1600                | 37,2                                                                       | 36,1                       | 37,5                       | 37,0                       | 37,0                   | 36,0                                |
| 2000                | 35,2                                                                       | 35,0                       | 37,6                       | 36,8                       | 36,3                   | 35,5                                |
| 2500                | 33,1                                                                       | 32,9                       | 36,2                       | 36,1                       | 34,8                   | 34,1                                |
| 3150                | 33,2                                                                       | 32,6                       | 33,8                       | 33,6                       | 33,3                   | 32,6                                |

- **Amostra:** Novo piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica realizado em campo (LaMacCeCamp).

- **Correção da Média Final do Ruído de Impacto (Li):** Houve correção do ruído de impacto através do ruído de fundo nas frequências de 1250 a 3150 Hz.

Tabela 87 - Correção da Média do Ruído de Impacto (Li) através do Ruído de Fundo da amostra LaMacCeCamp

| Frequências<br>(Hz) | Ruído de Fundo<br>(dB) | Média do Ruído<br>Impacto (Li)<br>(dB) | Diferença de Li e<br>Ruído de Fundo<br>(dB) | Correção de Li<br>(dB) |
|---------------------|------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------|
| 100                 | 30,6                   | 59,4                                   | 28,8                                        | 59,4                   |
| 125                 | 41,6                   | 61,3                                   | 19,7                                        | 61,3                   |
| 160                 | 42,4                   | 66,8                                   | 24,4                                        | 66,8                   |
| 200                 | 44,3                   | 62,2                                   | 17,9                                        | 62,2                   |
| 250                 | 41,1                   | 69,5                                   | 28,4                                        | 69,5                   |
| 315                 | 40,3                   | 60,7                                   | 20,4                                        | 60,7                   |
| 400                 | 37,0                   | 53,5                                   | 16,5                                        | 53,5                   |
| 500                 | 35,9                   | 50,9                                   | 15,0                                        | 50,9                   |
| 630                 | 34,6                   | 46,5                                   | 11,9                                        | 46,5                   |
| 800                 | 31,9                   | 44,4                                   | 12,5                                        | 44,4                   |
| 1000                | 31,4                   | 42,4                                   | 11,0                                        | 42,4                   |
| 1250                | 31,9                   | 40,3                                   | 8,4                                         | 39,6                   |
| 1600                | 30,0                   | 37,0                                   | 7,0                                         | 36,0                   |
| 2000                | 28,5                   | 36,3                                   | 7,8                                         | 35,5                   |
| 2500                | 26,5                   | 34,8                                   | 8,3                                         | 34,1                   |
| 3150                | 25,4                   | 33,3                                   | 7,9                                         | 32,6                   |

## APÊNDICE B

## RESULTADOS DOS ENSAIOS DO TEMPO DE REVERBERAÇÃO (TR)

- **Local:** Câmara 01 do laboratório (laje pré-moldada convencional)

- **Posição do microfone:** 01

Tabela 88 - Tempo de reverberação da câmara 01 do laboratório (laje pré-moldada convencional) na posição 01 do microfone

| FREQUÊNCIAS<br>(Hz) | MEDIÇÃO 1 |          |                         |
|---------------------|-----------|----------|-------------------------|
|                     | T 20 (s)  | T 30 (s) | Média<br>T20/T30<br>(s) |
| 50                  | 1,80      | 1,83     | 1,82                    |
| 63                  | 1,80      | 1,82     | 1,81                    |
| 80                  | 1,71      | 1,74     | 1,73                    |
| 100                 | 1,43      | 1,42     | 1,43                    |
| 125                 | 1,64      | 1,60     | 1,62                    |
| 160                 | 1,37      | 1,41     | 1,39                    |
| 200                 | 1,19      | 1,22     | 1,21                    |
| 250                 | 1,19      | 1,48     | 1,34                    |
| 315                 | 0,73      | 0,83     | 0,78                    |
| 400                 | 1,23      | 1,22     | 1,23                    |
| 500                 | 1,13      | 1,30     | 1,22                    |
| 630                 | 1,11      | 1,22     | 1,17                    |
| 800                 | 0,93      | 1,00     | 0,97                    |
| 1000                | 0,95      | 1,00     | 0,98                    |
| 1250                | 1,03      | 1,07     | 1,05                    |
| 1600                | 1,05      | 0,96     | 1,01                    |
| 2000                | 0,99      | 1,00     | 1,00                    |
| 2500                | 0,84      | 0,90     | 0,87                    |
| 3150                | 0,87      | 0,84     | 0,86                    |
| 4000                | 0,82      | 0,80     | 0,81                    |
| 5000                | 0,71      | 0,73     | 0,72                    |

- **Local:** Câmara 01 do laboratório (laje pré-moldada convencional)

- **Posição do microfone:** 02

Tabela 89 - Tempo de reverberação da câmara 01 do laboratório (laje pré-moldada convencional) na posição 02 do microfone

| FREQUÊNCIAS<br>(Hz) | MEDIÇÃO 1 |          |                         |
|---------------------|-----------|----------|-------------------------|
|                     | T 20 (s)  | T 30 (s) | Média<br>T20/T30<br>(s) |
| 50                  | 1,06      | 1,32     | 1,19                    |
| 63                  | 1,66      | 1,56     | 1,61                    |
| 80                  | 1,71      | 1,72     | 1,72                    |
| 100                 | 1,39      | 1,41     | 1,40                    |
| 125                 | 1,64      | 1,55     | 1,60                    |
| 160                 | 1,34      | 1,33     | 1,34                    |
| 200                 | 1,13      | 1,23     | 1,18                    |
| 250                 | 1,10      | 1,26     | 1,18                    |
| 315                 | 0,71      | 0,68     | 0,70                    |
| 400                 | 0,94      | 0,98     | 0,96                    |
| 500                 | 1,17      | 1,25     | 1,21                    |
| 630                 | 0,95      | 1,19     | 1,07                    |
| 800                 | 0,98      | 1,04     | 1,01                    |
| 1000                | 0,93      | 0,99     | 0,96                    |
| 1250                | 1,02      | 1,04     | 1,03                    |
| 1600                | 1,17      | 1,06     | 1,12                    |
| 2000                | 0,88      | 0,95     | 0,92                    |
| 2500                | 0,85      | 0,88     | 0,87                    |
| 3150                | 0,81      | 0,85     | 0,83                    |
| 4000                | 0,80      | 0,76     | 0,78                    |
| 5000                | 0,73      | 0,72     | 0,73                    |

- **Local:** Câmara 01 do laboratório (laje pré-moldada convencional)

- **Posição do microfone:** 03

Tabela 90 - Tempo de reverberação da câmara 01 do laboratório (laje pré-moldada convencional) na posição 03 do microfone

| FREQUÊNCIAS<br>(Hz) | MEDIÇÃO 1 |          |                         |
|---------------------|-----------|----------|-------------------------|
|                     | T 20 (s)  | T 30 (s) | Média<br>T20/T30<br>(s) |
| 50                  | 1,76      | 1,65     | 1,71                    |
| 63                  | 1,86      | 1,69     | 1,78                    |
| 80                  | 1,69      | 1,70     | 1,70                    |
| 100                 | 1,52      | 1,46     | 1,49                    |
| 125                 | 2,06      | 1,84     | 1,95                    |
| 160                 | 1,44      | 1,44     | 1,44                    |
| 200                 | 1,16      | 1,15     | 1,16                    |
| 250                 | 0,84      | 0,89     | 0,87                    |
| 315                 | 0,72      | 0,91     | 0,82                    |
| 400                 | 1,23      | 1,27     | 1,25                    |
| 500                 | 1,01      | 1,18     | 1,10                    |
| 630                 | 1,07      | 1,04     | 1,06                    |
| 800                 | 0,91      | 1,14     | 1,03                    |
| 1000                | 0,96      | 1,07     | 1,02                    |
| 1250                | 0,99      | 0,99     | 0,99                    |
| 1600                | 1,02      | 1,05     | 1,04                    |
| 2000                | 0,95      | 0,93     | 0,94                    |
| 2500                | 0,87      | 0,85     | 0,86                    |
| 3150                | 0,81      | 0,80     | 0,81                    |
| 4000                | 0,77      | 0,75     | 0,76                    |
| 5000                | 0,72      | 0,70     | 0,71                    |

- **Local:** Câmara 01 do laboratório (laje pré-moldada convencional)

- **Posição do microfone:** média dos microfones 01, 02 e 03

Tabela 91 – Média do tempo de reverberação da câmara 01 do laboratório (laje pré-moldada convencional) dos microfones nas posições 01, 02 e 03

| FREQUÊNCIAS<br>(Hz) | MEDIÇÃO 1        |                  |                  |                |
|---------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|
|                     | Média T          | Média T          | Média T          | Média          |
|                     | Posição 1<br>(s) | Posição 2<br>(s) | Posição 3<br>(s) | T Final<br>(s) |
| 50                  | 1,82             | 1,19             | 1,71             | 1,57           |
| 63                  | 1,81             | 1,61             | 1,78             | 1,73           |
| 80                  | 1,73             | 1,72             | 1,70             | 1,71           |
| 100                 | 1,43             | 1,40             | 1,49             | 1,44           |
| 125                 | 1,62             | 1,60             | 1,95             | 1,72           |
| 160                 | 1,39             | 1,34             | 1,44             | 1,39           |
| 200                 | 1,21             | 1,18             | 1,16             | 1,18           |
| 250                 | 1,34             | 1,18             | 0,87             | 1,13           |
| 315                 | 0,78             | 0,70             | 0,82             | 0,76           |
| 400                 | 1,23             | 0,96             | 1,25             | 1,15           |
| 500                 | 1,22             | 1,21             | 1,10             | 1,17           |
| 630                 | 1,17             | 1,07             | 1,06             | 1,10           |
| 800                 | 0,97             | 1,01             | 1,03             | 1,00           |
| 1000                | 0,98             | 0,96             | 1,02             | 0,98           |
| 1250                | 1,05             | 1,03             | 0,99             | 1,02           |
| 1600                | 1,01             | 1,12             | 1,04             | 1,05           |
| 2000                | 1,00             | 0,92             | 0,94             | 0,95           |
| 2500                | 0,87             | 0,87             | 0,86             | 0,87           |
| 3150                | 0,86             | 0,83             | 0,81             | 0,83           |
| 4000                | 0,81             | 0,78             | 0,76             | 0,78           |
| 5000                | 0,72             | 0,73             | 0,71             | 0,72           |

- **Local:** Câmara 02 do laboratório (laje nervurada)

- **Posição do microfone:** 01

Tabela 92 - Tempo de reverberação da câmara 02 do laboratório (laje nervurada) na posição 01 do microfone

| FREQUÊNCIAS<br>(Hz) | MEDIÇÃO 1 |          |                         |
|---------------------|-----------|----------|-------------------------|
|                     | T 20 (s)  | T 30 (s) | Média<br>T20/T30<br>(s) |
| 50                  | 2,93      | 3,25     | 3,09                    |
| 63                  | 2,94      | 3,21     | 3,08                    |
| 80                  | 1,83      | 2,10     | 1,97                    |
| 100                 | 1,40      | 1,73     | 1,57                    |
| 125                 | 2,62      | 2,64     | 2,63                    |
| 160                 | 1,50      | 1,52     | 1,51                    |
| 200                 | 1,56      | 1,57     | 1,57                    |
| 250                 | 1,47      | 1,42     | 1,45                    |
| 315                 | 1,28      | 1,36     | 1,32                    |
| 400                 | 1,58      | 1,52     | 1,55                    |
| 500                 | 1,50      | 1,59     | 1,55                    |
| 630                 | 1,80      | 1,71     | 1,76                    |
| 800                 | 1,69      | 1,67     | 1,68                    |
| 1000                | 1,71      | 1,72     | 1,72                    |
| 1250                | 1,86      | 1,80     | 1,83                    |
| 1600                | 1,68      | 1,64     | 1,66                    |
| 2000                | 1,54      | 1,55     | 1,55                    |
| 2500                | 1,34      | 1,37     | 1,36                    |
| 3150                | 1,29      | 1,26     | 1,28                    |
| 4000                | 1,14      | 1,13     | 1,14                    |
| 5000                | 1,05      | 1,04     | 1,05                    |

- **Local:** Câmara 02 do laboratório (laje nervurada)

- **Posição do microfone:** 02

Tabela 93 - Tempo de reverberação da câmara 02 do laboratório (laje nervurada) na posição 02 do microfone

| FREQUÊNCIAS<br>(Hz) | MEDIÇÃO 1 |          |                         |
|---------------------|-----------|----------|-------------------------|
|                     | T 20 (s)  | T 30 (s) | Média<br>T20/T30<br>(s) |
| 50                  | 3,10      | 3,23     | 3,17                    |
| 63                  | 3,33      | 3,34     | 3,34                    |
| 80                  | 2,49      | 2,47     | 2,48                    |
| 100                 | 1,12      | 1,53     | 1,33                    |
| 125                 | 2,63      | 2,63     | 2,63                    |
| 160                 | 1,42      | 1,47     | 1,45                    |
| 200                 | 1,23      | 1,40     | 1,32                    |
| 250                 | 1,43      | 1,42     | 1,43                    |
| 315                 | 1,09      | 1,14     | 1,12                    |
| 400                 | 1,45      | 1,62     | 1,54                    |
| 500                 | 1,47      | 1,55     | 1,51                    |
| 630                 | 1,61      | 1,64     | 1,63                    |
| 800                 | 1,62      | 1,65     | 1,64                    |
| 1000                | 1,69      | 1,72     | 1,71                    |
| 1250                | 1,80      | 1,69     | 1,75                    |
| 1600                | 1,74      | 1,69     | 1,72                    |
| 2000                | 1,50      | 1,52     | 1,51                    |
| 2500                | 1,47      | 1,41     | 1,44                    |
| 3150                | 1,32      | 1,30     | 1,31                    |
| 4000                | 1,20      | 1,17     | 1,19                    |
| 5000                | 1,08      | 1,05     | 1,07                    |

- **Local:** Câmara 02 do laboratório (laje nervurada)

- **Posição do microfone:** 03

Tabela 94 - Tempo de reverberação da câmara 02 do laboratório (laje nervurada) na posição 03 do microfone

| FREQÜÊNCIAS<br>(Hz) | MEDIÇÃO 1 |          |                         |
|---------------------|-----------|----------|-------------------------|
|                     | T 20 (s)  | T 30 (s) | Média<br>T20/T30<br>(s) |
| 50                  | 3,33      | 3,35     | 3,34                    |
| 63                  | 3,33      | 3,35     | 3,34                    |
| 80                  | 2,72      | 2,66     | 2,69                    |
| 100                 | 1,35      | 1,56     | 1,46                    |
| 125                 | 2,63      | 2,64     | 2,64                    |
| 160                 | 1,49      | 1,58     | 1,54                    |
| 200                 | 1,51      | 1,48     | 1,50                    |
| 250                 | 0,82      | 1,31     | 1,07                    |
| 315                 | 1,07      | 1,07     | 1,07                    |
| 400                 | 1,71      | 1,33     | 1,52                    |
| 500                 | 1,41      | 1,50     | 1,46                    |
| 630                 | 1,53      | 1,55     | 1,54                    |
| 800                 | 1,62      | 1,62     | 1,62                    |
| 1000                | 1,67      | 1,66     | 1,67                    |
| 1250                | 1,66      | 1,64     | 1,65                    |
| 1600                | 1,58      | 1,55     | 1,57                    |
| 2000                | 1,49      | 1,51     | 1,50                    |
| 2500                | 1,43      | 1,42     | 1,43                    |
| 3150                | 1,34      | 1,34     | 1,34                    |
| 4000                | 1,10      | 1,14     | 1,12                    |
| 5000                | 1,04      | 1,06     | 1,05                    |

- **Local:** Câmara 02 do laboratório (laje nervurada)
- **Posição do microfone:** média dos microfones 01, 02 e 03

Tabela 95 - Média do tempo de reverberação da câmara 02 do laboratório (laje nervurada) dos microfones nas posições 01, 02 e 03

| FREQUÊNCIAS<br>(Hz) | MEDIÇÃO 1        |                  |                  |                |
|---------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|
|                     | Média T          | Média T          | Média T          | Média          |
|                     | Posição 1<br>(s) | Posição 2<br>(s) | Posição 3<br>(s) | T Final<br>(s) |
| 50                  | 3,09             | 3,17             | 3,34             | 3,20           |
| 63                  | 3,08             | 3,34             | 3,34             | 3,25           |
| 80                  | 1,97             | 2,48             | 2,69             | 2,38           |
| 100                 | 1,57             | 1,33             | 1,46             | 1,45           |
| 125                 | 2,63             | 2,63             | 2,64             | 2,63           |
| 160                 | 1,51             | 1,45             | 1,54             | 1,50           |
| 200                 | 1,57             | 1,32             | 1,50             | 1,46           |
| 250                 | 1,45             | 1,43             | 1,07             | 1,31           |
| 315                 | 1,32             | 1,12             | 1,07             | 1,17           |
| 400                 | 1,55             | 1,54             | 1,52             | 1,54           |
| 500                 | 1,55             | 1,51             | 1,46             | 1,50           |
| 630                 | 1,76             | 1,63             | 1,54             | 1,64           |
| 800                 | 1,68             | 1,64             | 1,62             | 1,65           |
| 1000                | 1,72             | 1,71             | 1,67             | 1,70           |
| 1250                | 1,83             | 1,75             | 1,65             | 1,74           |
| 1600                | 1,66             | 1,72             | 1,57             | 1,65           |
| 2000                | 1,55             | 1,51             | 1,50             | 1,52           |
| 2500                | 1,36             | 1,44             | 1,43             | 1,41           |
| 3150                | 1,28             | 1,31             | 1,34             | 1,31           |
| 4000                | 1,14             | 1,19             | 1,12             | 1,15           |
| 5000                | 1,05             | 1,07             | 1,05             | 1,05           |

- **Local:** campo (laje pré-moldada treliçada)

- **Posição do microfone:** 01

Tabela 96 - Tempo de reverberação em campo (laje pré-moldada treliçada) na posição 01 do microfone

| FREQUÊNCIAS<br>(Hz) | MEDIÇÃO 1   |             |                         | MEDIÇÃO 2   |             |                         |
|---------------------|-------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------------------|
|                     | T 20<br>(s) | T 30<br>(s) | Média<br>T20/T30<br>(s) | T 20<br>(s) | T 30<br>(s) | Média<br>T20/T30<br>(s) |
| 50                  | 1,76        | 1,65        | 1,71                    | 1,62        | 1,59        | 1,61                    |
| 63                  | 1,76        | 2,18        | 1,97                    | 1,64        | 2,40        | 2,02                    |
| 80                  | 1,35        | 1,60        | 1,48                    | 1,47        | 1,54        | 1,51                    |
| 100                 | 1,28        | 1,30        | 1,29                    | 1,10        | 1,09        | 1,10                    |
| 125                 | 1,78        | 1,72        | 1,75                    | 1,89        | 1,89        | 1,89                    |
| 160                 | 1,77        | 1,98        | 1,88                    | 1,55        | 1,89        | 1,72                    |
| 200                 | 2,92        | 3,04        | 2,98                    | 2,91        | 2,93        | 2,92                    |
| 250                 | 2,83        | 2,95        | 2,89                    | 2,46        | 2,56        | 2,51                    |
| 315                 | 2,92        | 2,86        | 2,89                    | 2,26        | 2,38        | 2,32                    |
| 400                 | 2,90        | 2,98        | 2,94                    | 2,34        | 2,28        | 2,31                    |
| 500                 | 2,86        | 2,97        | 2,92                    | 2,57        | 2,68        | 2,63                    |
| 630                 | 2,66        | 2,67        | 2,67                    | 2,27        | 2,39        | 2,33                    |
| 800                 | 2,81        | 2,86        | 2,84                    | 2,09        | 2,22        | 2,16                    |
| 1000                | 2,70        | 2,71        | 2,71                    | 2,12        | 2,09        | 2,11                    |
| 1250                | 2,39        | 2,42        | 2,41                    | 2,03        | 2,06        | 2,05                    |
| 1600                | 2,24        | 2,27        | 2,26                    | 1,81        | 1,86        | 1,84                    |
| 2000                | 2,15        | 2,16        | 2,16                    | 1,80        | 1,85        | 1,83                    |
| 2500                | 2,03        | 2,06        | 2,05                    | 1,88        | 1,89        | 1,89                    |
| 3150                | 1,90        | 1,88        | 1,89                    | 1,74        | 1,74        | 1,74                    |
| 4000                | 1,72        | 1,76        | 1,74                    | 1,67        | 1,64        | 1,66                    |
| 5000                | 1,61        | 1,61        | 1,61                    | 1,58        | 1,55        | 1,57                    |

- **Local:** campo (laje pré-moldada treliçada)

- **Posição do microfone:** 02

Tabela 97 - Tempo de reverberação em campo (laje pré-moldada treliçada) na posição 02 do microfone

| FREQUÊNCIAS<br>(Hz) | MEDIÇÃO 1   |             |                         | MEDIÇÃO 2   |             |                         |
|---------------------|-------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------------------|
|                     | T 20<br>(s) | T 30<br>(s) | Média<br>T20/T30<br>(s) | T 20<br>(s) | T 30<br>(s) | Média<br>T20/T30<br>(s) |
| 50                  | 1,70        | 1,74        | 1,72                    | 1,59        | 1,88        | 1,74                    |
| 63                  | 1,83        | 1,94        | 1,89                    | 1,81        | 2,44        | 2,13                    |
| 80                  | 1,39        | 1,80        | 1,60                    | 1,54        | 1,77        | 1,66                    |
| 100                 | 1,46        | 1,57        | 1,52                    | 1,22        | 1,92        | 1,57                    |
| 125                 | 1,80        | 1,68        | 1,74                    | 2,02        | 2,05        | 2,04                    |
| 160                 | 1,76        | 2,29        | 2,03                    | 1,71        | 2,11        | 1,91                    |
| 200                 | 2,94        | 3,07        | 3,01                    | 2,80        | 2,90        | 2,85                    |
| 250                 | 3,27        | 3,44        | 3,36                    | 2,57        | 2,64        | 2,61                    |
| 315                 | 2,84        | 2,90        | 2,87                    | 2,48        | 2,49        | 2,49                    |
| 400                 | 2,75        | 3,07        | 2,91                    | 2,45        | 2,45        | 2,45                    |
| 500                 | 3,08        | 3,06        | 3,07                    | 2,26        | 2,40        | 2,33                    |
| 630                 | 3,19        | 2,95        | 3,07                    | 2,57        | 2,59        | 2,58                    |
| 800                 | 2,75        | 2,67        | 2,71                    | 2,34        | 2,29        | 2,32                    |
| 1000                | 2,51        | 2,53        | 2,52                    | 2,24        | 2,27        | 2,26                    |
| 1250                | 2,44        | 2,45        | 2,45                    | 2,10        | 2,08        | 2,09                    |
| 1600                | 2,40        | 2,22        | 2,31                    | 1,84        | 1,87        | 1,86                    |
| 2000                | 2,15        | 2,05        | 2,10                    | 1,95        | 1,88        | 1,92                    |
| 2500                | 2,06        | 2,08        | 2,07                    | 1,85        | 1,87        | 1,86                    |
| 3150                | 1,92        | 1,84        | 1,88                    | 1,72        | 1,71        | 1,72                    |
| 4000                | 1,73        | 1,75        | 1,74                    | 1,56        | 1,61        | 1,59                    |
| 5000                | 1,68        | 1,64        | 1,66                    | 1,49        | 1,54        | 1,52                    |

- **Local:** campo (laje pré-moldada treliçada)

- **Posição do microfone:** 03

Tabela 98 - Tempo de reverberação em campo (laje pré-moldada treliçada) na posição 03 do microfone

| FREQUÊNCIAS<br>(Hz) | MEDIÇÃO 1   |             |                         | MEDIÇÃO 2   |             |                         |
|---------------------|-------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------------------|
|                     | T 20<br>(s) | T 30<br>(s) | Média<br>T20/T30<br>(s) | T 20<br>(s) | T 30<br>(s) | Média<br>T20/T30<br>(s) |
| 50                  | 1,58        | 1,42        | 1,50                    | 1,76        | 2,52        | 2,14                    |
| 63                  | 1,50        | 1,38        | 1,44                    | 1,92        | 2,65        | 2,29                    |
| 80                  | 1,24        | 1,60        | 1,42                    | 1,63        | 1,72        | 1,68                    |
| 100                 | 1,36        | 1,61        | 1,49                    | 1,42        | 1,61        | 1,52                    |
| 125                 | 1,74        | 1,76        | 1,75                    | 1,78        | 2,01        | 1,90                    |
| 160                 | 1,55        | 2,08        | 1,82                    | 1,73        | 2,13        | 1,93                    |
| 200                 | 3,15        | 3,16        | 3,16                    | 3,15        | 3,20        | 3,18                    |
| 250                 | 3,28        | 3,27        | 3,28                    | 2,71        | 2,71        | 2,71                    |
| 315                 | 2,73        | 2,67        | 2,70                    | 2,28        | 2,43        | 2,36                    |
| 400                 | 2,88        | 2,91        | 2,90                    | 2,16        | 2,39        | 2,28                    |
| 500                 | 2,99        | 3,15        | 3,07                    | 2,27        | 2,40        | 2,34                    |
| 630                 | 2,86        | 2,86        | 2,86                    | 2,14        | 2,42        | 2,28                    |
| 800                 | 2,56        | 2,65        | 2,61                    | 2,36        | 2,23        | 2,30                    |
| 1000                | 2,74        | 2,69        | 2,72                    | 2,26        | 2,30        | 2,28                    |
| 1250                | 2,47        | 2,45        | 2,46                    | 2,02        | 2,07        | 2,05                    |
| 1600                | 2,23        | 2,25        | 2,24                    | 1,96        | 1,90        | 1,93                    |
| 2000                | 2,08        | 2,10        | 2,09                    | 1,82        | 1,90        | 1,86                    |
| 2500                | 2,11        | 2,07        | 2,09                    | 1,85        | 1,79        | 1,82                    |
| 3150                | 1,84        | 1,93        | 1,89                    | 1,78        | 1,80        | 1,79                    |
| 4000                | 1,76        | 1,77        | 1,77                    | 1,62        | 1,67        | 1,65                    |
| 5000                | 1,61        | 1,62        | 1,62                    | 1,51        | 1,53        | 1,52                    |

- **Local:** campo (laje pré-moldada treliçada)
- **Posição do microfone:** média dos microfones 01, 02 e 03.

Tabela 99 - Média do tempo de reverberação em campo (laje pré-moldada treliçada) dos microfones nas posições 01, 02 e 03

| <b>FREQUÊNCIAS<br/>(Hz)</b> | <b>Média T<br/>Posição 1<br/>(s)</b> | <b>Média T<br/>Posição 2<br/>(s)</b> | <b>Média T<br/>Posição 3<br/>(s)</b> | <b>Média<br/>T Final<br/>(s)</b> |
|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| 50                          | 1,66                                 | 1,73                                 | 1,82                                 | 1,73                             |
| 63                          | 2,00                                 | 2,01                                 | 1,86                                 | 1,95                             |
| 80                          | 1,49                                 | 1,63                                 | 1,55                                 | 1,55                             |
| 100                         | 1,19                                 | 1,54                                 | 1,50                                 | 1,41                             |
| 125                         | 1,82                                 | 1,89                                 | 1,82                                 | 1,84                             |
| 160                         | 1,80                                 | 1,97                                 | 1,87                                 | 1,88                             |
| 200                         | 2,95                                 | 2,93                                 | 3,17                                 | 3,01                             |
| 250                         | 2,70                                 | 2,98                                 | 2,99                                 | 2,89                             |
| 315                         | 2,61                                 | 2,68                                 | 2,53                                 | 2,60                             |
| 400                         | 2,63                                 | 2,68                                 | 2,59                                 | 2,63                             |
| 500                         | 2,77                                 | 2,70                                 | 2,70                                 | 2,72                             |
| 630                         | 2,50                                 | 2,83                                 | 2,57                                 | 2,63                             |
| 800                         | 2,50                                 | 2,51                                 | 2,45                                 | 2,49                             |
| 1000                        | 2,41                                 | 2,39                                 | 2,50                                 | 2,43                             |
| 1250                        | 2,23                                 | 2,27                                 | 2,25                                 | 2,25                             |
| 1600                        | 2,05                                 | 2,08                                 | 2,09                                 | 2,07                             |
| 2000                        | 1,99                                 | 2,01                                 | 1,98                                 | 1,99                             |
| 2500                        | 1,97                                 | 1,97                                 | 1,96                                 | 1,96                             |
| 3150                        | 1,82                                 | 1,80                                 | 1,84                                 | 1,82                             |
| 4000                        | 1,70                                 | 1,66                                 | 1,71                                 | 1,69                             |
| 5000                        | 1,59                                 | 1,59                                 | 1,57                                 | 1,58                             |

APÊNDICE C

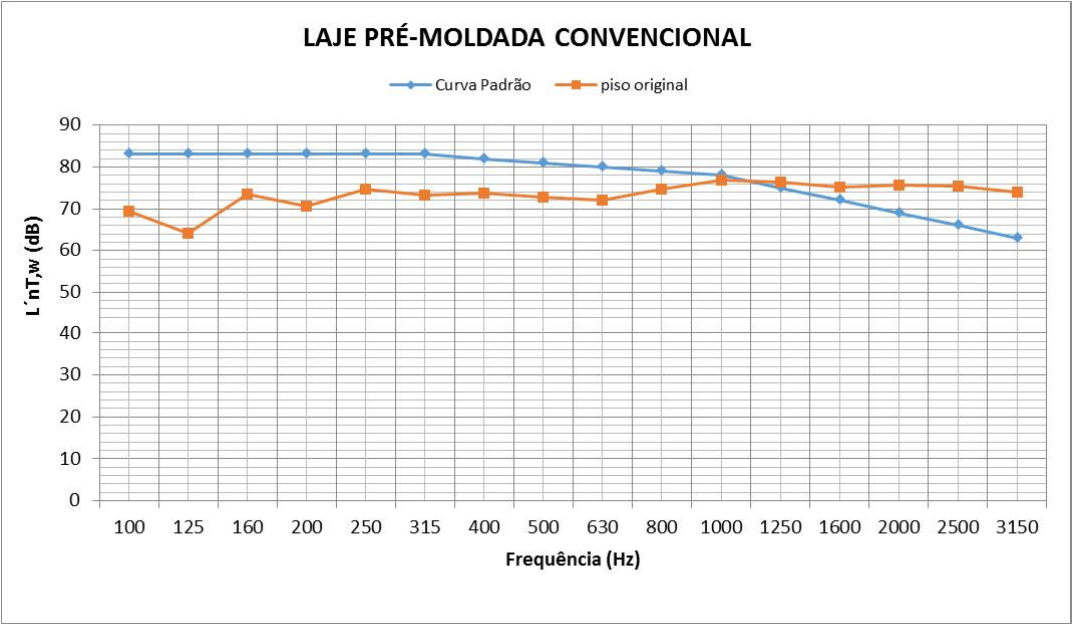
RESULTADOS DOS NÚMEROS GLOBAIS (L' nT,w)

- **Amostra:** Piso original de cerâmica (PO) na câmara com laje pré-moldada convencional

Tabela 100 - Número global (L' nT,w) da amostra PO na câmara com laje pré-moldada convencional

| CURVA PADRÃO X NÍVEL DE RUÍDO DE IMPACTO PADRONIZADO |            |           |           |   |      |
|------------------------------------------------------|------------|-----------|-----------|---|------|
| FREQUÊNCIA                                           | A          | B         | C         | D | E    |
| (Hz)                                                 | Curva (dB) | L'nT (dB) | Diferença |   |      |
| 100                                                  | 83         | 69,4      | -13,6     | 0 | 0,0  |
| 125                                                  | 83         | 64,2      | -18,8     | 0 | 0,0  |
| 160                                                  | 83         | 73,5      | -9,5      | 0 | 0,0  |
| 200                                                  | 83         | 70,7      | -12,3     | 0 | 0,0  |
| 250                                                  | 83         | 74,8      | -8,2      | 0 | 0,0  |
| 315                                                  | 83         | 73,4      | -9,6      | 0 | 0,0  |
| 400                                                  | 82         | 73,7      | -8,3      | 0 | 0,0  |
| 500                                                  | 81         | 72,8      | -8,2      | 0 | 0,0  |
| 630                                                  | 80         | 72,0      | -8,0      | 0 | 0,0  |
| 800                                                  | 79         | 74,8      | -4,2      | 0 | 0,0  |
| 1000                                                 | 78         | 76,8      | -1,2      | 0 | 0,0  |
| 1250                                                 | 75         | 76,4      | 1,4       | 1 | 1,4  |
| 1600                                                 | 72         | 75,3      | 3,3       | 1 | 3,3  |
| 2000                                                 | 69         | 75,6      | 6,6       | 1 | 6,6  |
| 2500                                                 | 66         | 75,5      | 9,5       | 1 | 9,5  |
| 3150                                                 | 63         | 73,9      | 10,9      | 1 | 10,9 |
| SOMA                                                 |            |           |           | 5 | 31,7 |

Figura 37- Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra PO na câmara com laje pré-moldada convencional

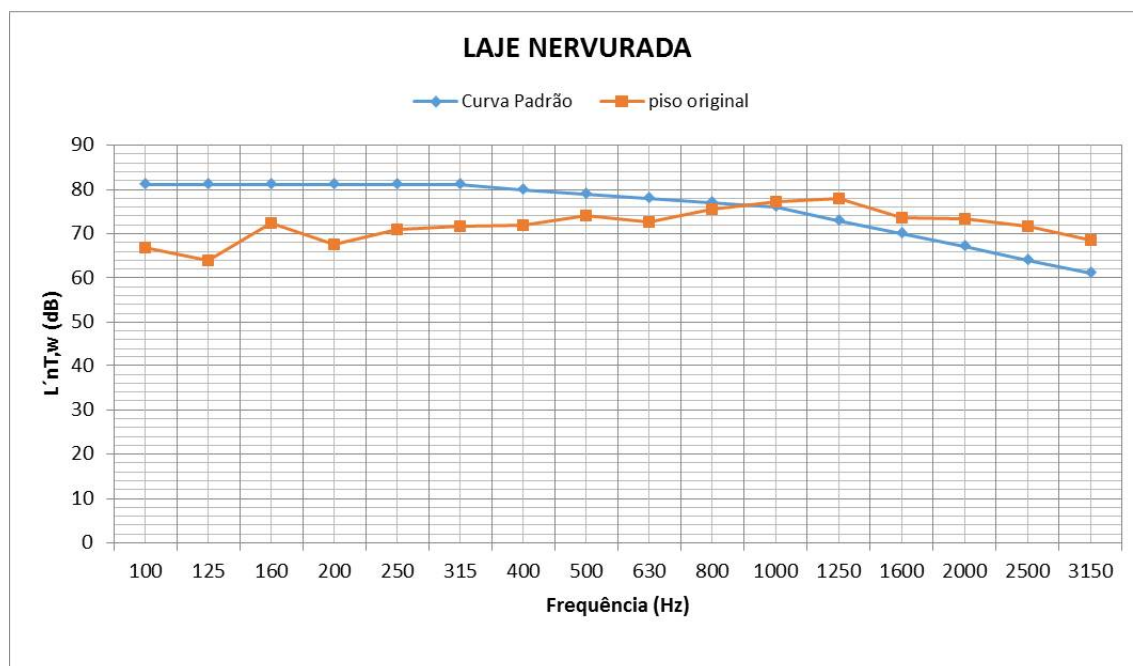


- **Amostra:** Piso original de cerâmica (PO) na câmara com laje nervurada

Tabela 101 - Número global ( $L'_{nT,w}$ ) da amostra PO na câmara com laje nervurada

| CURVA PADRÃO X NÍVEL DE RUÍDO DE IMPACTO PADRONIZADO |                    |                   |                |   |      |
|------------------------------------------------------|--------------------|-------------------|----------------|---|------|
| FREQUÊNCIA<br>(Hz)                                   | A<br>Curva<br>(dB) | B<br>L'nT<br>(dB) | C<br>Diferença | D | E    |
| 100                                                  | 81                 | 66,9              | -14,1          | 0 | 0,0  |
| 125                                                  | 81                 | 64,0              | -17,0          | 0 | 0,0  |
| 160                                                  | 81                 | 72,5              | -8,5           | 0 | 0,0  |
| 200                                                  | 81                 | 67,5              | -13,5          | 0 | 0,0  |
| 250                                                  | 81                 | 71,1              | -9,9           | 0 | 0,0  |
| 315                                                  | 81                 | 71,6              | -9,4           | 0 | 0,0  |
| 400                                                  | 80                 | 72,0              | -8,0           | 0 | 0,0  |
| 500                                                  | 79                 | 74,0              | -5,0           | 0 | 0,0  |
| 630                                                  | 78                 | 72,6              | -5,4           | 0 | 0,0  |
| 800                                                  | 77                 | 75,4              | -1,6           | 0 | 0,0  |
| 1000                                                 | 76                 | 77,2              | 1,2            | 1 | 1,2  |
| 1250                                                 | 73                 | 77,9              | 4,9            | 1 | 4,9  |
| 1600                                                 | 70                 | 73,7              | 3,7            | 1 | 3,7  |
| 2000                                                 | 67                 | 73,3              | 6,3            | 1 | 6,3  |
| 2500                                                 | 64                 | 71,6              | 7,6            | 1 | 7,6  |
| 3150                                                 | 61                 | 68,7              | 7,7            | 1 | 7,7  |
| SOMA                                                 |                    |                   |                | 6 | 31,3 |

Figura 38 - Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra PO na câmara com laje nervurada

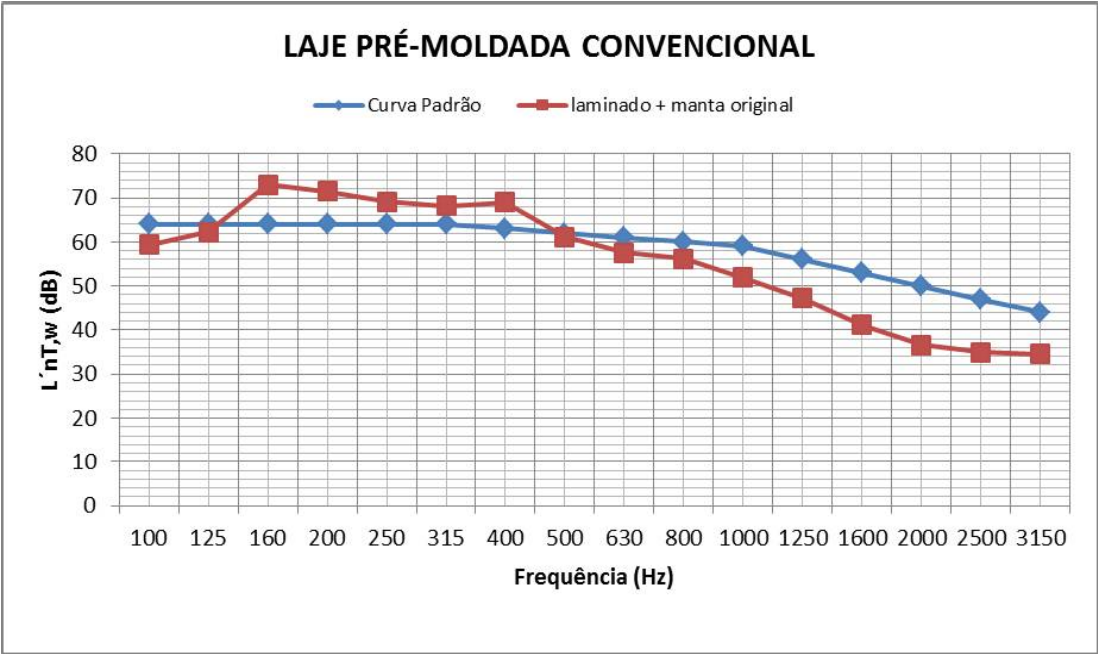


- **Amostra:** Novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica (LaMoCe) na câmara com laje pré-moldada convencional

Tabela 102 - Número global ( $L'_{nT,w}$ ) da amostra LaMoCe na câmara com laje pré-moldada convencional

| CURVA PADRÃO X NÍVEL DE RUÍDO DE IMPACTO PADRONIZADO |            |                |           |   |      |
|------------------------------------------------------|------------|----------------|-----------|---|------|
| FREQÜÊNCIA                                           | A          | B              | C         | D | E    |
| A (Hz)                                               | Curva (dB) | $L'_{nT}$ (dB) | Diferença |   |      |
| 100                                                  | 64         | 59,3           | -4,7      | 0 | 0,0  |
| 125                                                  | 64         | 62,3           | -1,7      | 0 | 0,0  |
| 160                                                  | 64         | 73,0           | 9,0       | 1 | 9,0  |
| 200                                                  | 64         | 71,5           | 7,5       | 1 | 7,5  |
| 250                                                  | 64         | 69,2           | 5,2       | 1 | 5,2  |
| 315                                                  | 64         | 68,2           | 4,2       | 1 | 4,2  |
| 400                                                  | 63         | 69,0           | 6,0       | 1 | 6,0  |
| 500                                                  | 62         | 61,1           | -0,9      | 0 | 0,0  |
| 630                                                  | 61         | 57,5           | -3,5      | 0 | 0,0  |
| 800                                                  | 60         | 56,1           | -3,9      | 0 | 0,0  |
| 1000                                                 | 59         | 51,8           | -7,2      | 0 | 0,0  |
| 1250                                                 | 56         | 47,3           | -8,7      | 0 | 0,0  |
| 1600                                                 | 53         | 41,2           | -11,8     | 0 | 0,0  |
| 2000                                                 | 50         | 36,6           | -13,4     | 0 | 0,0  |
| 2500                                                 | 47         | 35,0           | -12,0     | 0 | 0,0  |
| 3150                                                 | 44         | 34,6           | -9,4      | 0 | 0,0  |
| SOMA                                                 |            |                |           | 5 | 31,8 |

Figura 39 - Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra LaMoCe na câmara com laje pré-moldada convencional

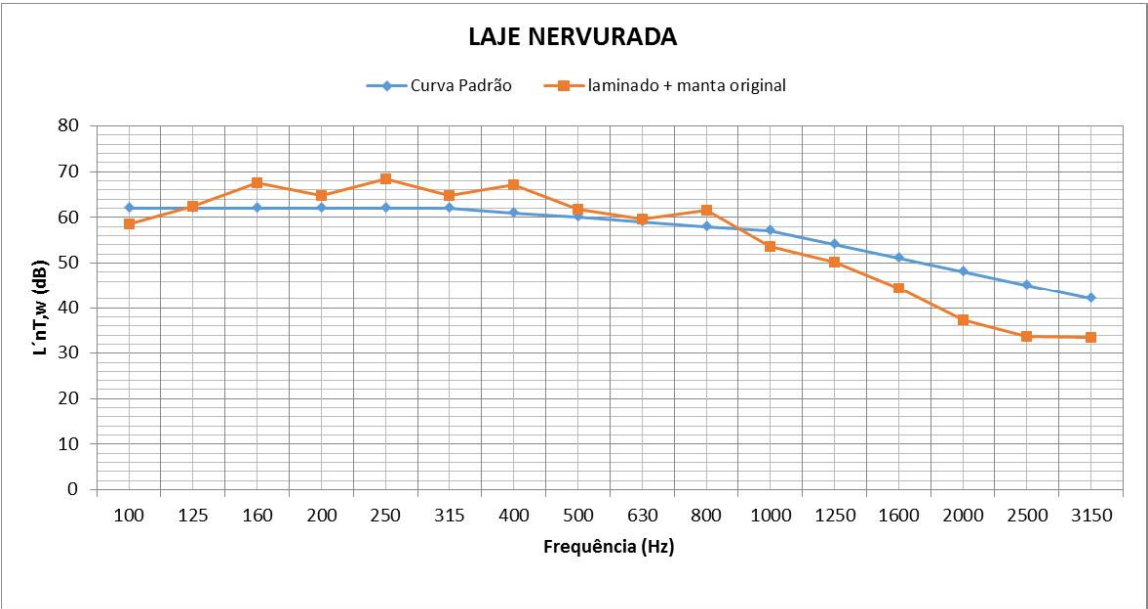


- **Amostra:** Novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica (LaMoCe) na câmara com laje nervurada

Tabela 103 - Número global ( $L'_{nT,w}$ ) da amostra LaMoCe na câmara com laje nervurada

| CURVA PADRÃO X NÍVEL DE RUÍDO DE IMPACTO PADRONIZADO |            |                |           |   |      |
|------------------------------------------------------|------------|----------------|-----------|---|------|
| FREQUÊNCIA                                           | A          | B              | C         | D | E    |
| (Hz)                                                 | Curva (dB) | $L'_{nT}$ (dB) | Diferença |   |      |
| 100                                                  | 62         | 58,6           | -3,4      | 0 | 0,0  |
| 125                                                  | 62         | 62,4           | 0,4       | 1 | 0,4  |
| 160                                                  | 62         | 67,6           | 5,6       | 1 | 5,6  |
| 200                                                  | 62         | 64,9           | 2,9       | 1 | 2,9  |
| 250                                                  | 62         | 68,5           | 6,5       | 1 | 6,5  |
| 315                                                  | 62         | 64,7           | 2,7       | 1 | 2,7  |
| 400                                                  | 61         | 67,2           | 6,2       | 1 | 6,2  |
| 500                                                  | 60         | 61,9           | 1,9       | 1 | 1,9  |
| 630                                                  | 59         | 59,6           | 0,6       | 1 | 0,6  |
| 800                                                  | 58         | 61,5           | 3,5       | 1 | 3,5  |
| 1000                                                 | 57         | 53,6           | -3,4      | 0 | 0,0  |
| 1250                                                 | 54         | 50,2           | -3,8      | 0 | 0,0  |
| 1600                                                 | 51         | 44,4           | -6,6      | 0 | 0,0  |
| 2000                                                 | 48         | 37,3           | -10,7     | 0 | 0,0  |
| 2500                                                 | 45         | 33,8           | -11,2     | 0 | 0,0  |
| 3150                                                 | 42         | 33,6           | -8,4      | 0 | 0,0  |
| SOMA                                                 |            |                |           | 9 | 30,1 |

Figura 40 - Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra LaMoCe na câmara com laje nervurada

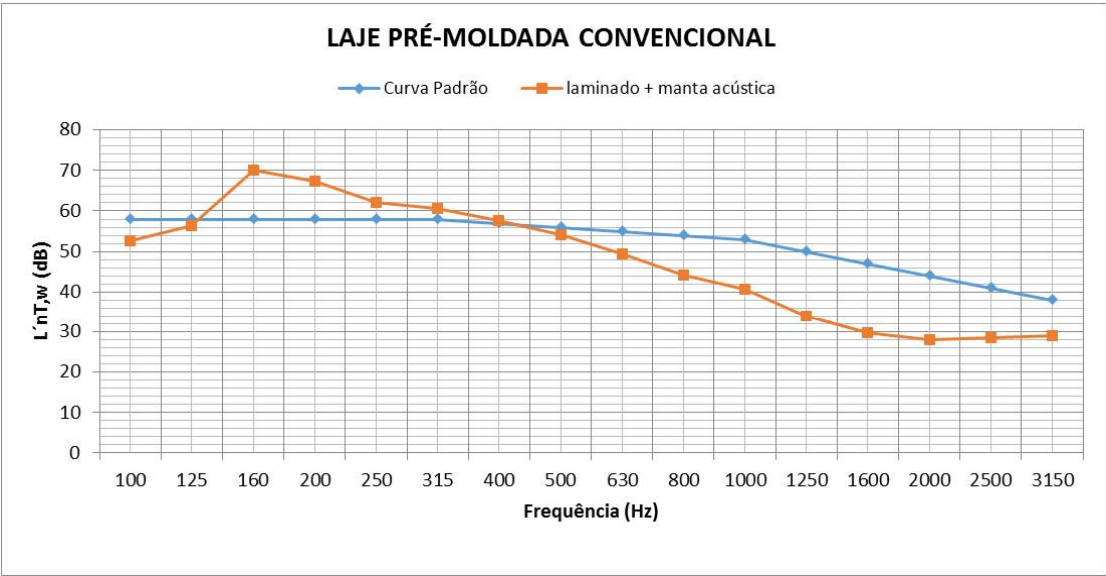


- **Amostra:** Novo piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica (LaMacCe) na câmara com laje pré-moldada

Tabela 104 - Número global ( $L'_{nT,w}$ ) da amostra LaMacCe na câmara com laje pré-moldada

| CURVA PADRÃO X NÍVEL DE RUÍDO DE IMPACTO PADRONIZADO |                 |                |                |   |      |
|------------------------------------------------------|-----------------|----------------|----------------|---|------|
| FREQUÊNCIA<br>(Hz)                                   | A<br>Curva (dB) | B<br>L'nT (dB) | C<br>Diferença | D | E    |
| 100                                                  | 58              | 52,6           | -5,4           | 0 | 0,0  |
| 125                                                  | 58              | 56,4           | -1,6           | 0 | 0,0  |
| 160                                                  | 58              | 70,0           | 12,0           | 1 | 12,0 |
| 200                                                  | 58              | 67,3           | 9,3            | 1 | 9,3  |
| 250                                                  | 58              | 62,1           | 4,1            | 1 | 4,1  |
| 315                                                  | 58              | 60,5           | 2,5            | 1 | 2,5  |
| 400                                                  | 57              | 57,6           | 0,6            | 1 | 0,6  |
| 500                                                  | 56              | 54,2           | -1,8           | 0 | 0,0  |
| 630                                                  | 55              | 49,3           | -5,7           | 0 | 0,0  |
| 800                                                  | 54              | 44,3           | -9,7           | 0 | 0,0  |
| 1000                                                 | 53              | 40,6           | -12,4          | 0 | 0,0  |
| 1250                                                 | 50              | 33,9           | -16,1          | 0 | 0,0  |
| 1600                                                 | 47              | 29,6           | -17,4          | 0 | 0,0  |
| 2000                                                 | 44              | 27,9           | -16,1          | 0 | 0,0  |
| 2500                                                 | 41              | 28,5           | -12,5          | 0 | 0,0  |
| 3150                                                 | 38              | 29,0           | -9,0           | 0 | 0,0  |
| SOMA                                                 |                 |                |                | 5 | 28,5 |

Figura 41 - Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra LaMacCe na câmara com laje pré-moldada

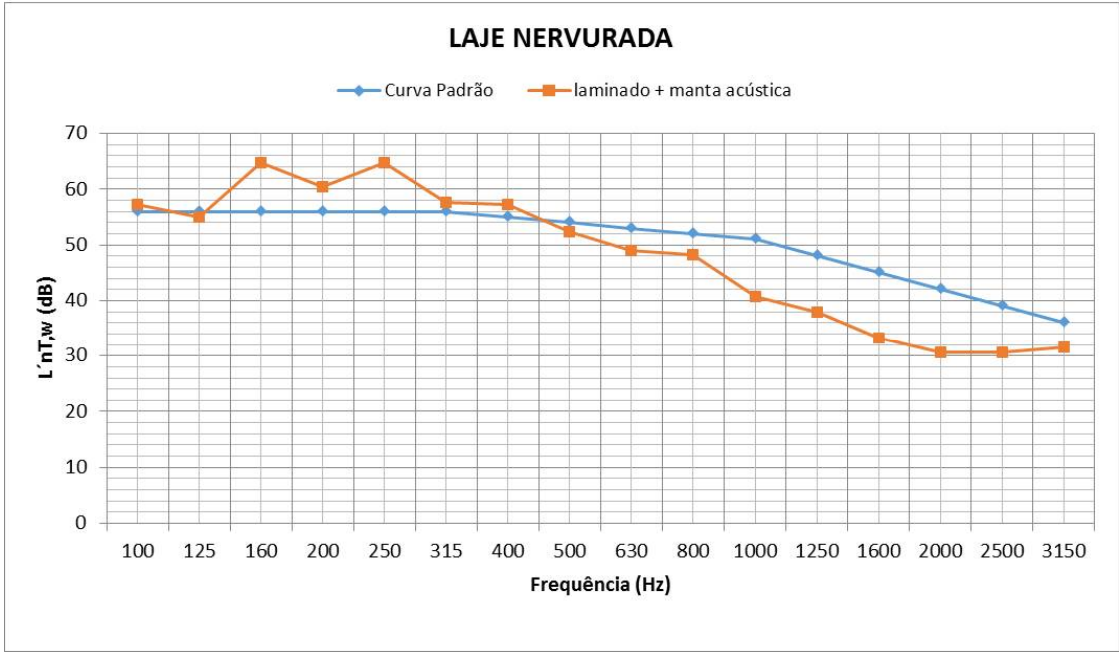


- **Amostra:** Novo piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica (LaMacCe) na câmara com laje nervurada

Tabela 105 - Número global ( $L'_{nT,w}$ ) da amostra LaMacCe na câmara com laje nervurada

| CURVA PADRÃO X NÍVEL DE RUÍDO DE IMPACTO PADRONIZADO |            |                |           |   |      |
|------------------------------------------------------|------------|----------------|-----------|---|------|
| FREQUÊNCIA                                           | A          | B              | C         | D | E    |
| (Hz)                                                 | Curva (dB) | $L'_{nT}$ (dB) | Diferença |   |      |
| 100                                                  | 56         | 57,3           | 1,3       | 1 | 1,3  |
| 125                                                  | 56         | 54,9           | -1,1      | 0 | 0,0  |
| 160                                                  | 56         | 64,7           | 8,7       | 1 | 8,7  |
| 200                                                  | 56         | 60,5           | 4,5       | 1 | 4,5  |
| 250                                                  | 56         | 64,7           | 8,7       | 1 | 8,7  |
| 315                                                  | 56         | 57,6           | 1,6       | 1 | 1,6  |
| 400                                                  | 55         | 57,3           | 2,3       | 1 | 2,3  |
| 500                                                  | 54         | 52,4           | -1,6      | 0 | 0,0  |
| 630                                                  | 53         | 49,0           | -4,0      | 0 | 0,0  |
| 800                                                  | 52         | 48,2           | -3,8      | 0 | 0,0  |
| 1000                                                 | 51         | 40,8           | -10,2     | 0 | 0,0  |
| 1250                                                 | 48         | 38,0           | -10,0     | 0 | 0,0  |
| 1600                                                 | 45         | 33,3           | -11,7     | 0 | 0,0  |
| 2000                                                 | 42         | 30,5           | -11,5     | 0 | 0,0  |
| 2500                                                 | 39         | 30,6           | -8,4      | 0 | 0,0  |
| 3150                                                 | 36         | 31,6           | -4,4      | 0 | 0,0  |
| SOMA                                                 |            |                |           | 6 | 27,2 |

Figura 42 - Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra LaMacCe na câmara com laje nervurada

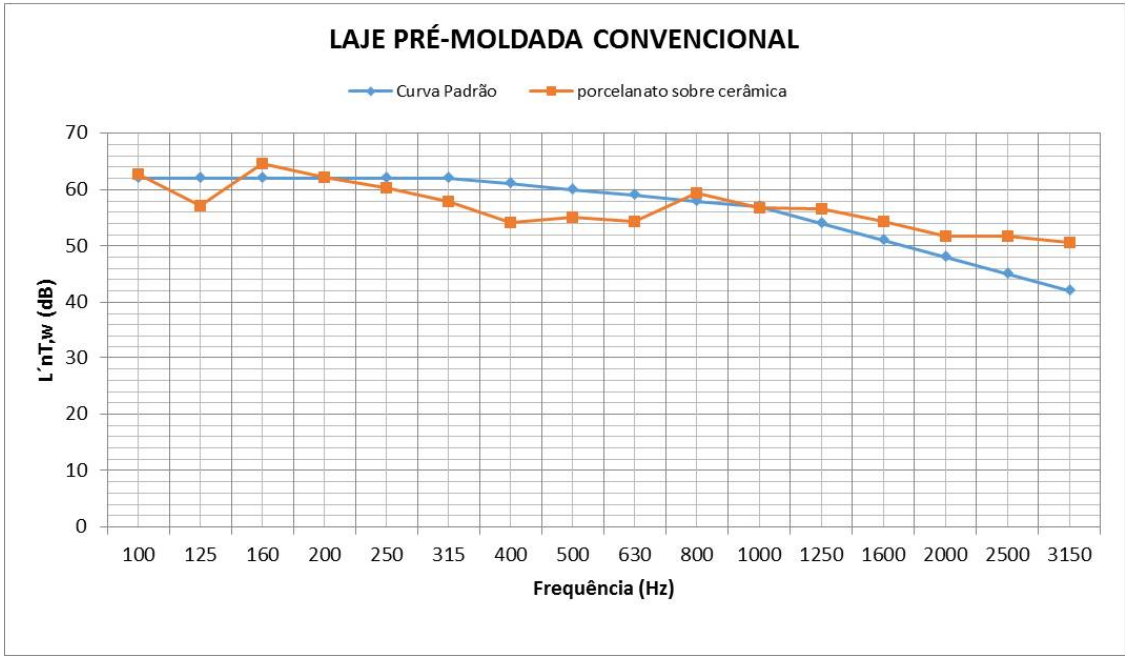


- **Amostra:** Novo piso de porcelanato sobre o piso original de cerâmica (PorCe) na câmara com laje pré-moldada convencional

Tabela 106 - Número global ( $L'_{nT,w}$ ) da amostra PorCe na câmara com laje pré-moldada convencional

| CURVA PADRÃO X NÍVEL DE RUÍDO DE IMPACTO PADRONIZADO |            |                |           |   |      |
|------------------------------------------------------|------------|----------------|-----------|---|------|
| FREQUÊNCIA                                           | A          | B              | C         | D | E    |
| (Hz)                                                 | Curva (dB) | $L'_{nT}$ (dB) | Diferença |   |      |
| 100                                                  | 62         | 62,8           | 0,8       | 1 | 0,8  |
| 125                                                  | 62         | 57,2           | -4,8      | 0 | 0,0  |
| 160                                                  | 62         | 64,6           | 2,6       | 1 | 2,6  |
| 200                                                  | 62         | 62,1           | 0,1       | 1 | 0,1  |
| 250                                                  | 62         | 60,3           | -1,7      | 0 | 0,0  |
| 315                                                  | 62         | 57,8           | -4,2      | 0 | 0,0  |
| 400                                                  | 61         | 54,2           | -6,8      | 0 | 0,0  |
| 500                                                  | 60         | 55,0           | -5,0      | 0 | 0,0  |
| 630                                                  | 59         | 54,4           | -4,6      | 0 | 0,0  |
| 800                                                  | 58         | 59,3           | 1,3       | 1 | 1,3  |
| 1000                                                 | 57         | 56,7           | -0,3      | 0 | 0,0  |
| 1250                                                 | 54         | 56,6           | 2,6       | 1 | 2,6  |
| 1600                                                 | 51         | 54,3           | 3,3       | 1 | 3,3  |
| 2000                                                 | 48         | 51,8           | 3,8       | 1 | 3,8  |
| 2500                                                 | 45         | 51,8           | 6,8       | 1 | 6,8  |
| 3150                                                 | 42         | 50,6           | 8,6       | 1 | 8,6  |
| SOMA                                                 |            |                |           | 9 | 30,1 |

Figura 43 - Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a PorCe na câmara com laje pré-moldada convencional

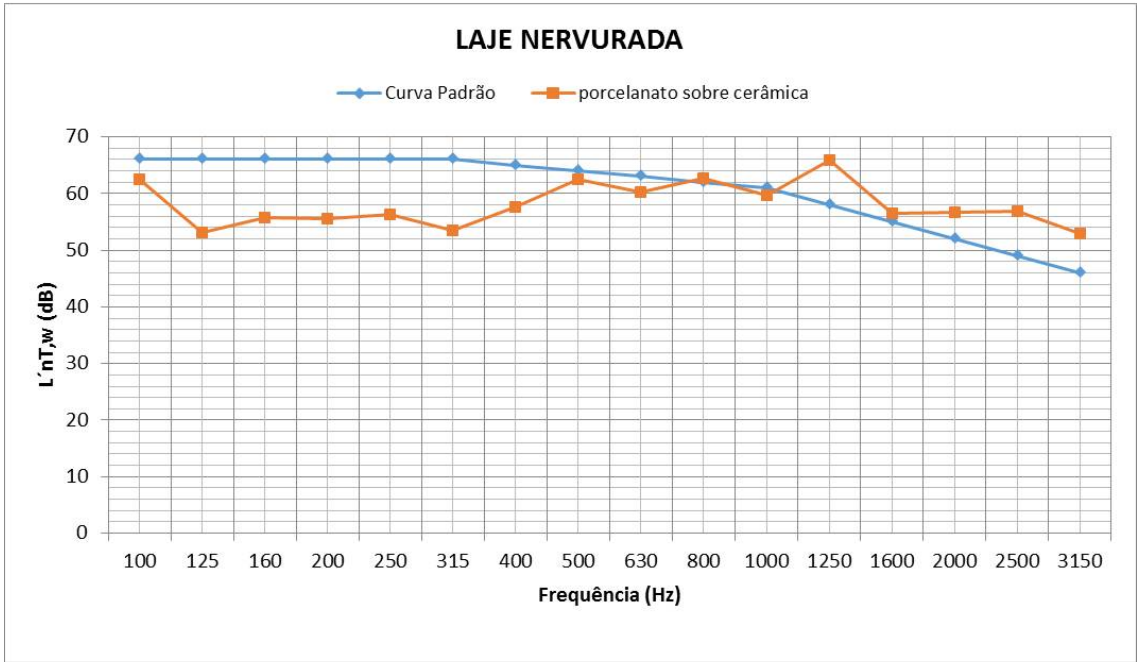


- **Amostra:** Novo piso de porcelanato sobre o piso original de cerâmica (PorCe) na câmara com laje nervurada

Tabela 107 - Número global ( $L'_{nT,w}$ ) da amostra PorCe na câmara com laje nervurada

| CURVA PADRÃO X NÍVEL DE RUÍDO DE IMPACTO PADRONIZADO |            |                |           |   |      |
|------------------------------------------------------|------------|----------------|-----------|---|------|
| FREQUÊNCIA<br>(Hz)                                   | A          | B              | C         | D | E    |
|                                                      | Curva (dB) | $L'_{nT}$ (dB) | Diferença |   |      |
| 100                                                  | 66         | 62,6           | -3,4      | 0 | 0,0  |
| 125                                                  | 66         | 53,1           | -12,9     | 0 | 0,0  |
| 160                                                  | 66         | 55,7           | -10,3     | 0 | 0,0  |
| 200                                                  | 66         | 55,6           | -10,4     | 0 | 0,0  |
| 250                                                  | 66         | 56,3           | -9,7      | 0 | 0,0  |
| 315                                                  | 66         | 53,6           | -12,4     | 0 | 0,0  |
| 400                                                  | 65         | 57,6           | -7,4      | 0 | 0,0  |
| 500                                                  | 64         | 62,5           | -1,5      | 0 | 0,0  |
| 630                                                  | 63         | 60,3           | -2,7      | 0 | 0,0  |
| 800                                                  | 62         | 62,6           | 0,6       | 1 | 0,6  |
| 1000                                                 | 61         | 59,8           | -1,2      | 0 | 0,0  |
| 1250                                                 | 58         | 65,9           | 7,9       | 1 | 7,9  |
| 1600                                                 | 55         | 56,6           | 1,6       | 1 | 1,6  |
| 2000                                                 | 52         | 56,7           | 4,7       | 1 | 4,7  |
| 2500                                                 | 49         | 56,9           | 7,9       | 1 | 7,9  |
| 3150                                                 | 46         | 53,0           | 7,0       | 1 | 7,0  |
| SOMA                                                 |            |                |           | 6 | 29,7 |

Figura 44 - Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra PorCe na câmara com laje nervurada

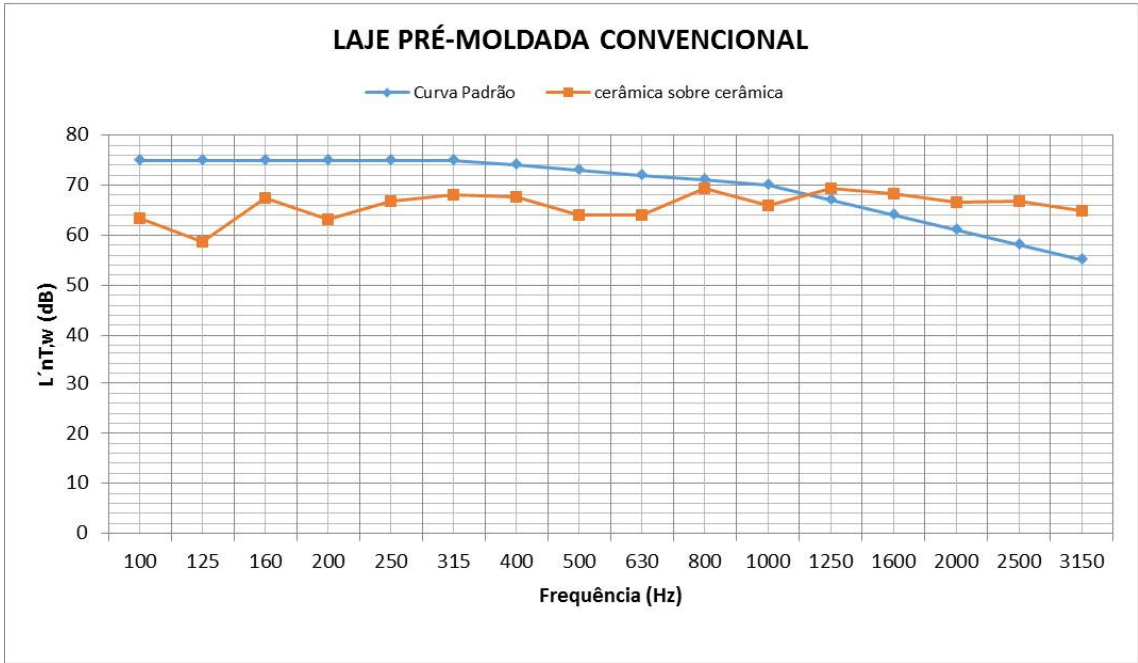


- **Amostra:** Novo piso de cerâmica sobre o piso original de cerâmica (CeCe) na câmara com laje pré-moldada convencional

Tabela 108 - Número global ( $L'_{nT,w}$ ) da amostra CeCe na câmara com laje pré-moldada convencional

| CURVA PADRÃO X NÍVEL DE RUÍDO DE IMPACTO PADRONIZADO |            |                |           |   |      |
|------------------------------------------------------|------------|----------------|-----------|---|------|
| FREQUÊNCIA                                           | A          | B              | C         | D | E    |
| (Hz)                                                 | Curva (dB) | $L'_{nT}$ (dB) | Diferença |   |      |
| 100                                                  | 75         | 63,3           | -11,7     | 0 | 0,0  |
| 125                                                  | 75         | 58,7           | -16,3     | 0 | 0,0  |
| 160                                                  | 75         | 67,5           | -7,5      | 0 | 0,0  |
| 200                                                  | 75         | 63,2           | -11,8     | 0 | 0,0  |
| 250                                                  | 75         | 66,8           | -8,2      | 0 | 0,0  |
| 315                                                  | 75         | 68,0           | -7,0      | 0 | 0,0  |
| 400                                                  | 74         | 67,7           | -6,3      | 0 | 0,0  |
| 500                                                  | 73         | 64,1           | -8,9      | 0 | 0,0  |
| 630                                                  | 72         | 64,0           | -8,0      | 0 | 0,0  |
| 800                                                  | 71         | 69,4           | -1,6      | 0 | 0,0  |
| 1000                                                 | 70         | 66,0           | -4,0      | 0 | 0,0  |
| 1250                                                 | 67         | 69,3           | 2,3       | 1 | 2,3  |
| 1600                                                 | 64         | 68,2           | 4,2       | 1 | 4,2  |
| 2000                                                 | 61         | 66,6           | 5,6       | 1 | 5,6  |
| 2500                                                 | 58         | 66,9           | 8,9       | 1 | 8,9  |
| 3150                                                 | 55         | 65,0           | 10,0      | 1 | 10,0 |
| SOMA                                                 |            |                |           | 5 | 30,9 |

Figura 45 - Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra CeCe na câmara com laje pré-moldada convencional

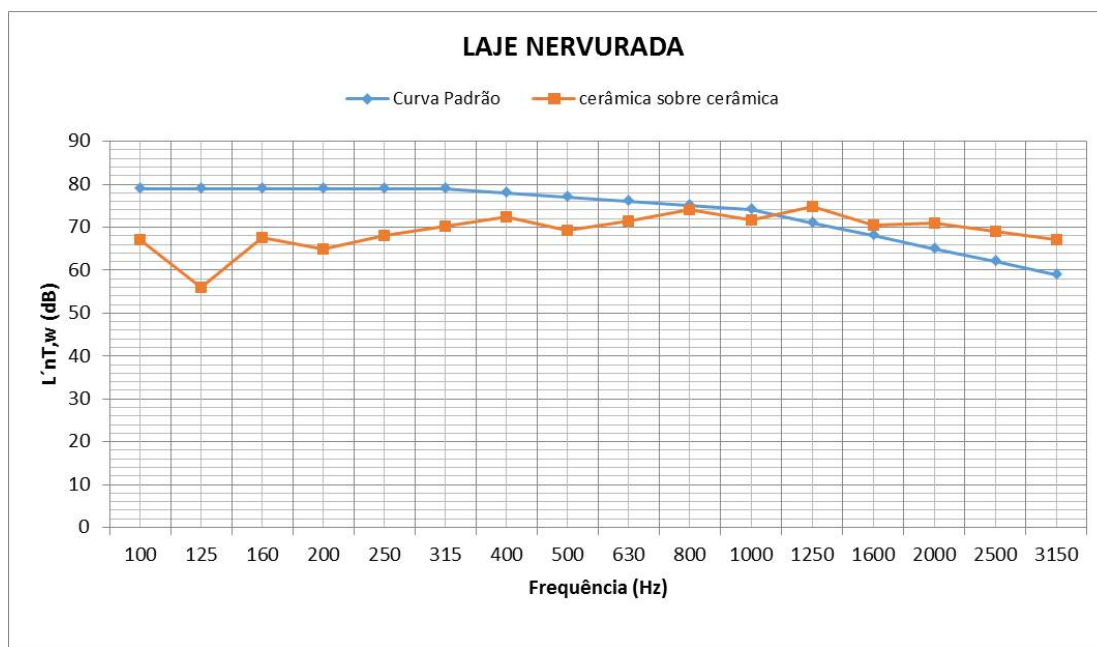


- **Amostra:** Novo piso de cerâmica sobre o piso original de cerâmica (CeCe) na câmara com laje nervurada

Tabela 109- Número global ( $L'_{nT,w}$ ) da amostra CeCe na câmara com laje nervurada

| CURVA PADRÃO X NÍVEL DE RUÍDO DE IMPACTO PADRONIZADO |            |           |           |   |      |
|------------------------------------------------------|------------|-----------|-----------|---|------|
| FREQUÊNCIA<br>(Hz)                                   | A          | B         | C         | D | E    |
|                                                      | Curva (dB) | L'nT (dB) | Diferença |   |      |
| 100                                                  | 79         | 67,2      | -11,8     | 0 | 0,0  |
| 125                                                  | 79         | 55,9      | -23,1     | 0 | 0,0  |
| 160                                                  | 79         | 67,5      | -11,5     | 0 | 0,0  |
| 200                                                  | 79         | 64,9      | -14,1     | 0 | 0,0  |
| 250                                                  | 79         | 68,0      | -11,0     | 0 | 0,0  |
| 315                                                  | 79         | 70,2      | -8,8      | 0 | 0,0  |
| 400                                                  | 78         | 72,3      | -5,7      | 0 | 0,0  |
| 500                                                  | 77         | 69,2      | -7,8      | 0 | 0,0  |
| 630                                                  | 76         | 71,4      | -4,6      | 0 | 0,0  |
| 800                                                  | 75         | 74,0      | -1,0      | 0 | 0,0  |
| 1000                                                 | 74         | 71,8      | -2,2      | 0 | 0,0  |
| 1250                                                 | 71         | 74,9      | 3,9       | 1 | 3,9  |
| 1600                                                 | 68         | 70,6      | 2,6       | 1 | 2,6  |
| 2000                                                 | 65         | 71,0      | 6,0       | 1 | 6,0  |
| 2500                                                 | 62         | 69,1      | 7,1       | 1 | 7,1  |
| 3150                                                 | 59         | 67,2      | 8,2       | 1 | 8,2  |
| SOMA                                                 |            |           |           | 5 | 27,7 |

Figura 46 - Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra CeCe na câmara com laje nervurada

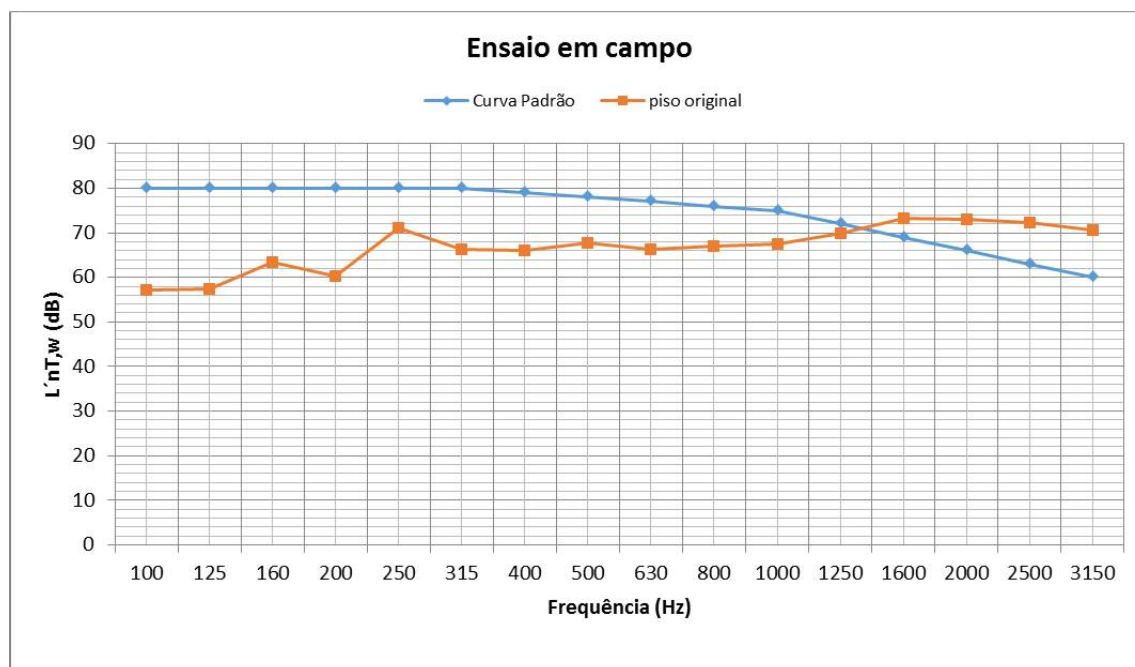


- **Amostra:** Piso original de cerâmica em campo (POCamp)

Tabela 110 - Número global ( $L'_{nT,w}$ ) da amostra POCamp

| CURVA PADRÃO X NÍVEL DE RUÍDO DE IMPACTO PADRONIZADO |                 |                     |                |          |             |
|------------------------------------------------------|-----------------|---------------------|----------------|----------|-------------|
| FREQÜÊNCIA<br>(Hz)                                   | A<br>Curva (dB) | B<br>$L'_{nT}$ (dB) | C<br>Diferença | D        | E           |
| 100                                                  | 80              | 57,1                | -22,9          | 0        | 0,0         |
| 125                                                  | 80              | 57,5                | -22,5          | 0        | 0,0         |
| 160                                                  | 80              | 63,5                | -16,5          | 0        | 0,0         |
| 200                                                  | 80              | 60,2                | -19,8          | 0        | 0,0         |
| 250                                                  | 80              | 71,0                | -9,0           | 0        | 0,0         |
| 315                                                  | 80              | 66,3                | -13,7          | 0        | 0,0         |
| 400                                                  | 79              | 66,0                | -13,0          | 0        | 0,0         |
| 500                                                  | 78              | 67,7                | -10,3          | 0        | 0,0         |
| 630                                                  | 77              | 66,4                | -10,6          | 0        | 0,0         |
| 800                                                  | 76              | 67,0                | -9,0           | 0        | 0,0         |
| 1000                                                 | 75              | 67,5                | -7,5           | 0        | 0,0         |
| 1250                                                 | 72              | 69,9                | -2,1           | 0        | 0,0         |
| 1600                                                 | 69              | 73,3                | 4,3            | 1        | 4,3         |
| 2000                                                 | 66              | 73,0                | 7,0            | 1        | 7,0         |
| 2500                                                 | 63              | 72,2                | 9,2            | 1        | 9,2         |
| 3150                                                 | 60              | 70,6                | 10,6           | 1        | 10,6        |
| <b>SOMA</b>                                          |                 |                     |                | <b>4</b> | <b>31,3</b> |

Figura 47 - Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra POCamp

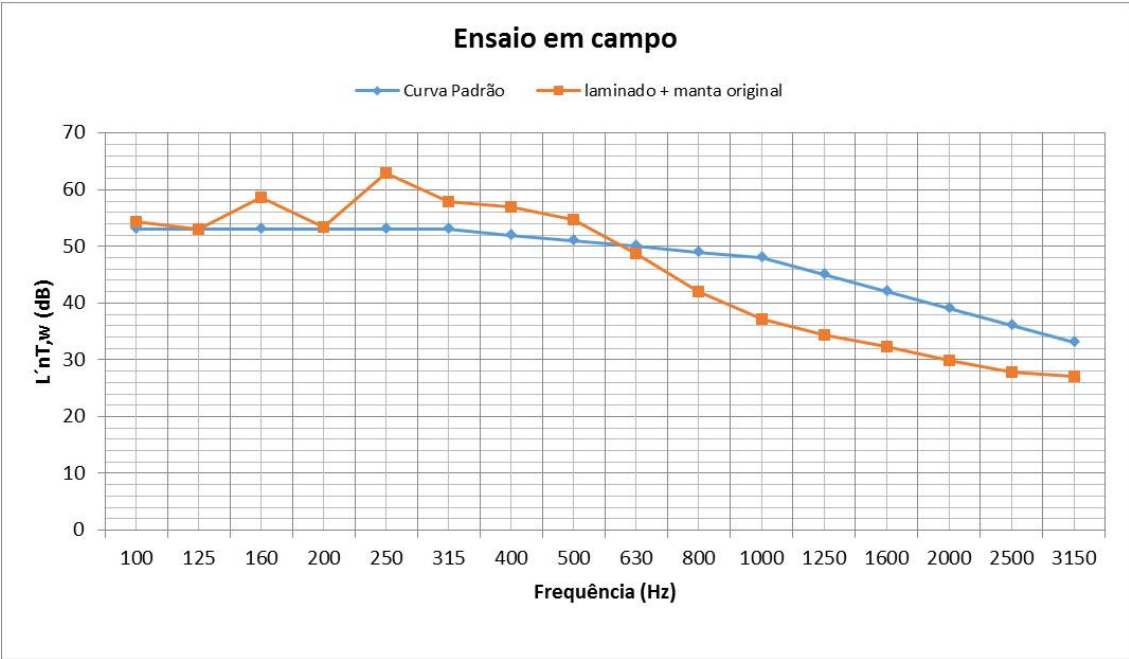


- **Amostra:** Novo piso laminado com manta original sobre piso original de cerâmica realizado em campo (LaMoCeCamp)

Tabela 111 - Número global ( $L'_{nT,w}$ ) da amostra LaMoCeCamp

| CURVA PADRÃO X NÍVEL DE RUÍDO DE IMPACTO PADRONIZADO |            |                |           |   |      |
|------------------------------------------------------|------------|----------------|-----------|---|------|
| FREQUÊNCIA                                           | A          | B              | C         | D | E    |
| (Hz)                                                 | Curva (dB) | $L'_{nT}$ (dB) | Diferença |   |      |
| 100                                                  | 53         | 54,4           | 1,4       | 1 | 1,4  |
| 125                                                  | 53         | 53,1           | 0,1       | 1 | 0,1  |
| 160                                                  | 53         | 58,7           | 5,7       | 1 | 5,7  |
| 200                                                  | 53         | 53,5           | 0,5       | 1 | 0,5  |
| 250                                                  | 53         | 63,0           | 10,0      | 1 | 10,0 |
| 315                                                  | 53         | 57,9           | 4,9       | 1 | 4,9  |
| 400                                                  | 52         | 57,0           | 5,0       | 1 | 5,0  |
| 500                                                  | 51         | 54,6           | 3,6       | 1 | 3,6  |
| 630                                                  | 50         | 48,8           | -1,2      | 0 | 0,0  |
| 800                                                  | 49         | 42,0           | -7,0      | 0 | 0,0  |
| 1000                                                 | 48         | 37,1           | -10,9     | 0 | 0,0  |
| 1250                                                 | 45         | 34,3           | -10,7     | 0 | 0,0  |
| 1600                                                 | 42         | 32,2           | -9,8      | 0 | 0,0  |
| 2000                                                 | 39         | 29,9           | -9,1      | 0 | 0,0  |
| 2500                                                 | 36         | 27,8           | -8,2      | 0 | 0,0  |
| 3150                                                 | 33         | 27,0           | -6,0      | 0 | 0,0  |
| SOMA                                                 |            |                |           | 8 | 31,3 |

Figura 48 - Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra LaMoCeCamp



- **Amostra:** Novo piso laminado com manta acústica sobre piso original de cerâmica realizado em campo (LaMacCeCamp)

Tabela 112 - Número global ( $L'_{nT,w}$ ) da amostra LaMacCeCamp

| CURVA PADRÃO X NÍVEL DE RUÍDO DE IMPACTO PADRONIZADO |            |                |           |   |      |
|------------------------------------------------------|------------|----------------|-----------|---|------|
| FREQUÊNCIA<br>(Hz)                                   | A          | B              | C         | D | E    |
|                                                      | Curva (dB) | $L'_{nT}$ (dB) | Diferença |   |      |
| 100                                                  | 52         | 54,9           | 2,9       | 1 | 2,9  |
| 125                                                  | 52         | 55,6           | 3,6       | 1 | 3,6  |
| 160                                                  | 52         | 61,1           | 9,1       | 1 | 9,1  |
| 200                                                  | 52         | 54,4           | 2,4       | 1 | 2,4  |
| 250                                                  | 52         | 61,9           | 9,9       | 1 | 9,9  |
| 315                                                  | 52         | 53,5           | 1,5       | 1 | 1,5  |
| 400                                                  | 51         | 46,3           | -4,7      | 0 | 0,0  |
| 500                                                  | 50         | 43,5           | -6,5      | 0 | 0,0  |
| 630                                                  | 49         | 39,3           | -9,7      | 0 | 0,0  |
| 800                                                  | 48         | 37,4           | -10,6     | 0 | 0,0  |
| 1000                                                 | 47         | 35,5           | -11,5     | 0 | 0,0  |
| 1250                                                 | 44         | 33,1           | -10,9     | 0 | 0,0  |
| 1600                                                 | 41         | 29,9           | -11,1     | 0 | 0,0  |
| 2000                                                 | 38         | 29,5           | -8,5      | 0 | 0,0  |
| 2500                                                 | 35         | 28,2           | -6,8      | 0 | 0,0  |
| 3150                                                 | 32         | 27,0           | -5,0      | 0 | 0,0  |
| SOMA                                                 |            |                |           | 6 | 29,4 |

Figura 49- Comparativo da curva padrão da ISO 717-2 (2013) e o resultado para a amostra LaMacCeCamp

