



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

HÉRICA MARIA DA SILVA SOUZA

**VARIAÇÃO DE RUÍDO AÉREO E DE IMPACTO EM SISTEMAS
CONSTRUTIVOS DE PAREDE DE CONCRETO**

RECIFE, 2025

HÉRICA MARIA DA SILVA SOUZA

**VARIAÇÃO DE RUÍDO AÉREO E DE IMPACTO EM SISTEMAS
CONSTRUTIVOS DE PAREDE DE CONCRETO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em Engenharia Civil da
Universidade Federal de Pernambuco, Centro de
Tecnologia e Geociências, como requisito parcial
para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia civil.

Orientador: Prof. Dr. Tibério Wanderley Correia de
Oliveira Andrade

RECIFE, 2025

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE**

Souza, Hérica Maria da Silva.

Variação de ruído aéreo e de impacto em sistemas construtivos de parede de concreto / Hérica Maria da Silva Souza. - Recife, 2025.

62 p. : il., tab.

Orientador(a): Tibério Wanderley Correia de Oliveira Andrade
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Engenharia Civil - Bacharelado, 2025.

Inclui referências.

1. Paredes de concreto. 2. Desempenho acústico. 3. Ruído de impacto. 4. Isolamento sonoro. 5. Construção civil. I. Andrade, Tibério Wanderley Correia de Oliveira. (Orientação). II. Título.

620 CDD (22.ed.)



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
COORDENAÇÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ATA DA DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO PARA CONCESSÃO
DO GRAU DE ENGENHEIRO CIVIL**

CANDIDATO: HÉRICA MARIA DA SILVA SOUZA

BANCA EXAMINADORA:

**Orientador: Tibério Wanderley Correia de Oliveira Andrade
Examinador 1: Rubens Alves Dantas
Examinador 2: Otávio Joaquim da Silva Júnior**

**TÍTULO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: VARIAÇÃO DE RUÍDO
AÉREO E DE IMPACTO EM SISTEMAS CONSTRUTIVOS DE PAREDE DE
CONCRETO**

LOCAL: Recife

DATA: 09/09/2025 HORÁRIO DE INÍCIO: 16h:30min.

Em sessão pública, após exposição de cerca de 30 minutos, o candidato foi arguido oralmente pelos membros da banca com NOTA: 7,0 (sete).

1) (X) aprovado(s) (nota > = 7,0), pois foi demonstrado suficiência de conhecimento e capacidade de sistematização no tema da monografia e o texto do trabalho aceito.

As revisões observadas pela banca examinadora deverão ser corrigidas e verificadas pelo orientador no prazo máximo de 30 dias (o verso da folha da ata poderá ser utilizado para pontuar revisões).

O trabalho com nota no seguinte intervalo, **3,0 = < nota < 7,0**, será reapresentado, gerando-se uma nota ata; sendo o trabalho aprovado na reapresentação, o aluno será considerado **aprovado com exame final**.

2) () reprovado(s). (nota <3,0)

Na forma regulamentar foi lavrada a presente ata que é assinada pelos membros da banca e pelo candidato.

Recife, 09 de setembro de 2025



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
COORDENAÇÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

Documento assinado digitalmente



TIBERIO WANDERLEY CORREIA DE OLIVEIRA ANI
Data: 09/09/2025 18:01:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador:

Documento assinado digitalmente



RUBENS ALVES DANTAS
Data: 10/09/2025 08:21:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Avaliador 1:

Documento assinado digitalmente



OTAVIO JOAQUIM DA SILVA JUNIOR
Data: 10/09/2025 07:18:49-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Avaliador 2:

Documento assinado digitalmente



HERICA MARIA DA SILVA SOUZA
Data: 30/12/2025 14:35:10-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Candidato:

Coordenação do Curso de Engenharia Civil-Dcivil

Rua Acadêmico Hélio Ramos s/nº. Cidade Universitária. Recife-PE CEP: 50740-530.
Fones: (081)2126.8220/8221 Fone/fax: (081)2126.8219.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
COORDENAÇÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

NOME DO ALUNO

HÉRICA MARIA DA SILVA SOUZA

TITULO DO TRABALHO

VARIAÇÃO DE RUÍDO AÉREO E DE IMPACTO EM SISTEMAS CONSTRUTIVOS DE PAREDE DE CONCRETO.

PROFESSOR ORIENTADOR

PROF. TIBÉRIO WANDERLEY CORREIA DE OLIVEIRA ANDRADE

PROFESSORES DA DISCIPLINA TRABALHO FINAL DE CURSO

RUBENS ALVES DANTAS

AVALIAÇÃO

NOTAS: Orientador: 7,0

Avaliador 1: 7,0

Avaliador 2: 7,0

NOTA FINAL: 7,0 (SETE)

(Média)

1º semestre de 2025.

Data da Defesa: 09/09/2025



Documento assinado digitalmente

TIBERIO WANDERLEY CORREIA DE OLIVEIRA ANI
Data: 09/09/2025 18:03:55-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Documento assinado digitalmente



RUBENS ALVES DANTAS

Data: 10/09/2025 08:17:34-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

(PROF. ORIENTADOR)

(PROF. AVALIADOR I)



Documento assinado digitalmente

OTAVIO JOAQUIM DA SILVA JUNIOR
Data: 10/09/2025 07:16:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

(PROFESSOR AVALIADOR II)



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
COORDENAÇÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

NOME DO ALUNO

HÉRICA MARIA DA SILVA SOUZA

Professor Avaliador:

	Nota (0- 10)
Qualidade do Texto (redação, organização e apresentação das tabelas e figuras)	7
Aplicação/Análise de métodos	7
Análise de Resultados/Conclusões	7
Revisão Bibliográfica	7
Apresentação	7
Média simples	7

Recife, 09/09/2025

Documento assinado digitalmente

gov.br RUBENS ALVES DANTAS
Data: 10/09/2025 08:14:26-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

(PROF. AVALIADOR I)



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
COORDENAÇÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

NOME DO ALUNO

HÉRICA MARIA DA SILVA SOUZA

Professor Avaliador:

	Nota (0- 10)
Qualidade do Texto (redação, organização e apresentação das tabelas e figuras)	7
Aplicação/Análise de métodos	7
Análise de Resultados/Conclusões	7
Revisão Bibliográfica	7
Apresentação	7
Média simples	7

Recife, 09/09/2025

Documento assinado digitalmente
gov.br OTAVIO JOAQUIM DA SILVA JUNIOR
Data: 10/09/2025 07:14:31-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

(PROFESSOR AVALIADOR II)

NOME DO ALUNO

Coordenação do Curso de Engenharia Civil-Dcivil

Rua Acadêmico Hélio Ramos s/nº. Cidade Universitária. Recife-PE CEP: 50740-530.
Fones: (081)2126.8220/8221 Fone/fax: (081)2126.8219.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
COORDENAÇÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

HÉRICA MARIA DA SILVA SOUZA

Professor Orientador:

	Nota (0- 10)
Qualidade do Texto (redação, organização e apresentação das tabelas e figuras)	7
Aplicação/Análise de métodos	7
Análise de Resultados/Conclusões	7
Revisão Bibliográfica	7
Apresentação	7
Média simples	7

Recife, 09/09/2025

Documento assinado digitalmente

gov.br TIBERIO WANDERLEY CORREIA DE OLIVEIRA ANI
Data: 09/09/2025 18:06:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

(PROF. ORIENTADOR)

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais por terem me educado ao longo da vida. Pelos conselhos e suporte para que eu pudesse estudar por vários anos. Por serem uma família bem estruturada, apesar de poucos recursos financeiros. Sem vocês eu não teria chegado aonde estou.

Ao professor orientador Tibério Wanderley e ao coorientador Otavio Joaquim, pela atenção e por me guiarem com paciência.

À minha irmã, que apesar de ser mais nova que eu, é um exemplo para mim de dedicação e disciplina com seus objetivos.

À toda minha família por me darem força e acreditarem em mim. Obrigada pelos momentos de lazer juntos que me fazem feliz.

Agradeço aos meus amigos por sempre estarem ao meu lado.

E também agradeço à Universidade Federal de Pernambuco pela oportunidade de estudar gratuitamente em um ensino de graduação renomado e de qualidade.

RESUMO

O crescimento populacional urbano nas últimas décadas impulsionou a necessidade de sistemas construtivos mais rápidos, eficientes e economicamente viáveis para atender ao déficit habitacional brasileiro. Nesse cenário, o sistema de paredes de concreto moldadas in loco surge como alternativa capaz de aliar produtividade, racionalização de processos e qualidade técnica. Entre os desafios na construção civil, o conforto acústico tem se destacado como requisito fundamental para habitabilidade, privacidade e bem-estar dos usuários, sendo regulamentado pela ABNT NBR 15575 (2021), que define critérios de isolamento sonoro para edificações habitacionais. O presente estudo avaliou a variação do ruído de impacto em sistemas construtivos de paredes de concreto por meio de ensaios acústicos de campo, realizados entre janeiro e maio de 2025 em quatro empreendimentos distintos, com medições executadas de acordo com as normas NBR ISO 16283 e NBR 15575. A metodologia consistiu na análise de vedações verticais externas e internas, além de sistemas de piso, com foco no isolamento ao ruído aéreo e de impacto. Os ensaios contemplaram a determinação da diferença padronizada de nível ponderada (DnT,w) e do nível de pressão sonora de impacto padrão ponderado ($L'nT,w$), comparando os resultados com os critérios mínimos de desempenho acústico estabelecidos pela normativa vigente. A partir dos dados coletados, foi possível identificar variações relacionadas às características construtivas específicas de cada empreendimento, incluindo espessuras de paredes, esquadrias, sistemas de piso e a presença de elementos de conexão aérea. Os resultados demonstraram que as paredes de concreto avaliadas atenderam, em sua maioria, aos requisitos normativos de isolamento ao ruído aéreo, tanto em fachadas quanto em divisórias internas, assegurando adequada privacidade e conforto sonoro. Os sistemas de piso apresentaram bom desempenho quanto ao isolamento ao ruído aéreo entre unidades habitacionais autônomas. No entanto, observou-se variação nos níveis de pressão sonora de impacto, diretamente associada a detalhes executivos, como a existência de vãos não vedados e aberturas para instalações, os quais comprometeram o desempenho acústico em alguns pontos, evidenciando a relevância do controle rigoroso de projeto e execução. Diante dos resultados, conclui-se que o sistema construtivo de paredes de concreto moldadas in loco é tecnicamente viável para atender às exigências de desempenho acústico previstas em norma, desde que sejam observados padrões de qualidade e compatibilização entre as etapas de projeto e execução. O estudo evidencia ainda a importância dos ensaios de campo como ferramenta de verificação e validação de soluções construtivas, garantindo o cumprimento das exigências legais e proporcionando ambientes habitacionais mais confortáveis, seguros e duráveis. Além disso, a pesquisa contribui para a ampliação do conhecimento técnico acerca do comportamento acústico em edificações residenciais com paredes de concreto, subsidiando a adoção de boas práticas no setor da construção civil, alinhadas ao aumento da produtividade, redução de custos, sustentabilidade e qualidade de vida dos usuários.

Palavras-chave: Paredes de concreto; Desempenho acústico; Ruído de impacto; Isolamento sonoro; Construção civil.

ABSTRACT

Urban population growth in recent decades has increased the demand for faster, more efficient, and cost-effective construction systems to address Brazil's housing deficit. In this context, cast-in-place concrete wall systems have emerged as an alternative capable of combining productivity, process rationalization, and technical quality. Among the main challenges in civil construction, acoustic comfort has become a key requirement for habitability, privacy, and user well-being, as regulated by the Brazilian Standard ABNT NBR 15575 (2021), which sets sound insulation criteria for residential buildings. This study evaluated the variation of impact noise in concrete wall construction systems through field acoustic tests carried out between January and May 2025 in four different residential developments, with measurements performed according to the NBR ISO 16283 and NBR 15575 standards. The methodology involved analyzing external and internal vertical enclosures, as well as floor systems, focusing on airborne and impact noise insulation. The tests determined the weighted standardized level difference (DnT,w) and the weighted standardized impact sound pressure level ($L'nT,w$), comparing the results to the minimum acoustic performance criteria established by current standards. The data revealed variations related to the specific construction features of each development, including wall thicknesses, window and door systems, floor slab configurations, and the presence of airborne connection elements. The results showed that the concrete wall systems evaluated generally met the regulatory requirements for airborne sound insulation, both in façades and internal partitions, ensuring adequate privacy and acoustic comfort. The floor systems exhibited good performance in airborne sound insulation between separate residential units. However, variations were observed in impact sound pressure levels, directly associated with execution details, such as unsealed openings and service penetrations, which compromised acoustic performance in certain areas. This highlights the importance of strict design and construction quality control to ensure uniform acoustic behavior. Based on these findings, it is concluded that the cast-in-place concrete wall construction system is technically suitable for meeting the acoustic performance requirements set forth in current standards, provided that quality standards and proper coordination between design and construction phases are observed. This study further emphasizes the importance of field testing as a tool for verifying and validating construction solutions, ensuring compliance with legal requirements while delivering safer, more durable, and acoustically comfortable residential environments. In addition, this research contributes to expanding technical knowledge on acoustic behavior in residential buildings with concrete wall systems, supporting the adoption of best practices in the construction sector, aligned with productivity gains, cost reduction, sustainability, and improved user quality of life.

Keywords: Concrete walls; Acoustic performance; Impact noise; Sound insulation; Civil construction

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Parede de concreto 01, planta baixa do pavimento tipo	23
Figura 02 - Parede de concreto 02, planta baixa do pavimento térreo	24
Figura 03 - Parede de concreto 02, planta baixa do pavimento tipo	24
Figura 04 - Parede de concreto 03, planta baixa do pavimento térreo	24
Figura 05 - Parede de concreto 03, planta baixa do pavimento tipo	25
Figura 06 - Parede de concreto 04, planta baixa do pavimento tipo	25
Figura 07 - Sistema de vedação vertical externa do empreendimento avaliado	27
Figura 08 - Sistema de vedação vertical interna do empreendimento avaliado 01	29
Figura 09 - Sistema de piso do empreendimento avaliado 01	31
Figura 10 - Sistema de vedação vertical externa do empreendimento avaliado 02	35
Figura 11 - Sistema de vedação vertical interna do empreendimento avaliado 02	37
Figura 12 - Sistema de piso do empreendimento 02	39
Figura 13 - Sistema de vedação vertical externa do empreendimento avaliado 03	42
Figura 14 - Sistema de vedação vertical interna do empreendimento avaliado 03	45
Figura 15 - Sistema de piso do empreendimento 03	47
Figura 16 - Sistema de vedação vertical externa do empreendimento avaliado 04	50
Figura 17 - Sistema de vedação vertical interna do empreendimento avaliado 04	52
Figura 18 - Sistema de piso do empreendimento 04	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Equipamentos parede de concreto 01	22
Quadro 02 - Equipamentos parede de concreto 02	22
Quadro 03 - Equipamentos parede de concreto 03	23
Quadro 04 - Equipamentos parede de concreto 04	23
Quadro 05 - Parede concreto 01, classes de ruído conforme ABNT 15575-4 (2021)	26
Quadro 06 - Parede concreto 01, resultados da diferença padronizada de nível ponderada a 2 metros da fachada (D2m,nT,W)	27
Quadro 07 - Parede de concreto 01, requisitos e critérios de isolação sonora de vedações verticais internas	28
Quadro 08 - Parede de concreto 01, resultados da diferença padronizada de nível ponderada (DnT,W) - parede cega	29
Quadro 09 - Parede de concreto 01, resultados da diferença padronizada de nível ponderada (DnT,W) - Conjuntos de paredes e portas separados pelo hall	30
Quadro 10 - Parede de concreto 01, resultados da diferença padronizada de nível ponderada (DnT,W) - parede de geminação	30
Quadro 11 - Parede de concreto 01, critérios de diferença padronizada de nível ponderada (DnT,W) - sistema de piso	31
Quadro 12 - Parede de concreto 01, resultados da diferença padronizada de nível ponderada (DnT,W) - sistema de piso entre unidades habitacionais autônomas	32
Quadro 13 - Parede de concreto 01, critérios de nível de pressão sonora de impacto - padrão ponderado (L'nT,W) - sistema de piso	33
Quadro 14 - Parede de concreto 01, resultados de nível de pressão sonora de impacto - padrão ponderado (L'nT,W) - sistema de piso entre unidades habitacionais autônomas	33
Quadro 15 - Parede de concreto 02, classes de ruído conforme ABNT NBR 15575-4 (2021)	34
Quadro 16 - Parede de concreto 02, resultados da diferença padronizada de nível ponderada a 2 metros da fachada (D2m,nT,W)	35

Quadro 17 - Parede de concreto 02, requisitos e critérios de isolação sonora de vedações verticais internas	36
Quadro 18 - Parede de concreto 02, resultados da diferença padronizada de nível ponderada (DnT,W) - parede cega	37
Quadro 19 - Parede de concreto 02, resultados da diferença padronizada de nível ponderada (DnT,W) - conjunto de paredes e portas separados pelo hall	37
Quadro 20 - Parede de concreto 02, resultados da diferença padronizada de nível ponderada (DnT,W) - parede de geminação	38
Quadro 21 - Parede de concreto 02, critérios de diferença de nível padronizada (DnT,W) - sistema de piso	38
Quadro 22 - Parede de concreto 02, resultados da diferença padronizada de nível ponderada (DnT,W) - sistema de piso entre unidades habitacionais autônomas	39
Quadro 23 - Parede de concreto 02, critérios de nível de pressão sonora de impacto - padrão ponderado (L'nT,W) - sistema de piso	40
Quadro 24 - Parede de concreto 02, resultados de nível de pressão sonora de impacto-padrão ponderado (L'nT,W) - sistema de piso entre unidades habitacionais autônomas	41
Quadro 25 - Parede de concreto 03, classes de ruído conforme ABNT NBR 15575-4 (2021)	42
Quadro 26 - Parede de concreto 03, resultados da diferença padronizada de nível ponderada a 2 metros da fachada (D2m,NT,W)	43
Quadro 27 - Parede de concreto 03, requisitos e critérios de isolação sonora de vedações verticais internas	44
Quadro 28 - Parede de concreto 03, resultados da diferença padronizada de nível ponderada (DnT,W) - parede cega	45
Quadro 29 - Parede de concreto 03, resultado da diferença padronizada de nível ponderada (DnT,W) - conjunto de paredes e portas separados pelo hall.	45
Quadro 30 - Parede de concreto 03, resultado da diferença padronizada de nível ponderada (DnT,W) - parede de geminação	46

Quadro 31 - Parede de concreto 03, critérios de diferença padronizada de nível ponderada (DnT,W) - sistema de piso	46
Quadro 32 - Parede de concreto 03, resultados da diferença padronizada de nível ponderada (DnT,W) - sistema de piso entre unidades habitacionais autônomas	47
Quadro 33 - Parede de concreto 03, critérios de nível de pressão sonora de impacto-padrão ponderado (L'nT,W) - sistema de piso	48
Quadro 34 - Parede de concreto 03, resultados de nível de pressão sonora de impacto-padrão ponderado (L'nT,W) - sistema de piso entre unidades habitacionais autônomas	49
Quadro 35 - Parede de concreto 04, classes de ruído conforme ABNT NBR 15575-4 (2021)	50
Quadro 36 - Parede de concreto 04, resultados da diferença padronizada de nível ponderada a 2 metros da fachada (D2m,nT,W)	51
Quadro 37 - Parede de concreto 04, requisitos e critérios de isolamento sonora de vedações verticais internas	52
Quadro 38 - Parede de concreto 04, resultados da diferença padronizada de nível ponderada (DnT,W) - parede cega	53
Quadro 39 - Parede de concreto 04, resultados da diferença padronizada de nível ponderada (DnT,W) - conjunto de paredes e portas separados pelo hall	53
Quadro 40 - Parede de concreto 04, resultados da diferença padronizada de nível ponderada (DnT,W) - parede de geminação	54
Quadro 41 - Parede de concreto 04, critérios de diferença padronizada de nível ponderada (DnT,W) - sistema de piso	55
Quadro 42 - Parede de concreto 04, resultados da diferença padronizada de nível ponderada (DnT,W) - sistema de piso entre unidades habitacionais autônomas	56
Quadro 43 - Parede de concreto 04, critérios de nível de pressão sonora de impacto-padrão ponderado (L'nT,W) - sistema de piso	57
Quadro 44 - Parede de concreto 04, resultados de nível de pressão sonora de impacto-padrão ponderado (L'nT,W) - sistema de piso entre unidades habitacionais autônomas.	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
D2m,nT,W	Diferença padronizada de nível ponderada à dois metros da fachada
dB	Decibel
DnT,W	Diferença padronizada de nível ponderado
I	Intensidade acústica
ISO	Organização Internacional de Normalização
L'nT,W	Nível de pressão sonora de impacto-padrão ponderado
Linc	Nível de pressão sonora incidente nas fachadas do empreendimento
NI	Nível de intensidade acústica
ONU	Organização das Nações Unidas
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
SVVI	Sistema de vedação vertical interna
Tr	Tempo de relevância
VH	Vedação horizontal
VVE	Vedação vertical externa
VVI	Vedação vertical interna

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivos	13
1.1.1 Objetivo geral	13
1.1.2 Objetivos específicos	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Fundamentos de acústica	14
2.1.1 Som e ruído	14
2.1.1.1 Frequência	15
2.1.1.2 Período	15
2.1.1.3 Amplitude	16
2.1.2 O decibel	16
2.1.3 Percepção do som	16
2.1.4 Escalas de ponderação: o db (A)	17
2.1.5 Tempo de reverberação	17
2.2 Desempenho acústico	18
2.3 Ruído de impacto	20
2.4 Paredes de concreto	20
3. METODOLOGIA	22
3.1 Equipamentos	22
3.2 Descrição dos Empreendimentos	23
3.3 Procedimentos de ensaio	25
4. RESULTADOS	26
4.1 Experimento de parede de concreto 01	26
4.1.1 Isolamento sonoro ao ruído aéreo promovido pela VVE (fachada)	26
4.1.2 Isolamento sonoro ao ruído aéreo promovido pela VVI	28
4.1.3 Isolamento sonoro ao ruído aéreo promovido pela VH (sistema de piso)	30
4.1.4 Isolamento sonoro ao ruído de impacto promovido pela VH (sistema de piso)	32
4.2 Experimento de Parede de Concreto 02	34

4.2.1 Isolamento sonoro ao ruído aéreo promovido pela VVE (fachada)	34
4.2.2 Isolamento sonoro ao ruído aéreo promovido pela VVI	35
4.2.3 Isolamento sonoro ao ruído aéreo promovido pela VH (sistema de piso)	38
4.2.4 Isolamento sonoro ao ruído de impacto promovido pela VH (sistema de piso)	40
4.3 Experimento da Parede de Concreto 03	41
4.3.1 Isolamento sonoro ao ruído aéreo promovido pela VVE (fachada)	41
4.3.2 Isolamento sonoro ao ruído aéreo promovido pela VVI	43
4.3.3 Isolamento sonoro ao ruído aéreo promovido pela VH (sistema de piso)	46
4.3.4 Isolamento sonoro ao ruído de impacto promovido pela VH (sistema de piso)	48
4.4 Experimento da Parede de concreto 04	49
4.4.1 Isolamento sonoro ao ruído aéreo promovido pela VVE (fachada)	49
4.4.2 Isolamento sonoro ao ruído aéreo promovido pela VVI	51
4.4.3 Isolamento sonoro ao ruído aéreo promovido pela VH (sistema de piso)	54
4.4.4 Isolamento sonoro ao ruído de impacto promovido pela VH (sistema de piso)	56
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
REFERÊNCIAS	59

1. INTRODUÇÃO

A população urbana tem crescido substancialmente nas últimas décadas. Em 1950, apenas 30% da população mundial vivia em áreas urbanas, uma proporção que cresceu para 55% até 2018 (ONU, 2022). Segundo dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), em 2015 cerca de 84,72% da população brasileira passou a viver em áreas urbanas (PNAD, 2015).

Nesse contexto, a construção civil tem um papel fundamental de atender as demandas associadas ao problema do déficit habitacional brasileiro. O déficit habitacional brasileiro atingiu 6,068 milhões de moradias em 2014, sendo 5,315 milhões em áreas urbanas e 752,8 mil unidades em áreas rurais (Givisiez; Oliveira, 2018).

Em contrapartida, a construção civil, por ser um dos principais setores da economia, provoca um impacto ambiental significativo, estes podem ser desde a etapa de concepção, como na construção e também na operação, por meio da emissão de CO₂ na atmosfera, do consumo de água e energia, dentre outros. (Oliveira, 2019; Leite; Neto, 2014).

Nas cidades, é evidente que, com o passar dos anos, o ruído tem se tornado um acúmulo de vários tipos de sons advindos das mais variadas fontes sonoras (CORNACCHIA, 2009) e tornou-se um dos principais problemas ambientais e de saúde pública nos grandes centros urbanos (Machado, 2004).

Desta forma, a criação de novas tecnologias proporcionou o aprimoramento dos conceitos de diminuição de custos, mão de obra e consumo de materiais. Com isso, entretanto, o aparecimento de novas tecnologias, o crescimento desordenado e as questões culturais contribuíram para a expansão de problemas oriundos do conforto acústico nas edificações (Carvalho, 2010).

Sabe-se que o conforto acústico de uma habitação está vinculado às propriedades de isolamento acústico dos sistemas construtivos empregados, os quais influenciam na perda de transmissão sonora provocada internamente e/ou externamente à edificação (Maekawa; Rindel; Lord, 2011).

Contudo, a falta de qualidade de muitas das moradias construídas nesses últimos 20 anos é resultado de falhas de projeto, execução ou falta de manutenção adequada e acarreta, muitas vezes, a perda da habitabilidade e/ou

segurança daquela edificação e, consequentemente, a redução do seu período de vida útil (Oliveira, 2019).

Como a diminuição da mão de obra, a industrialização dos canteiros e a racionalização dos métodos tornaram-se a base dos responsáveis que atuam nos segmentos de gestão dos empreendimentos, a busca por métodos mais eficientes ganharam o mercado. O sistema construtivo de paredes de concreto executadas *in-loco* passa a ter projeção e destaque como uma alternativa eficiente para a execução de obras (Fonseca Junior, 2012).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar o desempenho acústico de quatro empreendimentos construídos com parede de concreto, conforme a ABNT NBR 15575 (2021).

1.1.2 Objetivos Específicos

Dentre os objetivos específicos, destacam-se:

- a) Avaliar o isolamento sonoro ao ruído aéreo promovido pela vedação vertical externa;
- b) Avaliar o isolamento sonoro ao ruído aéreo promovido pela vedação vertical interna;
- c) Avaliar o isolamento sonoro ao ruído aéreo promovido pela vedação horizontal;
- d) Avaliar o isolamento sonoro ao ruído de impacto promovido pela vedação horizontal;
- e) Evidenciar a variação de ruído em sistemas construtivos de paredes de concreto de empreendimentos diferentes.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Fundamentos de acústica

Na sequência serão apresentados alguns conteúdos importantes relacionados à acústica para embasamento e entendimento dos fenômenos de propagação do som.

2.1.1 Som e ruído

Para Silva (2005), existem dois conceitos importantes para a palavra som. Um deles é o som vibração, ou perturbação física, que percorre um meio qualquer de propagação, permanecendo visível à visão quando ocorre a vibração de um objeto, ou pelo tato, ao tocar a mão em objeto em ressonância e desaparece devido à ausência do meio de propagação. O outro é o som como sensação sonora, que depende do meio elástico de propagação e do ouvido, sem o qual deixa de ser percebido, mesmo que exista sob forma de vibração.

Segundo Bistafa (2006), o som é a sensação produzida no sistema auditivo e pode ser definido como uma variação da pressão ambiente detectável pelo mesmo. De acordo com Costa (2003), o som é o resultado das vibrações mais ou menos rápidas dos corpos elásticos, quando essas vibrações se verificam em determinados limites de frequências.

A onda sonora apresenta várias qualidades que servem para caracterizá-la completamente, como a altura, o timbre e a intensidade.

A altura está relacionada com a sequência das vibrações sonoras, ou seja, com a frequência do som. Já o timbre está ligado à composição harmônica da onda, permitindo identificar a procedência do som. E a intensidade do som diz respeito à amplitude da onda sonora, caracterizando a variação de pressão do meio em que se verifica a sua propagação, e sendo medida por meio da potência sonora (Costa, 2003).

Carvalho (2006), diz que o som é toda vibração ou onda mecânica gerada por um corpo vibrante, passível de ser detectada pelo ouvido humano.

Já o ruído é um som sem harmonia, em geral de conotação negativa. Sons são vibrações das moléculas do ar que se propagam a partir de estruturas vibrantes; mas nem toda estrutura que vibra gera som (Bistafa, 2006).

2.1.1.1 Frequência

De acordo com Carvalho (2006), ao ser exercida uma pressão em um meio elástico, ocorrem oscilações cíclicas de pressão/depressão, em intervalos de tempo (período) maiores ou menores. A frequência seria então, o número de oscilações (ou ciclos) por unidades de tempo.

Bistafa (2006) diz que a frequência indica o número de períodos existentes em um segundo e ressalta que em acústica é usual que se trabalhe com o inverso do período, que recebe o nome de frequência (f), portanto definida como Equação 1:

$$f = 1/T, \text{ dada em Hertz (Hz)}$$

onde:

T = período, em segundos (s)

A unidade de frequência é dada em ciclos por segundo, ou hertz (Hz), em homenagem a Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894).

2.1.1.2 Período

Bistafa (2006) define período (T), como sendo o intervalo de tempo decorrido para que um ciclo se complete na curva de variação da pressão ambiente com o tempo.

Quando a variação da pressão ambiente for cíclica, com período “ T ” compreendido entre T_1 e T_2 , e quando a amplitude (A) for maior que o limiar da audibilidade, o sistema auditivo detectará som.

2.1.1.3 Amplitude

A amplitude representa a diferença entre os valores máximo e médio de pressão ao longo do tempo em um determinado ponto do espaço ou, também, ao longo do espaço na direção de propagação da onda, em um determinado instante de tempo. Quando a pressão varia do seu valor máximo ao mínimo retornando novamente ao máximo, diz-se que ela efetuou uma oscilação completa ou um ciclo (Bistafa, 2006).

2.1.2 O decibel

De acordo com Bistafa (2006) a 1000Hz a intensidade acústica capaz de causar a sensação de dor é de 1012 vezes a intensidade acústica causada na sensação de audição. Devido à dificuldade de se expressar em números de ordens de grandeza tão diferentes numa mesma escala linear, é usada a escala logarítmica. O valor adequado para divisão desta escala seria \log_{10} , sendo que a razão das intensidades do exemplo acima seria representada por $\log 1014$, ou 14 divisões de escala. O nível de intensidade acústica "NI" o é dado pela Equação 2:

$$NI = 10\log(I/I_0) \quad (2)$$

onde:

I é a intensidade acústica em Watt/m²

I_0 é a intensidade de referência = 10-12Watt/m²

I_0 corresponde, aproximadamente, a intensidade de um tom de 1000 Hz que é levemente audível pelo ouvido humano normal (valor de referência).

2.1.3 Percepção do som

Segundo Carvalho (2006), o ouvido humano não percebe sons de frequências diferentes da mesma forma. Uma gama de faixas de frequências que pode oscilar entre 20Hz e 20000Hz de pessoa para pessoa pode ser

percebida ao longo da membrana basilar. A percepção tem como região média a frequência em 1000Hz.

Partindo de resultados de experiências sobre a sensibilidade do ouvido humano à pressão sonora, foram construídas por Fletcher e Munson curvas de variação dessa sensibilidade em decorrência dos sons, as chamadas curvas isofônicas (Carvalho, 2006).

De acordo com a CBIC (2013), a percepção do som pelo ouvido humano é influenciada pelo ruído de fundo e ainda pelas variadas frequências. Além disso, o ouvido humano tem maior sensibilidade para perceber sons entre 1000 Hz e 4000 Hz. Sendo assim foi criada a escala de ponderação em “A”, a fim de equalizar as intensidades sonoras reais do ouvido humano (CBIC, 2013).

2.1.4 Escalas de ponderação: o db (A)

De acordo com Carvalho (2006), é difícil obter um valor objetivo que se aproxime ao máximo possível da percepção do ouvido humano variando de pessoa para pessoa, e para definir num só valor o nível de pressão acústica é empregado universalmente o sistema dB(A) - Decibel.

Aceito internacionalmente como o valor que mais se aproxima da sensação de audibilidade humana, a aferição em dB(A) é importante, por exemplo, na falta de equipamento apropriado que meça sons/ruídos de acordo com a gama total de frequências em que estes ocorrem em comparação ao que o ouvido humano percebe efetivamente.

2.1.5 Tempo de reverberação

Segundo Carvalho (2006), a reverberação consiste no prolongamento necessário de um som produzido, a título de sua inteligibilidade em locais mais afastados da fonte produtora ocorrendo, basicamente, em recintos fechados, sendo que esse prolongamento deve ser maior quanto maior for a distância entre a fonte e a recepção, ou quanto maior for o volume interno do recinto.

De acordo com Santos (2005), o tempo de reverberação quantifica a absorção acústica dos ambientes e é definido como o tempo necessário para a energia sonora decair um milhão de vezes (106) em relação à energia inicial, ou seja, é o tempo que leva para que o nível de pressão sonora diminua em 60 dB e para que as ondas sonoras deixem de ser percebidas.

A reverberação é um fenômeno ocorrido em ambientes fechados, tendo importância na avaliação da sonoridade de salas de aula, auditórios, teatros, salas de concerto etc. (Santos, 2005).

A Equação de Sabine traduz o tempo de reverberação:

$$Tr = (0,16V) A \text{ sendo } A = \sum S \alpha s \quad (3)$$

Onde:

Tr = tempo de reverberação (s);

V = volume da sala (m^3);

A = área de absorção equivalente (m^2);

S = área das superfícies que compõem o ambiente (m^2);

αs = coeficiente de absorção acústica Sabine.

2.2 Desempenho acústico

O desempenho acústico está relacionado a massa das paredes que é definida como a relação entre massa específica e espessura, sendo importante a análise das fugas de som ocasionadas pelas esquadrias ou mesmo por elementos como caixas de passagem (Wendler, 2009).

Em relação aos níveis de ruídos aceitos em habitações, devem propiciar isolamento acústico entre os meios internos e externos, entre os os cômodos da mesma edificação (mínimo de 30 decibéis) e também entre unidades distintas (mínimo de 45 decibéis) conforme prescrições normativas contidas na NBR 15575:4 (ABNT, 2013).

A NBR 15575:4 (ABNT, 2013) também aborda os requisitos necessários e os critérios de verificação do isolamento acústico entre os meios internos e externos como também entre as unidades autônomas e áreas comuns. O desempenho acústico deverá atender a proteção da privacidade dos usuários e impedir a intrusão de ruídos externos ocorridos nos ambientes adjacentes.

Um bom isolamento do sistema acústico das habitações, garante o repouso adequado de seus usuários, contribuindo com condições favoráveis de trabalho, estudo e lazer aumentando assim a saúde (relacionada ao não desgaste mental) e a produtividade de seus usuários

No item 4.3 da NBR 15.575-1 estão presentes as exigências do usuário quanto à habitabilidade (ABNT, 2013) e dentre essas exigências está o foco do presente trabalho que corresponde ao desempenho acústico.

Os níveis de desempenho previstos na NBR 15.575 foram definidos pelos níveis admissíveis para conforto acústico constantes na NBR 10152 de 1987. Regularam-se assim os níveis de desempenho acústico de paredes externas, esquadrias de dormitórios, paredes internas de geminação, paredes de separação de unidades e áreas comuns, conjunto de paredes e portas que separam duas unidades, e dos sistemas de pisos relacionados ao ruído aéreo e de impacto. A norma em questão também fornece parâmetros não obrigatórios para ruídos de equipamentos (PROACÚSTICA, 2013).

Segundo a ProAcústica (2013), quaisquer desses sistemas utilizados (paredes, pisos, portas, etc.) está sujeito a demonstração para que sejam reunidas evidências do efetivo atendimento dos níveis mínimos dispostos na NBR 15.575. Para essa verificação são obtidos parâmetros através de dois métodos de medição, engenharia ou de controle, para medição dos níveis sonoros em campo de forma rigorosa ou para obter uma estimativa em situações de falta de equipamento

2.3 Ruído de impacto

Entre os requisitos de habitabilidade da ABNT NBR 15575 (2021), destaca-se as condições de desempenho acústico de uma edificação, onde se preconiza a obtenção do conforto acústico e o bem-estar em um ambiente construído, a fim de evitar ou minimizar a transmissão de ruído aéreo e de impacto entre cômodos de uma mesma unidade residencial ou entre unidades residenciais, bem como o isolamento acústico entre o meio ambiente e as unidades residenciais.

O ruído de impacto resulta de uma ação de choque exercida diretamente sobre um elemento estrutural, de grande energia e curta duração, podendo, devido à rigidez das estruturas existentes ao longo de um edifício, propagar-se com grande facilidade por meio de toda a estrutura para os espaços de utilização, estabelecendo campos sonoros muitas vezes de grande intensidade. Por este fato, o ruído de impacto pode ter maior abrangência que o ruído aéreo, sendo muitas vezes um desafio técnico considerável na criação de condições de conforto acústico em um edifício (Patrício, 2018).

A transmissão de ruído de impacto entre duas unidades habitacionais sobrepostas em uma edificação se produz por meio do próprio sistema de piso (transmissão direta) e os elementos laterais ou paredes (transmissão indireta). Essas transmissões dependem das propriedades das soluções construtivas e das uniões entre elas (Brasil, 2015). Entre os fatores que interferem na transmissão do ruído de impacto em uma edificação estão: a rigidez e espessura da laje; a densidade dos materiais utilizados; as armaduras da laje em concreto armado; forma de vinculação das bordas da laje na estrutura e da alvenaria (Magalhães, 2013).

2.4 Paredes de concreto

O sistema construtivo de paredes de concreto é uma metodologia que utiliza fôrmas (podendo essas serem metálicas, plásticas ou mesmo de madeira), moldadas no local e posteriormente preenchidas com concreto, as instalações elétricas e hidráulicas podem ser executadas antes da montagem o que faz com

que as instalações fiquem unidas ao sistema. Uma das características principais do método é que ele é composto por um sistema monolítico o qual o elemento importante é também o responsável pela vedação do ambiente interno (Misurelli; Massuda, 2009).

A metodologia construtiva de paredes de concreto, quando levado em consideração a mão de obra, os insumos e toda a logística relacionada em comparação as tipologias convencionais, proporciona uma série considerável de vantagens. Essas vantagens são redução dos custos indiretos, produtividade, minimização de riscos, redução de mão de obra especializada, retrabalhos, desperdícios de materiais, redução de cronograma, e principalmente pela inclinação a se assimilar à indústria seriada, relacionando aos reais ganhos em escala (Bassete, 2016).

As paredes de concreto são consideradas estruturas autoportantes pois dispensam a necessidade de estruturas auxiliares para realizar a dissipação das cargas a elas impostas. São responsáveis tanto por receber as solicitações mecânicas como também a realização da vedação garantindo a estanqueidade do ambiente interno. Estruturas autoportantes dispensam a existência de vigas e pilares no seu sistema estrutural pois a própria estrutura executa a dissipação do carregamento, suportando desde seu peso próprio até os carregamentos acidentais atuantes na estrutura (Misurelli; Massuda, 2009).

3. METODOLOGIA

Foram realizados quatro ensaios de desempenho acústicos durante o período de janeiro de 2025 até maio de 2025, sendo realizado em quatro lugares diferentes.

3.1 Equipamentos

Os equipamentos utilizados variaram de acordo com o empreendimento que foi realizado o desempenho acústico, segue os quadros abaixo.

Parede de Concreto 01

Quadro 01 - Equipamentos parede de concreto 01

Equipamento	Fabricante	Modelo	Nº de série / versão	Certificado de Calibração
Analizador de oitavas (classe 1)	01dB	Fusion	12841	RBC3-12812-486
Fonte Sonora Omnidirecional com gerador de ruído e amplificador	Acoem	S103AC / S103ACDC	LS04 / S.n. 1010	-
Calibrador Acústico – Classe 1	Acoem	-	34113649 (2011)	RBC2-12379-569
Tapping Machine	01dB	-	CALP04/08-11/193	-

Parede de Concreto 02

Quadro 02 - Equipamentos parede de concreto 02

Equipamento	Fabricante	Modelo	Nº de série / versão	Certificado de Calibração
Analizador de oitavas (classe 1)	01dB	Fusion	12841	RBC3-12812-486
Fonte Sonora Omnidirecional com gerador de ruído e amplificador	Acoem	S103AC / S103ACDC	LS04 / S.n. 1010	-
Calibrador Acústico – Classe 1	Acoem	-	34113649 (2011)	RBC2-12379-569
Tapping Machine	01dB	-	CALP04/08-11/193	-

Parede de Concreto 03

Quadro 03 - Equipamentos parede de concreto 03

Equipamento	Fabricante	Modelo	Nº de série / versão	Certificado de Calibração
Sônômetro integrador – Classe 1	01dB	Solo Premium 01	65279	RBC2-12394-376
Fonte Sonora Omnidirecional com gerador de ruído e amplificador	Acoem	S103AC / S103ACDC	LS04 / S.n. 1010	-
Calibrador Acústico – Classe 1	Acoem	-	34113649 (2011)	RBC2-12379-569
Tapping Machine	01dB	-	CALP04/08-11/193	-

Parede de concreto 04

Quadro 04 - Equipamentos parede de concreto 04

Equipamento	Fabricante	Modelo	Nº de série / versão	Certificado de Calibração
Sonômetro integrador – Classe 1	01dB	Solo Premium 01	65279	-
Fonte Sonora Omnidirecional com gerador de ruído e amplificador	Acoem	S103AC / S103ACDC	LS04 / S.n. 1010	-
Calibrador Acústico – Classe 1	Acoem	-	34113649 (2011)	RBC2-12379-569
Tapping Machine	01dB	-	CALP04/08-11/193	-

3.2 Descrição dos Empreendimentos

Parede de Concreto 01



Figura 01 - Parede de concreto 01, planta baixa do pavimento tipo

Parede de Concreto 02



Figura 02 - Parede de concreto 02, planta baixa do pavimento térreo

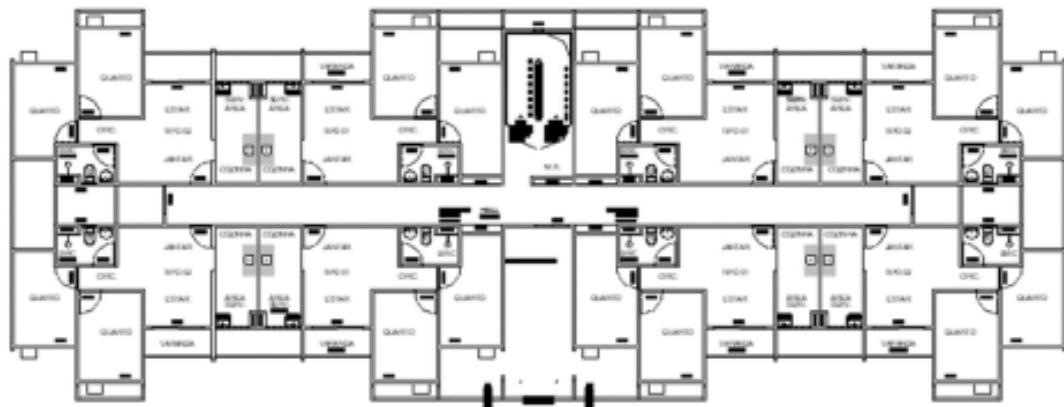


Figura 03 - Parede de concreto 02, planta baixa do pavimento tipo

Parede de Concreto 03



Figura 04 - Parede de concreto 03, planta baixa do pavimento térreo

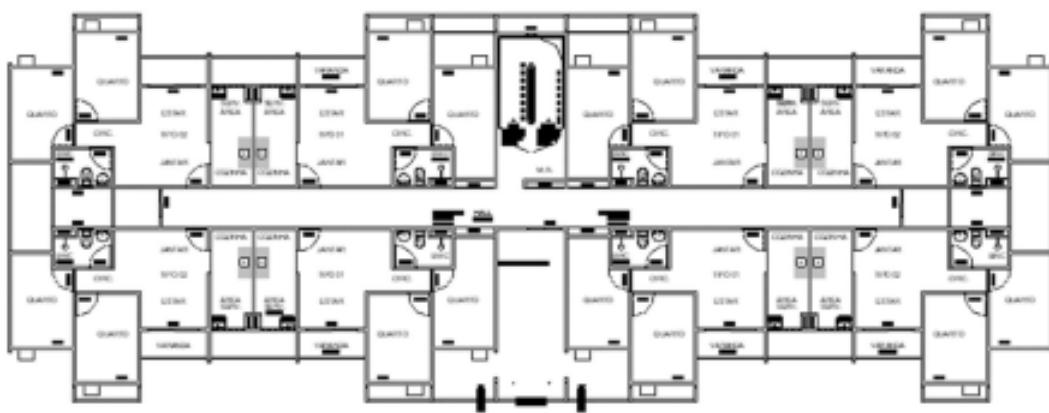


Figura 05 - Parede de concreto 03, planta baixa do pavimento tipo

Parede de Concreto 04



Figura 06 - Parede de concreto 04, planta baixa do pavimento tipo

3.3 Procedimentos de ensaio

Os ensaios foram realizados utilizando o método de engenharia, realização de ensaios em campo, conforme prescrito na ABNT NBR 15575 (2021). As medições em campo foram realizadas com portas e janelas fechadas, e todos os sistemas instalados.

Os procedimentos de ensaio foram realizados em conformidade com as normas NBR ISO 16283-1 (ABNT, 2018), NBR ISO 16283-2 (ABNT, 2021) e NBR ISO 16283-3 (ABNT, 2021), como preconizado na ABNT NBR 15575 (2021).

4. RESULTADOS

A seguir, são apresentados os resultados dos ensaios realizados no empreendimento obtidos após tratamento dos dados e suas análises. Os resultados são amostrais, ou seja, representativos para cada situação avaliada.

4.1 Experimento de Parede de concreto 01

4.1.1 Isolamento sonoro ao ruído aéreo promovido pela VVE (fachada)

Para avaliação do isolamento sonoro promovido pela vedação vertical externa (fachada) foi determinada a Diferença Padronizada de Nível Ponderada à 2 (dois) metros da fachada ($D_{2m,nT,w}$). O quadro 05 apresenta, para cada classe de ruído, este parâmetro requerido em cada nível de desempenho.

Quadro 05 - Parede concreto 01, classes de ruído conforme ABNT 15575-4 (2021)

Classe de ruído	L_{inc} (dB)	$D_{2m,nT,w}$ (dB)	Nível de desempenho
I	≤ 60	≥ 20	Mínimo
		≥ 25	Intermediário
		≥ 30	Superior
II	61 a 65	≥ 25	Mínimo
		≥ 30	Intermediário
		≥ 35	Superior
III	66 a 70	≥ 30	Mínimo
		≥ 35	Intermediário
		≥ 40	Superior

Fonte: ABNT NBR 15575-4 (2021)

Salienta-se que a classificação do ruído no entorno do empreendimento tem sua importância na determinação do critério de isolamento. Desta forma, o cliente desenvolveu o mapeamento acústico deste empreendimento (GT-UA20-DOC-ACU-R00), permitindo assim a obtenção do L_{inc} (nível de pressão sonora

incidente nas fachadas do empreendimento), em cada fachada, classificando-as quanto à classe de ruído.

O sistema de vedação vertical externa é composto por parede maciça de concreto de 100mm de espessura, conforme a Figura 07.

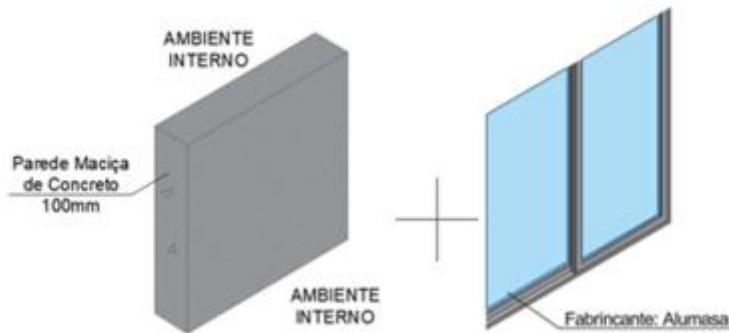


Figura 07 - Sistema de vedação vertical externa do empreendimento avaliado 01

O quadro 06 apresenta os resultados da Diferença Padronizada de Nível Ponderada a 2 metros da fachada ($D_{2m,nT,w}$) dos dormitórios avaliados, expostos no RLT.DSP.AVE-018.25-00, características da esquadria utilizada e a avaliação de desempenho.

Quadro 06 - Parede concreto 01, resultados da diferença padronizada de nível ponderada a 2 metros da fachada ($D_{2m,nT,W}$)

Vedação (Ambiente)	Tipo de janela	Diferença Padronizada de Nível Ponderada a 2 metros da Fachada $D_{2m,nT,w}$			
		Classe de Ruído	Critério mínimo (dB)	Resultado (dB)	Avaliação de desempenho
Quarto 01 Apto 107 Torre A	Janela 02 folhas em alumínio e vidro. Fabricante: Alumasa	I	20	25	Atende ao nível intermediário de desempenho
Quarto 02 Apto 107 Torre A	Janela 02 folhas em alumínio e vidro. Fabricante: Alumasa	I	20	24	Atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 01 Apto 108 Torre A	Janela 02 folhas em alumínio e vidro. Fabricante: Alumasa	I	20	23	Atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 02 Apto 108 Torre A	Janela 02 folhas em alumínio e vidro. Fabricante: Alumasa	I	20	22	Atende ao nível mínimo de desempenho

4.1.2 Isolamento sonoro ao ruído aéreo promovido pela VVI

A NBR 15575-4 (2021) estabelece os requisitos e critérios para avaliação do desempenho acústico de vedações verticais internas, entre unidades e entre uma unidade e áreas comuns.

O quadro 07 apresenta, para cada elemento de vedação, a Diferença Padronizada de Nível Ponderado ($D_{nT,w}$) requerida em cada nível de desempenho.

Quadro 07 - Parede de concreto 01, requisitos e critérios de isolamento sonoro de vedações verticais internas

Elemento	$D_{nT,w}$ (dB)	Nível de desempenho
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações em que não haja ambiente dormitório	40 a 44	Mínimo
	45 a 49	Intermediário
	≥ 50	Superior
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	45 a 49	Mínimo
	50 a 54	Intermediário
	≥ 55	Superior
Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e as áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria nos pavimentos	40 a 44	Mínimo
	45 a 49	Intermediário
	≥ 50	Superior
Parede cega entre uma unidade habitacional e as áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria dos pavimentos, nas situações em que não haja ambiente dormitório	30 a 34	Mínimo
	35 a 39	Intermediário
	≥ 40	Superior
Parede cega entre o dormitório ou sala de uma unidade habitacional e as áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas	45 a 49	Mínimo
	50 a 54	Intermediário
	≥ 55	Superior
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo <i>hall</i> ($D_{nT,w}$ obtida entre as unidades), nas situações em que não haja ambiente dormitório	40 a 44	Mínimo
	45 a 49	Intermediário
	≥ 50	Superior
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo <i>hall</i> ($D_{nT,w}$ obtida entre as unidades), caso pelo menos um dos ambientes seja dormitório	45 a 49	Mínimo
	50 a 54	Intermediário
	≥ 55	Superior

Fonte: NBR 15575-4 (ABNT, 2021)

O sistema de vedação vertical interna é composto por parede maciça de concreto de 100mm de espessura, conforme ilustrado na Figura 08.

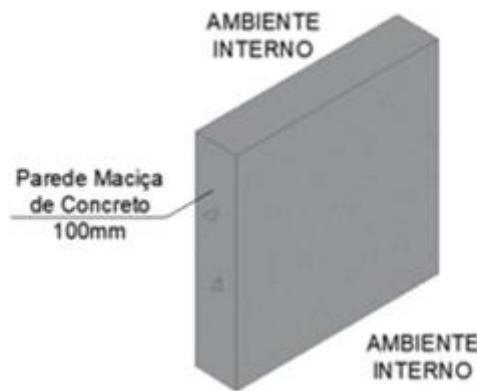


Figura 08 - Sistema de vedação vertical interna do empreendimento avaliado 01

Os quadros 08, 09 e 10 apresentam os resultados da Diferença Padronizada de Nível Ponderada ($D_{nT,w}$), expostos no RLT.DSP.AVI-019.25-00, o tipo de sistema avaliado entre os ambientes da emissão e recepção, além do critério mínimo e a avaliação de desempenho segundo o quadro 07.

Quadro 08 - Parede de concreto 01, resultados da diferença padronizada de nível ponderada ($D_{nT,w}$) - parede cega

Ambiente Avaliado		Diferença Padronizada de Nível Ponderada ($D_{nT,w}$)		
Emissão	Recepção	Critério mínimo (dB)	Resultado (dB)	Avaliação de desempenho
Escada	Quarto 02 Apto 107 Torre A	40	47	Atende ao nível intermediário de desempenho
Escada	Quarto 02 Apto 207 Torre A	40	47	Atende ao nível intermediário de desempenho

Quadro 09 - Parede de concreto 01, resultados da diferença padronizada de nível ponderada (D_{nT,W}) - Conjuntos de paredes e portas separados pelo hall

Ambiente Avaliado		Diferença Padronizada de Nível Ponderada (D _{nT,W})		
Emissão	Recepção	Critério mínimo (dB)	Resultado (dB)	Avaliação de desempenho
Cozinha Apto 108 Torre A	Cozinha Apto 107 Torre A	40	46	Atende ao nível intermediário de desempenho
Quarto 02 Apto 108 Torre A	Quarto 02 Apto 109 Torre A	45	45	Atende ao nível mínimo de desempenho
Cozinha Apto 111 Torre A	Cozinha Apto 112 Torre A	40	46	Atende ao nível intermediário de desempenho
Quarto 02 Apto 111 Torre A	Quarto 02 Apto 110 Torre A	45	46	Atende ao nível mínimo de desempenho

Quadro 10 - Parede de concreto 01, resultados da diferença padronizada de nível ponderada (D_{nT,W}) - parede de geminação

Ambiente Avaliado		Diferença Padronizada de Nível Ponderada (D _{nT,W})		
Emissão	Recepção	Critério mínimo (dB)	Resultado (dB)	Avaliação de desempenho
Sala Apto 108 Torre A	Sala Apto 111 Torre A	40	46	Atende ao nível intermediário de desempenho
Sala Apto 110 Torre A	Sala Apto 109 Torre A	40	43	Atende ao nível mínimo de desempenho

4.1.3 Isolamento sonoro ao ruído aéreo promovido pela VH (sistema de piso)

A NBR 15575-3 (2021) estabelece os requisitos e critérios para avaliação do desempenho acústico de vedações horizontais ao ruído aéreo entre unidades e entre uma unidade e áreas comuns.

O quadro 11 apresenta, para cada elemento de vedação, a Diferença Padronizada de Nível Ponderado (D_{nT,w}) requerida em cada nível de desempenho.

Quadro 11 - Parede de concreto 01, critérios de diferença padronizada de nível ponderada (DnT,W) - sistema de piso

Elemento de separação	D _{nT,w} (dB)	Nível de desempenho
Sistema de piso entre unidades habitacionais autônomas, no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	45 a 49	Mínimo
	50 a 54	Intermediário
	≥ 55	Superior
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas de áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria situados em pavimentos distintos	40 a 44	Mínimo
	45 a 49	Intermediário
	≥ 50	Superior
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas, nas situações em que não haja ambiente dormitório	40 a 44	Mínimo
	45 a 49	Intermediário
	≥ 50	Superior
Sistema de piso separando dormitório de unidades habitacionais autônomas de áreas comuns de uso coletivo para atividades de lazer e esportivas, como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas	45 a 49	Mínimo
	50 a 54	Intermediário
	≥ 55	Superior

Fonte: NBR 15575-3 (ABNT, 2021)

O sistema de piso do empreendimento é composto por laje maciça de 100m de espessura, conforme ilustrado na Figura 09.

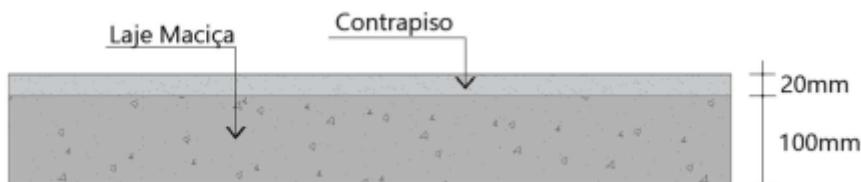


Figura 09 - Sistema de piso do empreendimento avaliado 01

O quadro 12 apresenta os resultados da Diferença Padronizada de Nível Ponderada (DnT,w), expostos no RLT.DSP.ASP-018.25-00, os ambientes da emissão e recepção, além do critério mínimo e a avaliação de desempenho segundo o quadro 11.

Quadro 12 - Parede de concreto 01, resultados da diferença padronizada de nível ponderada ($D_{nT,W}$) - sistema de piso entre unidades habitacionais autônomas

Ambiente Avaliado		Diferença Padronizada de Nível Ponderada ($D_{nT,W}$)		
Emissão	Recepção	Critério mínimo (dB)	Resultado (dB)	Avaliação de desempenho
Sala/Cozinha Apto 107 Torre A	Sala/Cozinha Apto 207 Torre A	40	42	Atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 01 Apto 107 Torre A	Quarto 01 Apto 207 Torre A	45	47	Atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 02 Apto 107 Torre A	Quarto 02 Apto 207 Torre A	45	47	Atende ao nível mínimo de desempenho
Sala/Cozinha Apto 112 Torre A	Sala/Cozinha Apto 212 Torre A	40	40	Atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 01 Apto 112 Torre A	Quarto 01 Apto 212 Torre A	45	45	Atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 02 Apto 112 Torre A	Quarto 02 Apto 212 Torre A	45	46	Atende ao nível mínimo de desempenho

4.1.4 Isolamento sonoro ao ruído de impacto promovido pela VH (sistema de piso)

A NBR 15575-3 (2021) estabelece os requisitos e critérios para avaliação do desempenho acústico de vedações horizontais, entre unidades e entre uma unidade e áreas comuns, ao ruído de impacto.

O quadro 13 apresenta, para cada elemento de vedação, o Nível de Pressão Sonora de Impacto Padrão Ponderado ($L'nT,w$) requerida em cada nível de desempenho.

Quadro 13 - Parede de concreto 01, critérios de nível de pressão sonora de impacto - padrão ponderado ($L'nT,W$) - sistema de piso

Elemento	$L'nT,W$ (dB)	Nível de desempenho
Sistema de piso de unidades habitacionais autônomas sobre dormitório	66 a 80	Mínimo
	56 a 65	Intermediário
	≤ 55	Superior
Sistema de piso de unidades habitacionais autônomas sobre sala	Não se aplica	Mínimo
	56 a 65	Intermediário
	≤ 55	Superior
Sistema de piso de áreas de uso coletivo (atividades de lazer e esportivas, como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas, lavanderias coletivas e corredores) sobre dormitório de unidades habitacionais autônomas	51 a 55	Mínimo
	46 a 50	Intermediário
	≤ 45	Superior
Sistema de piso de áreas de uso coletivo (atividades de lazer e esportivas, como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas, lavanderias coletivas e corredores) sobre sala de unidades habitacionais autônomas	Não se aplica	Mínimo
	46 a 50	Intermediário
	≤ 45	Superior

Fonte: NBR 15575-3 (ABNT, 2021)

O quadro 14 apresenta os resultados do Nível de Pressão Sonora de Impacto-Padrão Ponderado ($L'nT,w$), expostos no RLT.DSP.ISP-018.25-00, o ambiente em que é gerado o impacto e o ambiente da recepção, o critério mínimo e a avaliação de desempenho segundo a Tabela 10.

Quadro 14 - Parede de concreto 01, resultados de nível de pressão sonora de impacto - padrão ponderado ($L'nT,W$) - sistema de piso entre unidades habitacionais autônomas

Ambiente Avaliado		Nível de Pressão Sonora de Impacto-Padrão Ponderado ($L'nT,w$)		
Emissão	Recepção	Critério mínimo (dB)	Resultado (dB)	Avaliação de desempenho
Quarto 01 Apto 207 Torre A	Quarto 01 Apto 107 Torre A	80	65	Atende ao nível intermediário de desempenho
Quarto 02 Apto 207 Torre A	Quarto 02 Apto 107 Torre A	80	68	Atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 01 Apto 208 Torre A	Quarto 01 Apto 108 Torre A	80	71	Atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 02 Apto 208 Torre A	Quarto 02 Apto 108 Torre A	80	72	Atende ao nível mínimo de desempenho

4.2 Experimento de Parede de Concreto 02

4.2.1 Isolamento sonoro ao ruído aéreo promovido pela VVE (fachada)

Para avaliação do isolamento sonoro promovido pela vedação vertical externa (fachada) foi determinada a Diferença Padronizada de Nível Ponderada à 2 (dois) metros da fachada ($D_{2m,nT,w}$). O quadro 15 apresenta, para cada classe de ruído, este parâmetro requerido em cada nível de desempenho.

Quadro 15 - Parede de concreto 02, classes de ruído conforme ABNT NBR 15575-4 (2021)

Classe de ruído	L_{inc} (dB)	$D_{2m,nT,w}$ (dB)	Nível de desempenho
I	≤ 60	≥ 20	Mínimo
		≥ 25	Intermediário
		≥ 30	Superior
II	61 a 65	≥ 25	Mínimo
		≥ 30	Intermediário
		≥ 35	Superior
III	66 a 70	≥ 30	Mínimo
		≥ 35	Intermediário
		≥ 40	Superior

Fonte: ABNT NBR 15575-4 (2021)

Salienta-se que a classificação do ruído no entorno do empreendimento tem sua importância na determinação do critério de isolamento. Desta forma, o cliente desenvolveu o mapeamento acústico deste empreendimento (RLT.TCN-1350.21-00), permitindo assim a obtenção do L_{inc} (nível de pressão sonora incidente nas fachadas do empreendimento), em cada fachada, classificando-as quanto à classe de ruído I.

O sistema de vedação vertical externa é composto por parede maciça de concreto de 100mm de espessura, conforme a Figura 10.

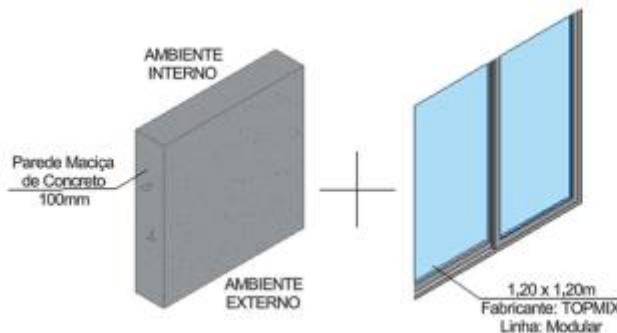


Figura 10 - Sistema de vedação vertical externa do empreendimento avaliado 02

O quadro 16 apresenta os resultados da Diferença Padronizada de Nível Ponderada a 2 metros da fachada ($D_{2m,nT,w}$) dos dormitórios avaliados, expostos no RLT.DSP.AVE-012.25-00, características da esquadria utilizada e a avaliação de desempenho.

Quadro 16 - Parede de concreto 02, resultados da diferença padronizada de nível ponderada a 2 metros da fachada ($D_{2m,nT,W}$)

Vedação (Ambiente)	Tipo de janela	Diferença Padronizada de Nível Ponderada a 2 metros da Fachada $D_{2m,nT,w}$			
		Classe de Ruído	Critério mínimo (dB)	Resultado (dB)	Avaliação de desempenho
Quarto 01 Apto 101 BL. I	Janela de correr 02 folhas em alumínio e vidro. (1,20x1,20m) Fabricante: TOPMIX Linha: Modular	I	20	23	Atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 02 Apto 101 BL. I	Janela de correr 02 folhas em alumínio e vidro. (1,20x1,20m) Fabricante: TOPMIX Linha: Modular	I	20	23	Atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 01 Apto 102 BL. I	Janela de correr 02 folhas em alumínio e vidro. (1,20x1,20m) Fabricante: TOPMIX Linha: Modular	I	20	23	Atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 02 Apto 102 BL. I	Janela de correr 02 folhas em alumínio e vidro. (1,20x1,20m) Fabricante: TOPMIX Linha: Modular	I	20	24	Atende ao nível mínimo de desempenho

4.2.2 Isolamento sonoro ao ruído aéreo promovido pela VVI

A NBR 15575-4 (2021) estabelece os requisitos e critérios para avaliação do desempenho acústico de vedações verticais internas, entre unidades e entre uma unidade e áreas comuns.

O quadro 17 apresenta, para cada elemento de vedação, a Diferença Padronizada de Nível Ponderado ($D_{nT,w}$) requerida em cada nível de desempenho.

Quadro 17 - Parede de concreto 02, requisitos e critérios de isolamento sonoro de vedações verticais internas

Elemento	$D_{nT,w}$ (dB)	Nível de desempenho
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações em que não haja ambiente dormitório	40 a 44	Mínimo
	45 a 49	Intermediário
	≥ 50	Superior
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	45 a 49	Mínimo
	50 a 54	Intermediário
	≥ 55	Superior
Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e as áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria nos pavimentos	40 a 44	Mínimo
	45 a 49	Intermediário
	≥ 50	Superior
Parede cega entre uma unidade habitacional e as áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria dos pavimentos, nas situações em que não haja ambiente dormitório	30 a 34	Mínimo
	35 a 39	Intermediário
	≥ 40	Superior
Parede cega entre o dormitório ou sala de uma unidade habitacional e as áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas	45 a 49	Mínimo
	50 a 54	Intermediário
	≥ 55	Superior
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo <i>hall</i> ($D_{nT,w}$ obtida entre as unidades), nas situações em que não haja ambiente dormitório	40 a 44	Mínimo
	45 a 49	Intermediário
	≥ 50	Superior
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo <i>hall</i> ($D_{nT,w}$ obtida entre as unidades), caso pelo menos um dos ambientes seja dormitório	45 a 49	Mínimo
	50 a 54	Intermediário
	≥ 55	Superior

Fonte: NBR 15575-4 (ABNT, 2021)

O sistema de vedação vertical interna é composto por parede maciça de concreto de 100mm de espessura, conforme ilustrado na Figura 11.

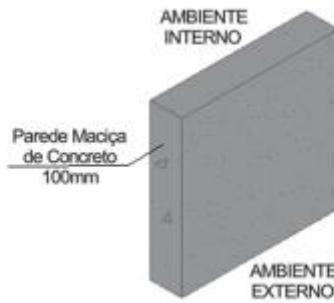


Figura 11 - Sistema de vedação vertical interna do empreendimento avaliado 02

Os quadros 18, 19 e 20 apresentam os resultados da Diferença Padronizada de Nível Ponderada ($D_{nT,w}$), expostos no RLT.DSP.AVI-013.25-00, o tipo de sistema avaliado entre os ambientes da emissão e recepção, além do critério mínimo e a avaliação de desempenho segundo o quadro 17.

Quadro 18 - Parede de concreto 02, resultados da diferença padronizada de nível ponderada ($D_{nT,W}$) - parede cega

Ambiente Avaliado		Diferença Padronizada de Nível Ponderada ($D_{nT,w}$)		
Emissão	Recepção	Critério mínimo (dB)	Resultado (dB)	Avaliação de desempenho
Escada	Quarto 01 Apto 104 BL. I	40	46	Atende ao nível intermediário de desempenho
Escada	Quarto 01 Apto 105 BL. I	40	47	Atende ao nível intermediário de desempenho

Quadro 19 - Parede de concreto 02, resultados da diferença padronizada de nível ponderada ($D_{nT,W}$) - conjunto de paredes e portas separados pelo hall

Ambiente Avaliado		Diferença Padronizada de Nível Ponderada ($D_{nT,w}$)		
Emissão	Recepção	Critério mínimo (dB)	Resultado (dB)	Avaliação de desempenho
Sala Apto 102 BL. I	Sala Apto 103 BL. I	40	43	Atende ao nível mínimo de desempenho
Sala Apto 104 BL. I	Sala Apto 101 BL. I	40	43	Atende ao nível mínimo de desempenho

Quadro 20 - Parede de concreto 02, resultados da diferença padronizada de nível ponderada (DnT,W) - parede de geminação

Ambiente Avaliado		Diferença Padronizada de Nível Ponderada (D _{nT,w})		
Emissão	Recepção	Critério mínimo (dB)	Resultado (dB)	Avaliação de desempenho
Cozinha Apto 101 BL. I	Cozinha Apto 102 BL. I	40	44	Atende ao nível mínimo de desempenho
Cozinha Apto 201 BL. I	Cozinha Apto 202 BL. I	40	44	Atende ao nível mínimo de desempenho

4.2.3 Isolamento sonoro ao ruído aéreo promovido pela VH (sistema de piso)

A NBR 15575-3 (2021) estabelece os requisitos e critérios para avaliação do desempenho acústico de vedações horizontais ao ruído aéreo entre unidades e entre uma unidade e áreas comuns.

O quadro 21 apresenta, para cada elemento de vedação, a Diferença Padronizada de Nível Ponderado (DnT,w) requerida em cada nível de desempenho.

Quadro 21 - Parede de concreto 02, critérios de diferença de nível padronizada (DnT,W) - sistema de piso

Elemento de separação	D _{nT,w} (dB)	Nível de desempenho
Sistema de piso entre unidades habitacionais autônomas, no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	45 a 49	Mínimo
	50 a 54	Intermediário
	≥ 55	Superior
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas de áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria situados em pavimentos distintos	40 a 44	Mínimo
	45 a 49	Intermediário
	≥ 50	Superior
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas, nas situações em que não haja ambiente dormitório	40 a 44	Mínimo
	45 a 49	Intermediário
	≥ 50	Superior
Sistema de piso separando dormitório de unidades habitacionais autônomas de áreas comuns de uso coletivo para atividades de lazer e esportivas, como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas	45 a 49	Mínimo
	50 a 54	Intermediário
	≥ 55	Superior

Fonte: NBR 15575-3 (ABNT, 2021)

O sistema de piso do empreendimento é composto por laje maciça de concreto de 100mm de espessura, conforme ilustrado na Figura 12.

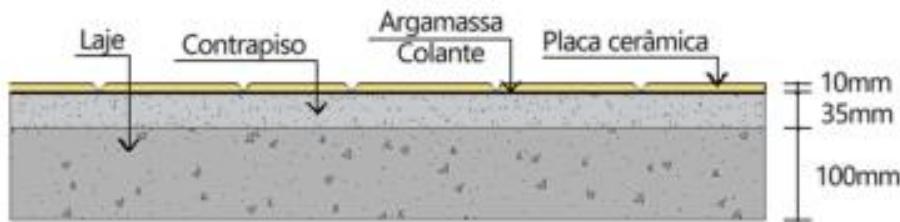


Figura 12 - Sistema de piso do empreendimento 02

O quadro 22 apresenta os resultados da Diferença Padronizada de Nível Ponderada ($D_{nT,w}$), expostos no RLT.DSP.ASP-013.25-00, os ambientes da emissão e recepção, além do critério mínimo e a avaliação de desempenho segundo o quadro 21.

Quadro 22 - Parede de concreto 02, resultados da diferença padronizada de nível ponderada ($D_{nT,w}$) - sistema de piso entre unidades habitacionais autônomas

Ambiente Avaliado		Diferença Padronizada de Nível Ponderada ($D_{nT,w}$)		
Emissão	Recepção	Critério mínimo (dB)	Resultado (dB)	Avaliação de desempenho
Sala Apto 101 BL. I	Sala Apto 201 BL. I	40	42	Atende ao nível mínimo de desempenho
Cozinha Apto 101 BL. I	Cozinha Apto 201 BL. I	40	42	Atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 01 Apto 101 BL. I	Quarto 01 Apto 201 BL. I	45	48	Atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 02 Apto 101 BL. I	Quarto 02 Apto 201 BL. I	45	48	Atende ao nível mínimo de desempenho
Sala Apto 102 BL. I	Sala Apto 202 BL. I	40	42	Atende ao nível mínimo de desempenho
Cozinha Apto 102 BL. I	Cozinha Apto 202 BL. I	40	44	Atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 01 Apto 102 BL. I	Quarto 01 Apto 202 BL. I	45	47	Atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 02 Apto 102 BL. I	Quarto 02 Apto 202 BL. I	45	46	Atende ao nível mínimo de desempenho

4.2.4 Isolamento sonoro ao ruído de impacto promovido pela VH (sistema de piso)

A NBR 15575-3 (2021) estabelece os requisitos e critérios para avaliação do desempenho acústico de vedações horizontais, entre unidades e entre uma unidade e áreas comuns, ao ruído de impacto.

O quadro 23 apresenta, para cada elemento de vedação, o Nível de Pressão Sonora de Impacto Padrão Ponderado ($L'_{nT,w}$) requerida em cada nível de desempenho.

Quadro 23 - Parede de concreto 02, critérios de nível de pressão sonora de impacto - padrão ponderado ($L'_{nT,W}$) - sistema de piso

Elemento	$L'_{nT,w}$ (dB)	Nível de desempenho
Sistema de piso de unidades habitacionais autônomas sobre dormitório	66 a 80	Mínimo
	56 a 65	Intermediário
	≤ 55	Superior
Sistema de piso de unidades habitacionais autônomas sobre sala	Não se aplica	Mínimo
	56 a 65	Intermediário
	≤ 55	Superior
Sistema de piso de áreas de uso coletivo (atividades de lazer e esportivas, como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas, lavanderias coletivas e corredores) sobre dormitório de unidades habitacionais autônomas	51 a 55	Mínimo
	46 a 50	Intermediário
	≤ 45	Superior
Sistema de piso de áreas de uso coletivo (atividades de lazer e esportivas, como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas, lavanderias coletivas e corredores) sobre sala de unidades habitacionais autônomas	Não se aplica	Mínimo
	46 a 50	Intermediário
	≤ 45	Superior

Fonte: NBR 15575-3 (ABNT, 2021)

O quadro 24 apresenta os resultados do Nível de Pressão Sonora de Impacto-Padrão Ponderado ($L'_{nT,w}$), expostos no RLT.DSP.ISP-013.25-00, o ambiente em que é gerado o impacto e o ambiente da recepção, o critério mínimo e a avaliação de desempenho segundo o quadro 23.

Quadro 24 - Parede de concreto 02, resultados de nível de pressão sonora de impacto-padrão ponderado ($L'nT,W$) - sistema de piso entre unidades habitacionais autônomas

Ambiente Avaliado		Nível de Pressão Sonora de Impacto-Padrão Ponderado ($L'nT,W$)		
Emissão	Recepção	Critério mínimo (dB)	Resultado (dB)	Avaliação de desempenho
Quarto 01 Apto 201 BL. I	Quarto 01 Apto 101 BL. I	80	79	Atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 02 Apto 201 BL. I	Quarto 02 Apto 101 BL. I	80	80	Atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 01 Apto 202 BL. I	Quarto 01 Apto 102 BL. I	80	79	Atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 02 Apto 202 BL. I	Quarto 02 Apto 102 BL. I	80	77	Atende ao nível mínimo de desempenho

4.3 Experimento da Parede de Concreto 03

Durante a execução do ensaio, foi constatado através de inspeção realizada pela equipe técnica de campo, a existência de um vão aberto nas cozinhas analisadas. Além disso, há também a presença de aberturas nas caixas de ar-condicionado dos dormitórios, elementos esses atuando como conexão aérea, apresentando, portanto, grande potencial de interferência nos resultados de ensaio.

4.3.1 Isolamento sonoro ao ruído aéreo promovido pela VVE (fachada)

Para avaliação do isolamento sonoro promovido pela vedação vertical externa (fachada) foi determinada a Diferença Padronizada de Nível Ponderada à 2 (dois) metros da fachada ($D2m,nT,w$). O quadro 25 apresenta, para cada classe de ruído, este parâmetro requerido em cada nível de desempenho.

Quadro 25 - Parede de concreto 03, classes de ruído conforme ABNT NBR 15575-4 (2021)

Classe de ruído	L_{inc} (dB)	$D_{2m,nT,w}$ (dB)	Nível de desempenho
I	≤ 60	≥ 20	Mínimo
		≥ 25	Intermediário
		≥ 30	Superior
II	61 a 65	≥ 25	Mínimo
		≥ 30	Intermediário
		≥ 35	Superior
III	66 a 70	≥ 30	Mínimo
		≥ 35	Intermediário
		≥ 40	Superior

Fonte: ABNT NBR 15575-4 (2021)

Salienta-se que a classificação do ruído no entorno do empreendimento tem sua importância na determinação do critério de isolamento. Desta forma, o cliente desenvolveu o mapeamento acústico deste empreendimento (RLT.TCN-1350.21-00), permitindo assim a obtenção do L_{inc} (nível de pressão sonora incidente nas fachadas do empreendimento), em cada fachada, classificando-as quanto à classe de ruído.

O sistema de vedação vertical externa é composto por parede maciça de concreto de 100mm de espessura, conforme a Figura 13.

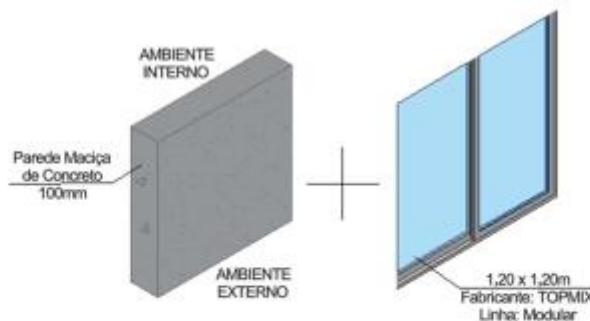


Figura 13 - Sistema de vedação vertical externa do empreendimento avaliado 03

O quadro 26 apresenta os resultados da Diferença Padronizada de Nível Ponderada a 2 metros da fachada ($D_{2m,nT,w}$) dos dormitórios avaliados, expostos no RLT.DSP.AVE-005.25-00, características da esquadria utilizada e a avaliação de desempenho.

Quadro 26 - Parede de concreto 03, resultados da diferença padronizada de nível ponderada a 2 metros da fachada ($D_{2m,NT,W}$)

Vedações (Ambiente)	Tipo de janela	Diferença Padronizada de Nível Ponderada a 2 metros da Fachada $D_{2m,nT,w}$			
		Classe de Ruído	Critério mínimo (dB)	Resultado (dB)	Avaliação de desempenho
Quarto 01 Apto 101 BL. I	Janela de correr 02 folhas em alumínio e vidro. (1,20x1,20m) Fabricante: TOPMIX Linha: Modular	I	20	15	Não atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 02 Apto 101 BL. I	Janela de correr 02 folhas em alumínio e vidro. (1,20x1,20m) Fabricante: TOPMIX Linha: Modular	I	20	14	Não atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 01 Apto 102 BL. I	Janela de correr 02 folhas em alumínio e vidro. (1,20x1,20m) Fabricante: TOPMIX Linha: Modular	I	20	14	Não atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 02 Apto 102 BL. I	Janela de correr 02 folhas em alumínio e vidro. (1,20x1,20m) Fabricante: TOPMIX Linha: Modular	I	20	16	Não atende ao nível mínimo de desempenho

4.3.2 Isolamento sonoro ao ruído aéreo promovido pela VVI

A NBR 15575-4 (2021) estabelece os requisitos e critérios para avaliação do desempenho acústico de vedações verticais internas, entre unidades e entre uma unidade e áreas comuns.

O quadro 27 apresenta, para cada elemento de vedação, a Diferença Padronizada de Nível Ponderado ($D_{nT,w}$) requerida em cada nível de desempenho.

Quadro 27 - Parede de concreto 03, requisitos e critérios de isolamento sonoro de vedações verticais internas

Elemento	$D_{nT,w}$ (dB)	Nível de desempenho
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações em que não haja ambiente dormitório	40 a 44	Mínimo
	45 a 49	Intermediário
	≥ 50	Superior
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	45 a 49	Mínimo
	50 a 54	Intermediário
	≥ 55	Superior
Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e as áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria nos pavimentos	40 a 44	Mínimo
	45 a 49	Intermediário
	≥ 50	Superior
Parede cega entre uma unidade habitacional e as áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria dos pavimentos, nas situações em que não haja ambiente dormitório	30 a 34	Mínimo
	35 a 39	Intermediário
	≥ 40	Superior
Parede cega entre o dormitório ou sala de uma unidade habitacional e as áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas	45 a 49	Mínimo
	50 a 54	Intermediário
	≥ 55	Superior
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo <i>hall</i> ($D_{nT,w}$ obtida entre as unidades), nas situações em que não haja ambiente dormitório	40 a 44	Mínimo
	45 a 49	Intermediário
	≥ 50	Superior
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo <i>hall</i> ($D_{nT,w}$ obtida entre as unidades), caso pelo menos um dos ambientes seja dormitório	45 a 49	Mínimo
	50 a 54	Intermediário
	≥ 55	Superior

Fonte: NBR 15575-4 (ABNT, 2021)

O sistema de vedação vertical interna é composto por parede maciça de concreto de 100mm de espessura, conforme ilustrado na Figura 14.

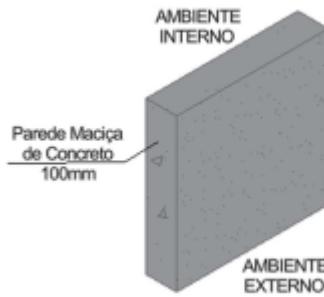


Figura 14 - Sistema de vedação vertical interna do empreendimento avaliado 03

Os quadros 28, 29 e 30 apresentam os resultados da Diferença Padronizada de Nível Ponderada ($D_{nT,w}$), expostos no RLT.DSP.AVI-005.25-00, o tipo de sistema avaliado entre os ambientes da emissão e recepção, além do critério mínimo e a avaliação de desempenho segundo o quadro 27.

Quadro 28 - Parede de concreto 03, resultados da diferença padronizada de nível ponderada ($D_{nT,W}$) - parede cega

Ambiente Avaliado		Diferença Padronizada de Nível Ponderada ($D_{nT,w}$)		
Emissão	Recepção	Critério mínimo (dB)	Resultado (dB)	Avaliação de desempenho
Escada	Quarto 01 Apto 104 BL. I	40	46	Atende ao nível intermediário de desempenho
Escada	Quarto 01 Apto 105 BL. I	40	47	Atende ao nível intermediário de desempenho

Quadro 29 - Parede de concreto 03, resultado da diferença padronizada de nível ponderada ($D_{nT,W}$) - conjunto de paredes e portas separados pelo hall.

Ambiente Avaliado		Diferença Padronizada de Nível Ponderada ($D_{nT,w}$)		
Emissão	Recepção	Critério mínimo (dB)	Resultado (dB)	Avaliação de desempenho
Sala Apto 102 BL. I	Sala Apto 103 BL. I	40	43	Atende ao nível mínimo de desempenho
Sala Apto 104 BL. I	Sala Apto 101 BL. I	40	43	Atende ao nível mínimo de desempenho

Quadro 30 - Parede de concreto 03, resultado da diferença padronizada de nível ponderada (DnT,W) - parede de geminação

Ambiente Avaliado		Diferença Padronizada de Nível Ponderada (DnT,w)		
Emissão	Recepção	Critério mínimo (dB)	Resultado (dB)	Avaliação de desempenho
Cozinha Apto 102 BL. I	Cozinha Apto 101 BL. I	40	34	Não atende ao nível mínimo de desempenho
Cozinha Apto 104 BL. I	Cozinha Apto 103 BL. I	40	36	Não atende ao nível mínimo de desempenho

4.3.3 Isolamento sonoro ao ruído aéreo promovido pela VH (sistema de piso)

A NBR 15575-3 (2021) estabelece os requisitos e critérios para avaliação do desempenho acústico de vedações horizontais ao ruído aéreo entre unidades e entre uma unidade e áreas comuns.

O quadro 31 apresenta, para cada elemento de vedação, a Diferença Padronizada de Nível Ponderado (DnT,w) requerida em cada nível de desempenho.

Quadro 31 - Parede de concreto 03, critérios de diferença padronizada de nível ponderada (DnT,W) - sistema de piso

Elemento de separação	DnT,w (dB)	Nível de desempenho
Sistema de piso entre unidades habitacionais autônomas, no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	45 a 49	Mínimo
	50 a 54	Intermediário
	≥ 55	Superior
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas de áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria situados em pavimentos distintos	40 a 44	Mínimo
	45 a 49	Intermediário
	≥ 50	Superior
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas, nas situações em que não haja ambiente dormitório	40 a 44	Mínimo
	45 a 49	Intermediário
	≥ 50	Superior
Sistema de piso separando dormitório de unidades habitacionais autônomas de áreas comuns de uso coletivo para atividades de lazer e esportivas, como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas	45 a 49	Mínimo
	50 a 54	Intermediário
	≥ 55	Superior

Fonte: NBR 15575-3 (ABNT, 2021)

O sistema de piso do empreendimento é composto por laje maciça de concreto de 100mm de espessura, conforme ilustrado na Figura 15.

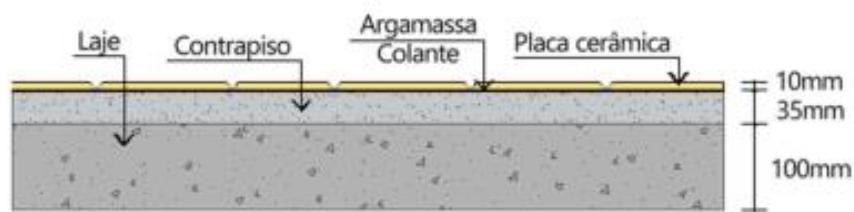


Figura 15 - Sistema de piso do empreendimento 03

O quadro 32 apresenta os resultados da Diferença Padronizada de Nível Ponderada ($D_{nT,w}$), expostos no RLT.DSP.ASP-005.25-00, os ambientes da emissão e recepção, além do critério mínimo e a avaliação de desempenho segundo o quadro 31.

Quadro 32 - Parede de concreto 03, resultados da diferença padronizada de nível ponderada ($D_{nT,w}$) - sistema de piso entre unidades habitacionais autônomas

Ambiente Avaliado		Diferença Padronizada de Nível Ponderada ($D_{nT,w}$)		
Emissão	Recepção	Critério mínimo (dB)	Resultado (dB)	Avaliação de desempenho
Sala Apto 101 BL. I	Sala Apto 201 BL. I	40	42	Atende ao nível mínimo de desempenho
Cozinha Apto 101 BL. I	Cozinha Apto 201 BL. I	40	35	Não atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 01 Apto 101 BL. I	Quarto 01 Apto 201 BL. I	45	42	Não atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 02 Apto 101 BL. I	Quarto 02 Apto 201 BL. I	45	43	Não atende ao nível mínimo de desempenho
Sala Apto 102 BL. I	Sala Apto 202 BL. I	40	42	Atende ao nível mínimo de desempenho
Cozinha Apto 102 BL. I	Cozinha Apto 202 BL. I	40	34	Não atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 01 Apto 102 BL. I	Quarto 01 Apto 202 BL. I	45	41	Não atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 02 Apto 102 BL. I	Quarto 02 Apto 202 BL. I	45	42	Não atende ao nível mínimo de desempenho

4.3.4 Isolamento sonoro ao ruído de impacto promovido pela VH (sistema de piso)

A NBR 15575-3 (2021) estabelece os requisitos e critérios para avaliação do desempenho acústico de vedações horizontais, entre unidades e entre uma unidade e áreas comuns, ao ruído de impacto.

O quadro 33 apresenta, para cada elemento de vedação, o Nível de Pressão Sonora de Impacto Padrão Ponderado ($L'nT,w$) requerida em cada nível de desempenho.

Quadro 33 - Parede de concreto 03, critérios de nível de pressão sonora de impacto-padrão ponderado ($L'nT,W$) - sistema de piso

Elemento	$L'nT,w$ (dB)	Nível de desempenho
Sistema de piso de unidades habitacionais autônomas sobre dormitório	66 a 80	Mínimo
	56 a 65	Intermediário
	≤ 55	Superior
Sistema de piso de unidades habitacionais autônomas sobre sala	Não se aplica	Mínimo
	56 a 65	Intermediário
	≤ 55	Superior
Sistema de piso de áreas de uso coletivo (atividades de lazer e esportivas, como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas, lavanderias coletivas e corredores) sobre dormitório de unidades habitacionais autônomas	51 a 55	Mínimo
	46 a 50	Intermediário
	≤ 45	Superior
Sistema de piso de áreas de uso coletivo (atividades de lazer e esportivas, como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas, lavanderias coletivas e corredores) sobre sala de unidades habitacionais autônomas	Não se aplica	Mínimo
	46 a 50	Intermediário
	≤ 45	Superior

Fonte: NBR 15575-3 (ABNT, 2021)

O quadro 34 apresenta os resultados do Nível de Pressão Sonora de Impacto-Padrão Ponderado ($L'nT,w$), expostos no RLT.DSP.ISP-005.25-00, o ambiente em que é gerado o impacto e o ambiente da recepção, o critério mínimo e a avaliação de desempenho segundo o quadro 33.

Quadro 34 - Parede de concreto 03, resultados de nível de pressão sonora de impacto-padrão ponderado (L'nT,W) - sistema de piso entre unidades habitacionais autônomas

Ambiente Avaliado		Diferença Padronizada de Nível Ponderada (D _{nT,W})		
Emissão	Recepção	Critério mínimo (dB)	Resultado (dB)	Avaliação de desempenho
Quarto 01 Apto 201 BL. I	Quarto 01 Apto 101 BL. I	80	79	Atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 02 Apto 201 BL. I	Quarto 02 Apto 101 BL. I	80	80	Atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 01 Apto 202 BL. I	Quarto 01 Apto 102 BL. I	80	79	Atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 02 Apto 202 BL. I	Quarto 02 Apto 102 BL. I	80	81	Não atende ao nível mínimo de desempenho

4.4 Experimento da Parede de concreto 04

Durante a execução do ensaio, foi constatado através de inspeção realizada pela equipe técnica de campo que há um vão aberto nas cozinhas, elemento esse atuando como conexão aérea, apresentando, portanto, grande potencial de interferência nos resultados de ensaio.

4.4.1 Isolamento sonoro ao ruído aéreo promovido pela VVE (fachada)

Para avaliação do isolamento sonoro promovido pela vedação vertical externa (fachada) foi determinada a Diferença Padronizada de Nível Ponderada à 2 (dois) metros da fachada (D_{2m,nT,w}). O quadro 35 apresenta, para cada classe de ruído, este parâmetro requerido em cada nível de desempenho.

Quadro 35 - Parede de concreto 04, classes de ruído conforme ABNT NBR 15575-4 (2021)

Classe de ruído	L_{inc} (dB)	$D_{2m,nT,w}$ (dB)	Nível de desempenho
I	≤ 60	≥ 20	Mínimo
		≥ 25	Intermediário
		≥ 30	Superior
II	61 a 65	≥ 25	Mínimo
		≥ 30	Intermediário
		≥ 35	Superior
III	66 a 70	≥ 30	Mínimo
		≥ 35	Intermediário
		≥ 40	Superior

Fonte: ABNT NBR 15575-4 (2021)

Salienta-se que a classificação do ruído no entorno do empreendimento tem sua importância na determinação do critério de isolamento. Desta forma, o cliente desenvolveu o mapeamento acústico deste empreendimento (RLT.TCN-326.19-03), permitindo assim a obtenção do L_{inc} (nível de pressão sonora incidente nas fachadas do empreendimento), em cada fachada, classificando-as quanto à classe de ruído.

O sistema de vedação vertical externa é composto por parede maciça de concreto de 100mm de espessura, conforme a Figura 16.

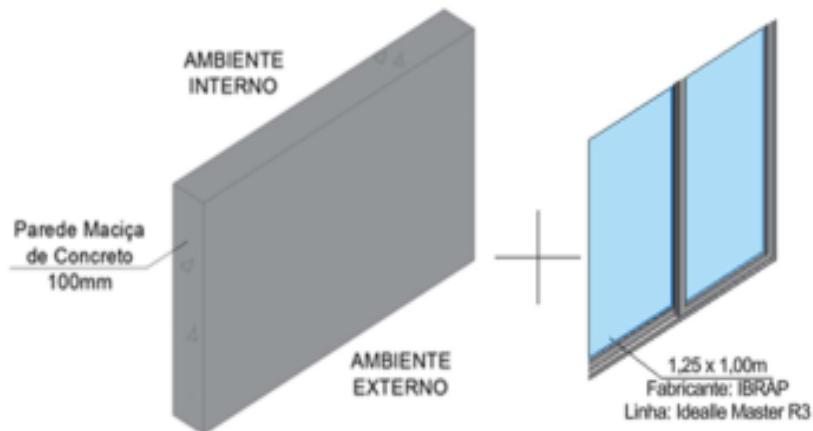


Figura 16 - Sistema de vedação vertical externa do empreendimento avaliado 04

O quadro 36 apresenta os resultados da Diferença Padronizada de Nível Ponderada a 2 metros da fachada ($D_{2m,nT,w}$) dos dormitórios avaliados, expostos no RLT.DSP.AVE-003.25-00, características da esquadria utilizada e a avaliação de desempenho.

Quadro 36 - Parede de concreto 04, resultados da diferença padronizada de nível ponderada a 2 metros da fachada (D_{2m,nT,W})

Vedaçāo (Ambiente)	Tipo de janela	Diferença Padronizada de Nível Ponderada a 2 metros da Fachada D _{2m,nT,W}			
		Classe de Ruido	Critério mínimo (dB)	Resultado (dB)	Avaliação de desempenho
Quarto 01 Apto 201 BL. 6	Janela de correr 02 folhas, em alumínio e vidro ESP. 3mm, $R_w = 24$. (1,25X1,00m) Fabricante: IBRAP Linha: Idealle Master R3	I	20	25	Atende ao nível intermediário de desempenho
Quarto 02 Apto 201 BL. 6	Janela de correr 02 folhas, em alumínio e vidro ESP. 3mm, $R_w = 24$. (1,25X1,00m) Fabricante: IBRAP Linha: Idealle Master R3	I	20	26	Atende ao nível intermediário de desempenho
Quarto 01 Apto 203 BL. 6	Janela de correr 02 folhas, em alumínio e vidro ESP. 3mm, $R_w = 24$. (1,25X1,00m) Fabricante: IBRAP Linha: Idealle Master R3	II	25	26	Atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 02 Apto 203 BL. 6	Janela de correr 02 folhas, em alumínio e vidro ESP. 3mm, $R_w = 24$. (1,25X1,00m) Fabricante: IBRAP Linha: Idealle Master R3	II	25	25	Atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 03 Apto 203 BL. 6	Janela de correr 02 folhas, em alumínio e vidro ESP. 3mm, $R_w = 24$. (1,25X1,00m) Fabricante: IBRAP Linha: Idealle Master R3	II	25	25	Atende ao nível mínimo de desempenho

4.4.2 Isolamento sonoro ao ruído aéreo promovido pela VVI

A NBR 15575-4 (2021) estabelece os requisitos e critérios para avaliação do desempenho acústico de vedações verticais internas, entre unidades e entre uma unidade e áreas comuns.

O quadro 37 apresenta, para cada elemento de vedação, a Diferença Padronizada de Nível Ponderado (D_{nT,w}) requerida em cada nível de desempenho.

Quadro 37 - Parede de concreto 04, requisitos e critérios de isolação sonora de vedações verticais internas

Elemento	$D_{nT,w}$ (dB)	Nível de desempenho
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações em que não haja ambiente dormitório	40 a 44	Mínimo
	45 a 49	Intermediário
	≥ 50	Superior
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	45 a 49	Mínimo
	50 a 54	Intermediário
	≥ 55	Superior
Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e as áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria nos pavimentos	40 a 44	Mínimo
	45 a 49	Intermediário
	≥ 50	Superior
Parede cega entre uma unidade habitacional e as áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria dos pavimentos, nas situações em que não haja ambiente dormitório	30 a 34	Mínimo
	35 a 39	Intermediário
	≥ 40	Superior
Parede cega entre o dormitório ou sala de uma unidade habitacional e as áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas	45 a 49	Mínimo
	50 a 54	Intermediário
	≥ 55	Superior
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo <i>hall</i> ($D_{nT,w}$ obtida entre as unidades), nas situações em que não haja ambiente dormitório	40 a 44	Mínimo
	45 a 49	Intermediário
	≥ 50	Superior
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo <i>hall</i> ($D_{nT,w}$ obtida entre as unidades), caso pelo menos um dos ambientes seja dormitório	45 a 49	Mínimo
	50 a 54	Intermediário
	≥ 55	Superior

Fonte: NBR 15575-4 (ABNT, 2021)

O sistema de vedação vertical interna é composto por parede maciça de concreto de 100mm e 120mm de espessura, conforme ilustrado na Figura 17.

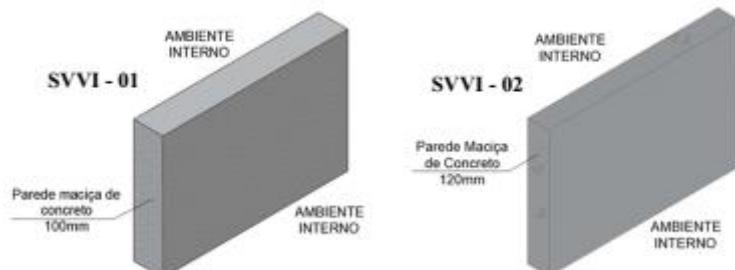


Figura 17 - Sistema de vedação vertical interna do empreendimento avaliado 04

Os quadro 38, 39 e 40 apresentam os resultados da Diferença Padronizada de Nível Ponderada ($D_{nT,w}$), expostos no RLT.DSP.AVI-003.25-00, o tipo de sistema avaliado entre os ambientes da emissão e recepção, além do critério mínimo e a avaliação de desempenho segundo o quadro 37.

Quadro 38 - Parede de concreto 04, resultados da diferença padronizada de nível ponderada ($D_{nT,w}$) - parede cega

Ambiente Avaliado		Diferença Padronizada de Nível Ponderada ($D_{nT,w}$)			
Emissão	Recepção	SVVI	Critério mínimo (dB)	Resultado (dB)	Avaliação de desempenho
Escada	Quarto 02 Apto 102 BL. 6	SVVI - 01	40	46	Atende ao nível intermediário de desempenho
Escada	Quarto 02 Apto 202 BL. 6	SVVI - 01	40	46	Atende ao nível intermediário de desempenho

Quadro 39 - Parede de concreto 04, resultados da diferença padronizada de nível ponderada ($D_{nT,w}$) - conjunto de paredes e portas separados pelo hall

Ambiente Avaliado		Diferença Padronizada de Nível Ponderada ($D_{nT,w}$)			
Emissão	Recepção	SVVI	Critério mínimo (dB)	Resultado (dB)	Avaliação de desempenho
Sala Apto 201 BL. 6	Sala Apto 202 BL. 6	SVVI - 01	40	44	Atende ao nível mínimo de desempenho
Sala Apto 203 BL. 6	Sala Apto 204 BL. 6	SVVI - 01	40	44	Atende ao nível mínimo de desempenho

Quadro 40 - Parede de concreto 04, resultados da diferença padronizada de nível ponderada (DnT,W) - parede de geminação

Ambiente Avaliado		Diferença Padronizada de Nível Ponderada (D _{nT,w})			
Emissão	Recepção	SVVI	Critério mínimo (dB)	Resultado (dB)	Avaliação de desempenho
Cozinha Apto 201 BL. 6	Cozinha Apto 203 BL. 6	SVVI - 01	40	37	Não atende ao nível mínimo de desempenho
Cozinha Apto 202 BL. 6	Cozinha Apto 204 BL. 6	SVVI - 01	40	32	Não atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 03 Apto 203 BL. 6	Quarto 03 Apto 204 BL. 6	SVVI - 02	45	49	Atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 03 Apto 207 BL. 6	Quarto 03 Apto 208 BL. 6	SVVI - 02	45	47	Atende ao nível mínimo de desempenho

4.4.3 Isolamento sonoro ao ruído aéreo promovido pela VH (sistema de piso)

A NBR 15575-3 (2021) estabelece os requisitos e critérios para avaliação do desempenho acústico de vedações horizontais ao ruído aéreo entre unidades e entre uma unidade e áreas comuns.

O quadro 41 apresenta, para cada elemento de vedação, a Diferença Padronizada de Nível Ponderado (D_{nT,w}) requerida em cada nível de desempenho.

Quadro 41 - Parede de concreto 04, critérios de diferença padronizada de nível ponderada (DnT,W) - sistema de piso

Elemento de separação	D _{nT,w} (dB)	Nível de desempenho
Sistema de piso entre unidades habitacionais autônomas, no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	45 a 49	Mínimo
	50 a 54	Intermediário
	≥ 55	Superior
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas de áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria situados em pavimentos distintos	40 a 44	Mínimo
	45 a 49	Intermediário
	≥ 50	Superior
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas, nas situações em que não haja ambiente dormitório	40 a 44	Mínimo
	45 a 49	Intermediário
	≥ 50	Superior
Sistema de piso separando dormitório de unidades habitacionais autônomas de áreas comuns de uso coletivo para atividades de lazer e esportivas, como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas	45 a 49	Mínimo
	50 a 54	Intermediário
	≥ 55	Superior

Fonte: NBR 15575-3 (ABNT, 2021)

O sistema de piso do empreendimento é composto por laje maciça de concreto de 100mm de espessura, conforme ilustrado na Figura 18.

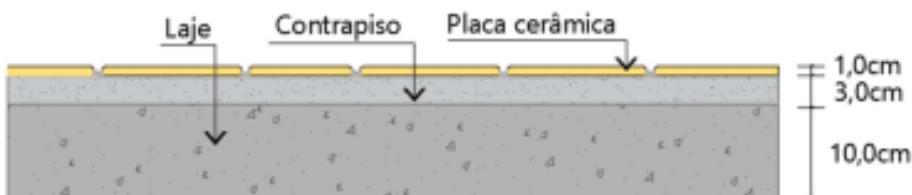


Figura 18 - Sistema de piso do empreendimento 04

O quadro 42 apresenta os resultados da Diferença Padronizada de Nível Ponderada (DnT,w), expostos no RLT.DSP.ASP-003.25-00, os ambientes da emissão e recepção, além do critério mínimo e a avaliação de desempenho segundo o quadro 41.

Quadro 42 - Parede de concreto 04, resultados da diferença padronizada de nível ponderada ($D_{nT,w}$) - sistema de piso entre unidades habitacionais autônomas

Ambiente Avaliado		Diferença Padronizada de Nível Ponderada ($D_{nT,w}$)		
Emissão	Recepção	Critério mínimo (dB)	Resultado (dB)	Avaliação de desempenho
Sala Apto 101 BL. 6	Sala Apto 201 BL. 6	40	42	Atende ao nível mínimo de desempenho
Cozinha Apto 101 BL. 6	Cozinha Apto 201 BL. 6	40	37	Não atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 01 Apto 101 BL. 6	Quarto 01 Apto 201 BL. 6	45	47	Atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 02 Apto 101 BL. 6	Quarto 02 Apto 201 BL. 6	45	45	Atende ao nível mínimo de desempenho
Sala Apto 103 BL. 6	Sala Apto 203 BL. 6	40	42	Atende ao nível mínimo de desempenho
Cozinha Apto 103 BL. 6	Cozinha Apto 203 BL. 6	40	37	Não atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 01 Apto 103 BL. 6	Quarto 01 Apto 203 BL. 6	45	47	Atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 02 Apto 103 BL. 6	Quarto 02 Apto 203 BL. 6	45	47	Atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 03 Apto 103 BL. 6	Quarto 03 Apto 203 BL. 6	45	47	Atende ao nível mínimo de desempenho

4.4.4 Isolamento sonoro ao ruído de impacto promovido pela VH (sistema de piso)

A NBR 15575-3 (2021) estabelece os requisitos e critérios para avaliação do desempenho acústico de vedações horizontais, entre unidades e entre uma unidade e áreas comuns, ao ruído de impacto.

O quadro 43 apresenta, para cada elemento de vedação, o Nível de Pressão Sonora de Impacto Padrão Ponderado ($L'nT,w$) requerida em cada nível de desempenho.

Quadro 43 - Parede de concreto 04, critérios de nível de pressão sonora de impacto-padrão ponderado ($L'nT,W$) - sistema de piso

Elemento	$L'nT,W$ (dB)	Nível de desempenho
Sistema de piso de unidades habitacionais autônomas sobre dormitório	66 a 80	Mínimo
	56 a 65	Intermediário
	≤ 55	Superior
Sistema de piso de unidades habitacionais autônomas sobre sala	Não se aplica	Mínimo
	56 a 65	Intermediário
	≤ 55	Superior
Sistema de piso de áreas de uso coletivo (atividades de lazer e esportivas, como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas, lavanderias coletivas e corredores) sobre dormitório de unidades habitacionais autônomas	51 a 55	Mínimo
	46 a 50	Intermediário
	≤ 45	Superior
Sistema de piso de áreas de uso coletivo (atividades de lazer e esportivas, como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas, lavanderias coletivas e corredores) sobre sala de unidades habitacionais autônomas	Não se aplica	Mínimo
	46 a 50	Intermediário
	≤ 45	Superior

Fonte: NRR 15575-3 (ARNT 2021)

O quadro 44 apresenta os resultados do Nível de Pressão Sonora de Impacto-Padrão Ponderado ($L'nT,w$), expostos no RLT.DSP.ISP-003.25-00, o ambiente em que é gerado o impacto e o ambiente da recepção, o critério mínimo e a avaliação de desempenho segundo o quadro 43.

Quadro 44 - Parede de concreto 04, resultados de nível de pressão sonora de impacto-padrão ponderado ($L'nT,W$) - sistema de piso entre unidades habitacionais autônomas.

Ambiente Avaliado		Diferença Padronizada de Nível Ponderada ($D'nT,w$)		
Emissão	Recepção	Critério mínimo (dB)	Resultado (dB)	Avaliação de desempenho
Quarto 01 Apto 201 BL. 6	Quarto 01 Apto 101 BL. 6	80	82	Não atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 02 Apto 201 BL. 6	Quarto 02 Apto 101 BL. 6	80	85	Não atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 01 Apto 203 BL. 6	Quarto 01 Apto 103 BL. 6	80	81	Não atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 02 Apto 203 BL. 6	Quarto 02 Apto 103 BL. 6	80	80	Atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 03 Apto 203 BL. 6	Quarto 03 Apto 103 BL. 6	80	81	Não atende ao nível mínimo de desempenho

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os ensaios realizados demonstraram que os sistemas construtivos de paredes de concreto avaliados apresentaram desempenho acústico satisfatório na maioria dos critérios estabelecidos pela ABNT NBR 15575 (2021). As medições de isolamento ao ruído aéreo, tanto em vedações verticais externas (fachadas) quanto internas, evidenciaram que as paredes maciças de concreto atenderam aos níveis mínimos exigidos, garantindo adequada privacidade entre ambientes e atenuação de ruídos provenientes do entorno.

No que se refere aos sistemas de piso, os resultados indicaram bom desempenho no isolamento ao ruído aéreo entre unidades, confirmando a eficácia do conjunto laje + vedação no bloqueio da transmissão sonora direta. Entretanto, os níveis de pressão sonora de impacto apresentaram variações entre os empreendimentos, influenciados por fatores construtivos específicos, tais como a presença de vãos, aberturas para instalações e soluções de acabamento, destacando a importância do controle de detalhes executivos para garantir a uniformidade do desempenho acústico.

Observou-se que, nos empreendimentos onde existiam aberturas não vedadas ou elementos atuando como conexões aéreas, o desempenho ao ruído de impacto e aéreo sofreu interferências, reforçando a necessidade de compatibilização rigorosa de projeto e execução para evitar perdas significativas de isolamento. Tais achados evidenciam que, embora o sistema construtivo de paredes de concreto seja tecnicamente viável e eficiente para atender aos requisitos acústicos, a padronização e o cuidado na execução são determinantes para o resultado.

Dessa forma, conclui-se que o uso de paredes de concreto moldadas in loco representa uma solução construtiva competitiva no mercado habitacional, conciliando produtividade, racionalização e desempenho acústico adequado. A aplicação prática dos resultados reforça a relevância de ensaios de campo para validar soluções projetuais e assegurar a conformidade com as normas de desempenho, contribuindo para o conforto, a qualidade e a durabilidade das edificações habitacionais contemporâneas.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575:** Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 3: Requisitos para os de piso. Rio de Janeiro, 2021a.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575:** Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro, 2021b.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 16283:** Acústica - Medição de campo de isolamento acústico nas edificações e nos elementos de edificações. Parte 2 - Isolamento a ruído de impacto. Rio de Janeiro, 2021d.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 16283:** Acústica - Medição de campo de isolamento acústico nas edificações e nos elementos de edificações. Parte 3 – Isolamento de fachada a ruído aéreo. Rio de Janeiro, 2021e.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 717:** Acústica – Classificação de isolamento acústico em edificações e elementos de edificações – Parte 1: Isolamento a ruído aéreo. Rio de Janeiro, 2021c.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15.575 –** Edificações Habitacionais – Desempenho, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151:** Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10152:** Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575:** **Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos Gerais.** Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1:** Edificações habitacionais — Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-3:** Edificações habitacionais — Desempenho - Parte 3: Sistemas de Pisos. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-4: Edificações habitacionais — Desempenho - Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE.** Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA A QUALIDADE ACÚSTICA. **Manual Pro Acústica de recomendações básicas para contrapisos flutuantes.** Indianápolis: O Nome da Rosa Editora, 2015.

BASSETE, Rudinei José. **Sistema de fôrmas plásticas modulares para paredes de concreto.** Revista Téchne, São Paulo, p.57-64, 24 set. 2016.

BISTAFA, S. R. **Acústica aplicada no controle do ruído.** São Paulo: Ed. Blucher, 2006.

BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA A QUALIDADE ACÚSTICA - PROACÚSTICA. **Manual Pro Acústica de recomendações básicas para contrapisos flutuantes.** Material didático. São Paulo; 2015.

CARVALHO, R. P. **Acústica arquitetônica.** 2 ed. Brasília: Thesaurus, 2010.

CARVALHO, Régio P. **Acústica Arquitetônica.** Brasília: Ed. Thesaurus, 2006.

CORNACCHIA, G. **Investigação in-situ do isolamento sonoro ao ruído de impacto em edifícios residenciais.** 2009. 161p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2009.

COSTA, Ennio C. **Acústica Técnica.** São Paulo: Ed. Blucher, 2003.

FONSECA JUNIOR, Ary. **Produtos e serviços de suporte à parede de concreto.** 2012. Disponível em: <<http://nucleoparededeconcreto.com.br/destaque-interno/produtos-eservicos-de-suporte-a-parede-de-concreto>>.'

GERGES, Samyr N. Y. **Ruído: fundamentos e controle.** 2. ed. Florianópolis: Ed. NR, 2000

GIVISIEZ, Gustavo Henrique Naves; OLIVEIRA, Elzira Lúcia de. **Demandas futuras por moradias: demográfica, habitação e mercado.** Niterói: Universidade Federal Fluminense, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD, 2015.**

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) 2015.** Rio de Janeiro: IBGE, 2015.

LEITE, J. C. P. S; NETO, M. T. R. Meio ambiente e os embates da construção civil. **Construindo**, Belo Horizonte, v. 6, n. 2, Jul/Dez. 2014.

MACHADO, A. A. **Poluição sonora como crime ambiental.** 2004. Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/5261/poluicao-sonora-como-crime-ambiental>>

MAEKAWA, Z.; RINDEL, J. H.; LORD, P. **Environmental and architectural acoustic.** 2ed. New York: Spon Press, 2011.

MAGALHÃES, M.C. **Fundamentos da acústica estrutural.** São Paulo, SP: All Print Editora, 2013. 270 p.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Manual de instruções.** 2017. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosCidades/Manual_HIS_-_FNHIS.pdf>

MISURELLI, Hugo; MASSUDA, Clovis. **Paredes de Concreto.** 2009. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/147/paredes-de-concreto-285766-1.aspx>>.

OLIVEIRA, J. G. F. **A importância de sistemas de construções sustentáveis para a redução do impacto da construção civil ao meio ambiente. Monografia** (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade de Taubaté, Taubaté, SP, 2019.

OLIVEIRA, L. A.. Durabilidade das construções habitacionais: impacto econômico e ambiental. Revista Municípios de São Paulo, São Paulo, p. 41 - 43, 08 ago. 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **Population Facts 2018/1 - The speed of urbanization around the world.** 2018. Disponível em: <<https://population.un.org/wup/Publications/>>.

PATRÍCIO, J. V. **Acústica nos edifícios.** Verlag Dashöfer, 7 ed., 2018

PROACÚSTICA. **Manual ProAcústica sobre a norma de desempenho.** Ed. RUSH Gráfica e Editora Ltda, 1. ed. 2013

SANTOS, Jorge L. P. dos, **Estudo do potencial tecnológico de materiais alternativos em absorção sonora.** Santa Maria: Ed. Da UFSM, 2005.

SILVA, Pérides. **Acústica arquitetônica e condicionamento de ar (simplificado).** Belo Horizonte: Ed. EDTAL E. T. Ltda, 2005

WENDLER, Arnoldo. **Sistema construtivo de casas em paredes de concreto: Um sistema com bom desempenho.** São Paulo: Concrete Show, 2009.