

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**Escola de Engenharia**  
**Curso de Especialização: Produção e Gestão do Ambiente**  
**Construído**

**Nábila Rezende de Almeida Cerqueira**

**DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS:**  
**UM ESTUDO DA IMPLEMENTAÇÃO DA NBR 15.575**

**Belo Horizonte**

**2019**

**NÁBILA REZENDE DE ALMEIDA CERQUEIRA**

**DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS:  
UM ESTUDO DA IMPLEMENTAÇÃO DA NBR 15.575**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização: Produção e Gestão do Ambiente Construído do Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

**Orientadora: Patrícia Elizabeth Gomes  
Ferreira Barbosa**

**Coorientadora: Maria Teresa Paulino Aguilár**

**Belo Horizonte**

**2019**

C416d

Cerqueira, Nábila Rezende de Almeida.

Desempenho de edificações habitacionais [manuscrito]: um estudo da implementação da NBR 15575 / Nábila Rezende de Almeida Cerqueira. – 2019.

x, 92 f., enc.: II.

Orientadora: Patrícia Elizabeth Gomes Ferreira Barbosa.

Coorientadora: Maria Teresa Paulino Aguiar.

“Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Produção e Gestão do Ambiente Construído da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais”

Anexos: f. 84 -92.

Bibliografia: f. 82-83.

1. Construção civil. 2. Normas técnicas (Engenharia). 3. Edificações. I. Barbosa, Patrícia Elizabeth Gomes Ferreira. II. Aguiar, Maria Teresa Paulino. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. VI. Título.

CDU: 691

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela oportunidade de aprender a cada dia e de realizar este trabalho, por iluminar os meus caminhos e me dar forças para seguir.

Aos meus pais, Ivanox e Efigênia, e ao meu irmão, Junior, pelo amor e apoio incondicionais. Sem eles nada disso seria possível.

Ao Nélio, pelo amor, carinho e companheirismo. Por estar sempre ao meu lado e sonhar junto comigo.

Aos meus familiares e amigos de longa data, por acreditarem em mim e torcerem pelo meu sucesso.

Aos professores, pelos conhecimentos e ensinamentos transmitidos. Aos colegas e amigos que fizeram parte dessa caminhada, pelos trabalhos e aprendizados compartilhados. Aos membros da secretaria e da Universidade, pelo auxílio ao longo do curso.

Às professoras Patrícia e Maria Teresa pela inspiração, pelas orientações e por todo o suporte no desenvolvimento deste trabalho.

À Construtora e toda a sua equipe, por abrir as portas para a realização do estudo de caso.

À grande amiga, Mariana Tonini, pela amizade, apoio e incentivo. Pelas revisões de texto e dicas sempre pertinentes.

## EPÍGRAFE

*“A vida é construída nos sonhos e  
concretizada no amor.”*

*(Francisco Cândido Xavier)*

## RESUMO

O trabalho tem como objetivo entender o processo de adaptação de uma construtora de médio porte à implementação da NBR 15.575: Edificações habitacionais – Desempenho (ABNT, 2013). A fundamentação teórica aborda o desempenho de construções, considerando os seus conceitos, requisitos, critérios e formas de avaliação, além dos principais aspectos abordados na Norma. Foi feito um estudo de caso envolvendo uma construtora em seu mais recente empreendimento, abordando desde a iniciativa para a utilização da NBR 15.575 (ABNT, 2013) até a tomada de decisões para que esse objetivo fosse cumprido, envolvendo análises de projeto, recomendações e medidas adotadas e ensaios para avaliação de desempenho. Por fim, é apresentado um diagnóstico do processo seguido da proposta de diretrizes para a sua continuidade.

**Palavras-chave:** Desempenho. Edificações. NBR 15.575. Implementação. Utilização.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Requisitos dos usuários ISO 6241.....	7
Tabela 2 - Exigências dos usuários - NBR 15.575.....	9
Tabela 3 - Incumbências dos intervenientes - NBR 15.575.....	10
Tabela 4 - Requisitos e critérios de desempenho - NBR 15.575.....	13
Tabela 5 - Parâmetros de classificação de nível de pressão sonora equivalente ...	21
Tabela 6 - Resultados obtidos - Classificação de nível de pressão sonora equivalente.....	21
Tabela 7 - Análises de projeto contratadas.....	23
Tabela 8 - Índice de redução sonora ponderado $R_w$ de fachadas .....	24
Tabela 9 - Índice de redução sonora ponderado $R_w$ de componentes construtivos utilizados nas vedações entre ambientes .....	26
Tabela 10 - Critério de diferença padronizada de nível ponderada $D_{nT,w}$ .....	30
Tabela 11 - Critério e nível de pressão sonora de impacto padrão ponderado $L'_{nT,w}$	32
Tabela 12 - Índice de redução sonora ponderado $R_w$ de componentes construtivos utilizados nas vedações entre ambientes .....	35
Tabela 13 - Tipo de porta e exigência acústica de acordo com a Tabela 13.....	37
Tabela 14 - Tipo de esquadria e exigência acústica de acordo com a Tabela 9 .....	39
Tabela 15 - Transmitância térmica de paredes externas.....	40
Tabela 16 - Capacidade térmica de paredes externas .....	40
Tabela 17 - Valores de absorvância do revestimento da fachada.....	41
Tabela 18 - Área mínima de ventilação em dormitórios e salas de estar .....	43
Tabela 19 - Critério de coberturas quanto à transmitância térmica .....	44
Tabela 20 - Ensaio contratado.....	61
Tabela 21 - Critérios de diferença padronizada de nível ponderada ( $D_{2m,nT,w}$ ) .....	63
Tabela 22 - Critérios de diferença padronizada de nível ponderada ( $D_{nT,w}$ ) – Som Aéreo Vedações.....	64
Tabela 23 - Critérios de diferença padronizada de nível ponderada ( $D_{nT,w}$ ) – Som Aéreo Entre Pisos .....	65
Tabela 24 - Critérios de nível de pressão sonora de impacto-padrão ponderado ( $L'_{nT,w}$ ).....	65
Tabela 25 - Caracterização dos Sistemas – Vedação Interna – Áreas Secas.....	66

Tabela 26 - Caracterização dos Sistemas – Pisos – Áreas Secas e Molhadas.....	71
Tabela 27 - Análises e posição da Construtora X.....	75



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Projeto arquitetônico - Disposição dos blocos .....	18
Figura 2 - Planta do empreendimento e localização dos pontos identificados .....	21
Figura 3 - Resultados obtidos - Mapa da classificação de nível de pressão sonora equivalente .....	22
Figura 4 - Potencial de isolamento $R_w$ - Alvenaria externa tipo I .....	24
Figura 5 - Análise de desempenho acústico - Vedações externas - Primeiro pavimento.....	25
Figura 6 - Análise de desempenho acústico - Vedações externas - Pavimento tipo	25
Figura 7 - Potencial de isolamento $R_w$ - Vedação interna tipo I e II .....	26
Figura 8 - Potencial de isolamento $R_w$ - Vedação interna tipo III e IV.....	27
Figura 9 - Potencial de isolamento $R_w$ - Vedação interna tipo V e VI.....	27
Figura 10 - Análise de desempenho acústico - Vedações internas - Primeiro Pavimento .....	28
Figura 11 - Análise de desempenho acústico - Vedações internas - Pavimento tipo	28
Figura 12 - Recomendação para vedações tipo I, II e IV e VI.....	29
Figura 13 - Dormitórios e salas - Primeiro pavimento .....	30
Figura 14 - Dormitórios e salas - Pavimento tipo .....	31
Figura 15 - Potencial $D_{nT,w}$ do piso interno de dormitórios e salas especificado em projeto .....	31
Figura 16 - Análise de desempenho acústico - Piso - Ruído de impacto - Primeiro pavimento.....	32
Figura 17 - Análise de desempenho acústico - Piso - Ruído de impacto - Pavimento tipo .....	33
Figura 18 - Potencial $L'_{nT,w}$ do piso interno de dormitórios especificado em projeto..	33
Figura 19 - Tratamento de tubulação (corte).....	34
Figura 20 - Tratamento de tubulação .....	34
Figura 21 - Tratamento do shaft.....	34
Figura 22 - Compartimentação vertical e horizontal (corte) .....	35
Figura 23 - Portas - Primeiro pavimento .....	36
Figura 24 - Portas - Pavimento tipo.....	36
Figura 25 - Recomendação - Desempenho acústico – Portas.....	37

Figura 26 - Esquadrias - Primeiro pavimento.....	38
Figura 27 - Esquadrias - Pavimento tipo.....	38
Figura 28 - Recomendação - Estanqueidade - Esquadrias .....	39
Figura 29 - Revestimento da fachada .....	40
Figura 30 - Transmitância térmica e capacidade térmica da fachada.....	41
Figura 31 - Identificação da área do piso das salas e dormitórios - Primeiro pavimento.....	42
Figura 32 - Identificação da área do piso das salas e dormitórios - Pavimento tipo .	42
Figura 33 - Cálculo da área mínima de ventilação nos dormitórios e salas de estar	43
Figura 34 - Transmitância térmica da cobertura .....	44
Figura 35 - Recomendações Pisos .....	45
Figura 36 - Áreas molhadas - Primeiro pavimento.....	45
Figura 37 - Áreas molhadas - Pavimento tipo .....	46
Figura 38 - Legenda Figuras 36 e 37 .....	46
Figura 39 - Recomendações - Segurança no uso e na operação - Cobertura .....	47
Figura 40 - Análise de funcionalidade e acessibilidade - Dimensões mínimas de circulação e mobiliário.....	49
Figura 41 - Informações da Simulação e Níveis de Iluminância Geral – Iluminação Natural.....	50
Figura 42 - Resultados Iluminância – 23 de Abril (9h30).....	51
Figura 43 - Resultados Iluminância – 23 de Outubro (15h30) .....	52
Figura 44 - Reboco isolante - Em processo .....	54
Figura 45 - Reboco isolante – Finalizado.....	54
Figura 46 - Bloco de concreto sendo preenchido com a vermiculita.....	55
Figura 47 - Instalação da manta acústica .....	56
Figura 48 - Contrapiso sobre a manta acústica .....	56
Figura 49 - Tubulações de queda de esgoto e água pluvial envolvidas por lã de vidro .....	57
Figura 50 - <i>Shaft</i> de alvenaria de tijolo cerâmico .....	58
Figura 51 - Solicitação de peças suspensas - Resultados.....	67
Figura 52 - Fechamento brusco em portas – Resultados Porta 01.....	68
Figura 53 - Fechamento brusco em portas – Resultados Porta 02.....	69
Figura 54 - Choque de abalo em portas – Resultados Porta 01 .....	70
Figura 55 - Choque de abalo em portas – Resultados Porta 02 .....	70

Figura 56 - Impacto de corpo duro – Resultados Sistema 01 .....	72
Figura 57 - Resistência à umidade – Resultados Sistema 02.....	72
Figura 58 - Estanqueidade – Resultados Sistema 02 .....	73
Figura 59 - Planicidade da camada de acabamento – Resultados Sistema 01 .....	73

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
2.1	Objetivo geral	3
2.2	Objetivos específicos	3
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>4</b>
<b>3.1</b>	<b>Desempenho de Edificações</b>	<b>4</b>
3.1.1	Conceito	4
3.1.2	Requisitos	5
3.1.3	Critérios	7
3.1.4	Avaliação	7
<b>3.2</b>	<b>Norma ABNT NBR 15.575</b>	<b>8</b>
3.2.1	Exigências dos Usuários	9
3.2.2	Incumbências dos Intervenientes	9
3.2.3	Requisitos e Critérios de Desempenho	10
3.2.4	Avaliação de Desempenho	13
3.2.5	Utilização	14
<b>4</b>	<b>ESTUDO DE CASO – AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA NBR 15.575 EM UMA CONSTRUTORA</b>	<b>18</b>
<b>4.1</b>	<b>A Empresa</b>	<b>18</b>
<b>4.2</b>	<b>Adoção da ABNT NBR 15.575</b>	<b>19</b>
4.2.1	Análise acústica de entorno	20
4.2.2	Estudos e análises de projeto	22
4.2.2.1	Desempenho Acústico – Vedações	23
4.2.2.2	Desempenho Acústico – Piso	29
4.2.2.3	Desempenho Acústico – Instalações	33
4.2.2.4	Desempenho Acústico – Portas	35
4.2.2.5	Desempenho Acústico – Esquadrias	37
4.2.2.6	Desempenho Térmico – Vedações	39
4.2.2.7	Desempenho Térmico – Área de Ventilação	41
4.2.2.8	Desempenho Térmico – Cobertura	43
4.2.2.9	Segurança no Uso e na Operação – Piso	44
4.2.2.10	Segurança no Uso e na Operação – Cobertura	46
4.2.2.11	Funcionalidade e Acessibilidade	47
4.2.2.12	Estanqueidade – Áreas Molhadas e Molháveis	49

4.2.2.13	Desempenho Lumínico .....	50
4.2.3	Recomendações e medidas adotadas.....	53
4.2.3.1	Desempenho Acústico – Vedações .....	53
4.2.3.2	Desempenho Acústico – Piso .....	55
4.2.3.3	Desempenho Acústico – Instalações .....	57
4.2.3.4	Desempenho Acústico – Portas .....	58
4.2.3.5	Desempenho Acústico – Esquadrias .....	58
4.2.3.6	Desempenho Térmico – Vedações .....	59
4.2.3.7	Desempenho Térmico – Área de Ventilação .....	59
4.2.3.8	Desempenho Térmico – Cobertura .....	59
4.2.3.9	Segurança no Uso e na Operação – Piso.....	59
4.2.3.10	Segurança no Uso e na Operação – Cobertura.....	60
4.2.3.11	Funcionalidade e Acessibilidade – Circulação.....	60
4.2.3.12	Estanqueidade – Áreas Molhadas e Molháveis .....	60
4.2.3.13	Desempenho Lumínico .....	60
4.2.4	Medições em campo para verificação de desempenho.....	60
4.2.4.1	Desempenho Acústico – Sistemas de Vedações .....	62
4.2.4.2	Desempenho Acústico – Sistemas de Pisos.....	64
4.2.4.3	Sistemas de Vedações .....	66
4.2.4.4	Sistemas de Pisos.....	71
<b>4.3</b>	<b>Diagnóstico do Processo .....</b>	<b>74</b>
<b>4.4</b>	<b>Proposta de Diretrizes .....</b>	<b>79</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>81</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>82</b>

# 1 INTRODUÇÃO

No contexto da Engenharia Civil, as normas técnicas orientam os processos envolvidos nas etapas de construção, desde o projeto de uma estrutura até a sua execução e posterior manutenção. O devido cumprimento das normas representa uma forma de resguardar o profissional de Engenharia, além de proporcionar ganhos de qualidade e desempenho dos elementos, sistemas e processos construtivos regulamentados, sendo essencial ao exercício da profissão em um mercado cada vez mais exigente e competitivo.

Alguns dos problemas enfrentados pela Engenharia Civil na atualidade estão relacionados à degradação das edificações, que pode ocorrer pelo envelhecimento precoce de seus componentes e estruturas devido à falta de qualidade dos materiais utilizados na construção, a problemas durante as etapas de projeto e execução ou à falta de manutenção (POSSAN e DEMOLINER, 2013). Por outro lado, aspectos como o conforto térmico e acústico em edificações residenciais são cada vez mais exigidos e priorizados pelos usuários, que buscam ambientes que lhes proporcionem condições adequadas de bem estar para que desenvolvam suas atividades da melhor maneira possível. Não é desejado que um ambiente cause desconforto ao usuário devido a temperaturas desagradáveis e excesso ou ausência de correntes de vento, por exemplo. Também não é apropriada a presença excessiva de ruídos e poluição sonora, que podem causar estresse e afetar o sono e a saúde do usuário (DO CARMO, 1999).

Isso remete à questão de qual deve ser o desempenho mínimo das construções, bem como os padrões a serem atendidos pelas construtoras, para garantir um produto final de qualidade aos usuários. É nesse contexto de preocupação com a durabilidade e o comportamento das estruturas ao longo de sua vida útil que verifica-se a atuação da NBR 15.575: Edificações Habitacionais – Desempenho (ABNT, 2013), principal documento de caráter regulamentador voltado ao desempenho de edificações habitacionais, o qual estabelece uma sistemática de avaliação dos sistemas construtivos e tecnologias, considerando requisitos e critérios de desempenho conforme as normas técnicas brasileiras vigentes (POSSAN e DEMOLINER, 2013).

O uso da Norma é de significativa importância por orientar a construção de novas habitações com enfoque no bem estar dos usuários e definir as responsabilidades dos agentes envolvidos. O documento está em vigor desde 2013, mas ainda não é utilizado em sua plenitude pelos profissionais da Engenharia Civil. Dificuldades práticas no atendimento às exigências da Norma foram observadas por Okamoto (2015), como o desconhecimento do comportamento dos produtos em uso e operação pelas empresas; o despreparo dos responsáveis quanto à compreensão das características das normas de desempenho, as quais apresentam como referência apenas os parâmetros a serem atingidos, desconsiderando os meios para alcançá-los; e a ausência de um entendimento claro do que deve ser feito e de como colocar em prática as medidas necessárias para tal, uma vez que as adaptações são características de cada empresa.

O presente trabalho tem, portanto, o intuito de realizar uma análise acerca da implementação da NBR 15.575 (ABNT, 2013), considerando seus aspectos e como tem sido a etapa de transição e adaptação de uma construtora para atender aos requisitos exigidos, avaliando-se em um estudo de caso os impactos desse processo para que sejam fornecidas diretrizes para a sua continuidade.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

O objetivo geral deste trabalho é analisar a implementação da NBR 15.575: Edificações Habitacionais – Desempenho (ABNT, 2013) em uma construtora de médio porte a partir de um estudo de caso, considerando as mudanças e os impactos gerados e propondo diretrizes para a continuidade do processo.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Fazer uma revisão bibliográfica acerca do desempenho de construções, considerando seus conceitos, requisitos, critérios e avaliação; e da NBR 15.575 (ABNT, 2013), destacando seus pontos principais.
- Realizar um estudo de caso avaliando a transição para a utilização da NBR 15.575 (ABNT, 2013) em uma construtora, considerando os processos envolvidos e as demandas relacionadas ao desempenho de edificações.
- Apresentar um diagnóstico do processo de implementação a partir do estudo de caso e propor diretrizes para a continuidade e melhoria da utilização da Norma.



## 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 3.1 Desempenho de Edificações

#### 3.1.1 Conceito

O desempenho de uma edificação pode ser definido como o seu comportamento em uso. Suas características devem possibilitar o cumprimento dos objetivos e funções para os quais foi projetada, atendendo aos requisitos dos usuários ao longo de sua vida útil. Em geral, a edificação deve apresentar as condições mínimas de habitabilidade necessárias aos usuários durante a sua utilização, como conforto térmico e acústico, segurança, estanqueidade, higiene, entre outros (POSSAN e DEMOLINER, 2013).

Data do século XX a.C. uma definição do comportamento desejado de uma construção a partir do primeiro registro conhecido de um regulamento de construção atribuído ao Rei Hammurabi da Babilônia, o qual reinou entre 1955 e 1913 a.C., inscrito sobre um obelisco no Louvre, em Paris: “Artigo 229: O construtor fez uma casa para um homem e o seu trabalho não foi forte, e se a casa cair e matar o dono da casa, então o construtor deve ser morto”. Não há informação alguma sobre como deveria ser feita a construção ou quais materiais e métodos deveriam ser utilizados, mas sim qual deveria ser o desempenho daquela estrutura (BORGES, 2008).

Segundo Borges (2008), nas últimas décadas o tema “desempenho” tem sido estudado por diversas entidades importantes no mundo, sendo possível ressaltar o CIB (*International Council for Research and Innovation in Building and Construction*), uma organização internacional dedicada ao avanço tecnológico da construção a partir de estudos de pesquisa e disseminação de informação. O CIB destaca-se nos estudos relacionados ao Desempenho de Construções, iniciados em 1970 com a criação da Comissão de Trabalho W060, abordando o Conceito de Desempenho para Construções quando o tema passou a ser estudado de forma mais estruturada e profunda. Em 1982, o coordenador da Comissão W060 definiu o conceito que apresenta-se consolidado no meio acadêmico:

A abordagem de desempenho é, primeiramente e acima de tudo, a prática de se pensar em termos de fins e não de meios. A preocupação é com os requisitos que a construção deve atender e não com a prescrição de como esta deve ser construída. (GIBSON, 1982)

Em 1984, a ISO (*International Organization for Standardization*), organização voltada à padronização a nível internacional, publicou sua diretriz ISO 6241 (ISO, 1984), que trouxe a aplicação do conceito de desempenho ao definir uma lista de requisitos dos usuários de imóveis. Essa Norma seria como uma base para a elaboração de normas de desempenho, fornecendo diretrizes para a seleção dos requisitos a serem aplicados em cada caso no que diz respeito ao desempenho de edificações.

No Brasil, são contabilizadas 20 normas técnicas relacionadas ao desempenho de estruturas (Sinduscon-MG/CBIC, 2013). A NBR 15.575 (ABNT, 2013) segue a mesma ideia da ISO, definindo os requisitos de desempenho das edificações (qualitativamente), os critérios (quantitativamente) e os métodos de avaliação para a verificação do atendimento ou não aos critérios estabelecidos.

### **3.1.2 Requisitos**

As necessidades dos usuários são subjetivas, crescentes e variam conforme a região e o tempo. Podem apresentar caráter absoluto (mínimos aceitáveis) e caráter relativo (níveis de satisfação e custos) e são baseadas nas expectativas dos usuários em relação ao produto, no caso, a edificação, e à empresa responsável pelo fornecimento do produto (BORGES, 2008). Como um usuário é diferente do outro, existem inúmeras variáveis envolvidas que tornam complexo o processo de se construir um entendimento dessas necessidades.

Uma das maiores dificuldades com relação ao desempenho das edificações na construção civil é, portanto, definir e expressar as necessidades dos usuários através de requisitos e critérios que possam ser avaliados e medidos, considerando determinadas condições de exposição e uso. Além disso, todo o processo deve ser técnica e economicamente viável na realidade em que se encontra.

Como referência para a questão dos requisitos de desempenho de edificações, tem-se a norma ISO 6241, que estabeleceu em 1984 os requisitos a serem apresentados pelas estruturas (Tabela 1). A NBR 15.575 (ABNT, 2013) também estabelece em seu texto as exigências do usuário traduzidas em requisitos, que serão apresentados no item 3.2.3 deste trabalho.

<b>Categoria</b>	<b>Exemplos</b>
1. Requisitos de estabilidade	Resistência mecânica a ações estáticas e dinâmicas, tanto individualmente quanto em combinação. Resistência a impactos, ações abusivas intencionais ou não, ações acidentais, efeitos cíclicos.
2. Requisitos de segurança contra incêndio	Riscos de irrupção e de difusão de incêndio, respectivamente. Efeitos psicológicos de fumaça e calor. Tempo de acionamento de alarme (sistemas de detecção e de alarme). Tempo de evacuação da edificação (rotas de saída). Tempo de sobrevivência (compatibilização do fogo)
3. Requisitos de segurança em uso	Segurança relativa a agentes agressivos (proteção contra explosões, queimaduras, pontos e bordas cortantes, mecanismos móveis, descargas elétricas, radioatividade, contato ou inalação de substâncias venenosas, infecção). Segurança durante movimentação e circulação (limitação de escorregamento nos pisos, vias não obstruídas, corrimões, etc.). Segurança contra a entrada indevida de pessoas e/ou animais.
4. Requisitos de vedação	Vedação contra água (de chuva, do subsolo, de água potável, de águas servidas, etc.). Vedação de ar e de gás. Vedação de poeira e de neve.
5. Requisitos térmicos e de umidade	Controle de temperatura do ar, da radiação térmica, da velocidade do ar e da umidade relativa (limitação de variação em tempo e no espaço, resposta de controles). Controles de condensação.
6. Requisitos de pureza do ar	Ventilação. Controle de odores.
7. Requisitos acústicos	Controle de ruídos internos e externos (contínuos e/ou intermitentes). Inteligibilidade sonora. Tempo de reverberação.
8. Requisitos visuais	Iluminação natural e artificial (iluminação necessária, estabilidade, contraste luminoso e proteção contra luz muito forte). Luz solar (insolação). Possibilidade de escuridão. Aspectos de espaços e de superfícies (cor, textura, regularidade, nivelamento, verticalidade, horizontalidade, perpendicularidade, etc.). Contato visual, internamente e com o mundo exterior (encadeamentos e barreiras referentes à privacidade, proteção contra distorção ótica).
9. Requisitos dinâmicos	Limitação de vibrações e acelerações de todo o conjuntos (transientes e contínuas). Comodidade dos pedestres nas áreas expostas ao vento. Facilidade de movimentação (inclinação das rampas, disposição dos degraus de escadas). Margem de manobras (manipulação de portas, janelas, controle sobre equipamentos, etc.).
11. Requisitos de higiene	Instalação para cuidados e higiene do corpo humano. Suprimento de água. Condições de feitura e limpeza.

	Liberação de águas servidas, materiais servidos e fumaça. Limitação de emissão de contaminantes.
--	---

**Tabela 1 - Requisitos dos usuários ISO 6241**  
Fonte: BORGES, 2008

### **3.1.3 Critérios**

Segundo Borges (2008), quantificar as necessidades dos usuários em critérios objetivos é um processo que envolve estudos e pesquisas acerca da resposta humana ao ambiente construído, envolvendo áreas da ciência como antropologia, psicologia, sociologia, fisiologia, ergonomia e as populações especiais. Definir os critérios de desempenho é um processo complexo, assim como determinar as necessidades dos usuários, e envolve diversos aspectos físicos, funcionais, sociais, econômicos, ambientais, entre outros.

A duração do desempenho como parte das necessidades dos usuários é outro aspecto importante na definição dos critérios e está relacionada à vida útil e a durabilidade da edificação, seus sistemas e componentes. Um dos problemas também enfrentados na definição do desempenho almejado das edificações é a diversidade de especialidades envolvidas no processo de construção das edificações, que apresentam níveis de desenvolvimento e conhecimento divergentes entre si (BORGES, 2008).

A utilização de normas como referências na definição dos critérios de desempenho de edificações pode ser verificada a partir da ISO 6241 (ISO, 1984) e da NBR 15.575 (ABNT, 2013), que define critérios de desempenho para edifícios habitacionais com base nos critérios estabelecidos pela ISO 6241, adaptando-os à realidade brasileira (POSSAN e DEMOLINER, 2013). Tais critérios serão abordados no item 3.2.3 deste trabalho.

### **3.1.4 Avaliação**

Não haveria sentido estabelecer requisitos e critérios de desempenho como referências para determinado nível de desempenho a ser apresentado por uma edificação, se não houvesse uma forma de mensurá-lo (BORGES, 2008). Assim, para verificar a adequação da estrutura e de seus sistemas ao desempenho proposto e garantir que as condições mínimas sejam atendidas, deve ser feita uma avaliação de desempenho.

O ideal é que a avaliação de desempenho seja feita em conformidade com as normas vigentes, que apresentam orientações sobre como devem ser feitas as avaliações, indicando também eventuais estudos e ensaios a serem feitos e os locais para a sua realização, entre outros aspectos, como a NBR 15.575 (ABNT, 2013). Deve-se atentar ainda para a forma como deve ser apresentada a avaliação, os relatórios necessários e como devem ser apresentados.

Além disso, os procedimentos de avaliação de desempenho devem ser acessíveis. As normas abrangem todo o território brasileiro e em todo ele deve haver recursos para o seu cumprimento. Muitas vezes uma opção pode ser melhor tecnicamente mas inacessível em algumas regiões por ser mais sofisticada, isso inviabiliza a devida aplicação da Norma e impede que a sua proposta de garantir os níveis de aceitação de um produto entre fornecedor e consumidor seja concretizada (BORGES, 2008).

### **3.2 Norma ABNT NBR 15.575**

A NBR 15.575 (ABNT, 2013) foi elaborada pela Comissão de Estudos de Desempenho de Edificações (CE-02.136.01) no Comitê Brasileiro da Construção Civil (ABNT/CB-02). Ela é dividida em seis partes, contendo: Requisitos gerais, Requisitos para os sistemas estruturais, Requisitos para os sistemas de pisos, Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas, Requisitos para os sistemas de coberturas e Requisitos para os sistemas hidrossanitários.

Essa Norma busca atender às exigências dos usuários quanto ao desempenho de edificações, com enfoque no comportamento em uso dos edifícios e seus sistemas, desconsiderando a forma como foram construídos. Para as determinações da Norma, o que importa é que os critérios estabelecidos sejam atendidos.

Além disso, pode-se caracterizá-la como complementar às normas prescritivas ao considerar questões muitas vezes não abordadas em normas específicas, como durabilidade dos sistemas, manutenibilidade da edificação e o conforto tátil e antropodinâmico dos usuários. O uso conjunto das normas prescritivas e da NBR 15.575 (ABNT, 2013) objetiva corresponder às exigências dos usuários a partir de alternativas e soluções tecnicamente adequadas.

### 3.2.1 Exigências dos Usuários

A NBR 15.575 (ABNT, 2013) determina as exigências dos usuários, conforme a Tabela 2, que consistem no ponto de partida para a elaboração dos requisitos e critérios de desempenho a serem atendidos.

<b>Exigências dos Usuários</b>	
Segurança	Segurança estrutural Segurança contra o fogo Segurança no uso e na operação
Habitabilidade	Estanqueidade Desempenho térmico Desempenho acústico Desempenho lumínico Saúde, higiene e qualidade do ar Funcionalidade e acessibilidade Conforto tátil e antropodinâmico
Sustentabilidade	Durabilidade Manutenibilidade Impacto ambiental

**Tabela 2 - Exigências dos usuários - NBR 15.575**  
Fonte: NBR 15.575, 2013 (Adaptada)

Uma vez atendidos a nível mínimo (*M*), a Norma considera que estejam satisfeitas tais exigências, o que é importante visto ser essencial uma estabilidade jurídica do mercado, definindo-se com clareza o que atende ao usuário do ponto de vista técnico, uma vez que as exigências dos usuários são subjetivas e crescentes. São ainda apresentados os valores relativos aos níveis de desempenho intermediário (*I*) e superior (*S*). Com a disposição de diferentes níveis de desempenho, espera-se que a presença de níveis mais elevados como opção possa estimular o mercado a praticá-los a longo prazo, atendendo melhor às exigências dos usuários.

### 3.2.2 Incumbências dos Intervenientes

Para que se obtenha o desempenho desejado para a estrutura ao longo de sua vida útil, são necessários diversos fatores e a ação dos vários agentes envolvidos nos processos. Assim, a Norma estabelece as responsabilidades e incumbências técnicas dos intervenientes (responsáveis) das edificações apresentadas de forma

sucinta na Tabela 3, descrevendo o papel de cada agente do ponto de vista técnico, visando atender ao desempenho requerido.

Isso evidencia a necessidade da participação correta e efetiva de todos os envolvidos na cadeia da construção civil, desde os fornecedores de materiais até os usuários das edificações, para que as condições de desempenho sejam satisfeitas. Além disso, observa-se a importância de se ter uma referência em relação às responsabilidades dos intervenientes para eventuais situações jurídicas de demanda entre usuários de imóveis e o setor produtivo ou entre agentes.

<b>Interveniente</b>	<b>Incumbências</b>
Fornecedor de insumo, material, componente e/ou sistema	Caracterizar o desempenho de acordo com a Norma.
Projetista	Estabelecer a vida útil projetada (VUP) de cada sistema que compõe a Norma. Especificar materiais, produtos e processos que atendam ao desempenho mínimo estabelecido pela Norma.
Construtor e incorporador	Identificar riscos previsíveis na época do projeto, providenciando estudos técnicos e fornecer informações necessárias aos projetistas. Elaborar o manual de operação, uso e manutenção, a ser entregue ao proprietário da unidade, e o manual das áreas comuns, a ser entregue ao condomínio.
Usuário	Realizar a manutenção conforme a ABNT NBR 5674 e manuais fornecidos.

**Tabela 3 - Incumbências dos intervenientes - NBR 15.575**

Fonte: ABNT NBR 15.575 (2013) (Adaptada)

### **3.2.3 Requisitos e Critérios de Desempenho**

A partir da determinação das exigências dos usuários, são estabelecidos requisitos e critérios de desempenho. Os requisitos de desempenho são definidos na Norma NBR 15.575 (ABNT, 2013) como: “Condições que expressam qualitativamente os atributos que a edificação habitacional e seus sistemas devem possuir, a fim de que possam satisfazer as exigências dos usuários.”. Já os critérios de desempenho consistem em: “Especificações quantitativas dos requisitos de desempenho,

expressos em termos de quantidades mensuráveis, a fim de que possam ser objetivamente determinados.” (ABNT NBR 15.575, 2013).

A Norma aborda na Parte 1 os requisitos gerais, que se aplicam a todos os sistemas, de maneira mais conceitual. Nas demais partes, ela trata especificamente das categorias com base na Norma ISO 6241 (1984), considerando seus requisitos e critérios de um ponto de vista mais técnico. A Tabela 4 apresenta os requisitos e critérios de desempenho propostos pela NBR 15.575 (ABNT, 2013), conforme as categorias por ela estabelecidas.

<b>Categoria</b>	<b>Requisitos</b>	<b>Crítérios</b>
Desempenho Estrutural	Estabilidade e resistência estrutural	Estado-limite último
	Deformações, fissurações, ocorrência de outras falhas	Estado-limite de serviço
Segurança contra incêndio	Dificultar o princípio do incêndio	Proteção contra descargas atmosféricas
		Proteção contra risco de ignição nas instalações elétricas
		Proteção contra risco de vazamentos nas instalações de gás
	Facilitar a fuga em situação de incêndio	Rotas de fuga
	Dificultar a inflamação generalizada	Propagação superficial de chamas
	Dificultar a propagação do incêndio	Isolamento de risco à distância
		Isolamento de risco por proteção
		Assegurar estanqueidade e isolamento
Segurança estrutural	Minimizar o risco de colapso estrutural	
Sistema de extinção e sinalização de incêndio	Equipamentos de extinção, sinalização e iluminação de emergência	
Segurança no uso e na operação	Segurança na utilização do imóvel	Segurança na utilização dos sistemas
	Segurança das instalações	Segurança na utilização das instalações



Estanqueidade	Estanqueidade a fontes de umidade externas à edificação	Estanqueidade à água de chuva e à umidade do solo e do lençol freático
	Estanqueidade a fatores de umidade internas à edificação	Estanqueidade à água utilizada na operação e manutenção do imóvel
Desempenho térmico	Exigências de desempenho no verão	Valores máximos de temperatura
	Exigências de desempenho no inverno	Valores mínimos de temperatura
Desempenho acústico	Isolação acústica de vedações externas	Desempenho acústico das vedações externas
	Isolação acústica entre ambientes	Isolação ao ruído aéreo entre pisos e paredes internas
	Ruídos de impactos	Ruídos gerados por impactos
Desempenho lumínico	Iluminação natural	Níveis mínimos de iluminância natural Fator de luz diurna
	Iluminação artificial	Níveis mínimos de iluminação artificial
Durabilidade e manutenibilidade	Vida útil de projeto do edifício e dos sistemas que o compõem	Vida útil de projeto (VUP) Durabilidade
	Manutenibilidade do edifício e de seus sistemas	Facilidade ou meios de acesso
Saúde, higiene e qualidade do ar	Proliferação de microorganismos	Legislação vigente
	Poluentes na atmosfera interna à habitação	Legislação vigente
	Poluentes no ambiente de garagem	Legislação vigente
Funcionalidade e acessibilidade	Altura mínima de pé direito	Altura mínima de pé direito
	Disponibilidade mínima de espaços para uso e operação da habitação	Disponibilidade mínima de espaços para uso e operação da habitação
	Adequação para pessoas com deficiências físicas ou pessoas com mobilidade reduzida	Adaptações de áreas comuns e privativas
	Possibilidade de ampliação da unidade habitacional	Ampliação de unidades habitacionais evolutivas
Conforto tátil e antropodinâmico	Conforto tátil e adaptação ergonômica	Adequação ergonômica de dispositivos de manobra
	Adequação antropodinâmica de dispositivos de manobra	Força necessária para o acionamento de dispositivos de manobra

Adequação ambiental	Utilização e reuso de água	Parâmetros de qualidade de água para usos restritivos não potáveis
---------------------	----------------------------	--

**Tabela 4 - Requisitos e critérios de desempenho - NBR 15.575**  
 Fonte: NBR 15.575, 2013 (Adaptada)

### 3.2.4 Avaliação de Desempenho

Segundo a ABNT NBR 15.575 de 2013: “a avaliação de desempenho busca analisar a adequação ao uso de um sistema ou de um processo construtivo destinado a cumprir uma função, independentemente da solução técnica adotada.”. A Norma estabelece os métodos de avaliação para a verificação de cada requisito estabelecido, buscando atender aos respectivos critérios de desempenho.

Para a avaliação do desempenho deve-se ter o domínio de conhecimentos científicos sobre os aspectos funcionais, materiais e técnicas construtivas de uma edificação, bem como das exigências dos usuários. A Norma então sugere a realização de testes, ensaios, inspeções, simulações e análises, para que seja feita uma investigação sistemática, com base em métodos consistentes que possam fornecer uma interpretação objetiva do comportamento esperado do sistema nas condições de uso definidas.

Os procedimentos recomendados devem ser realizados em laboratórios especializados, sendo sugerida também a modelagem matemática como ferramenta para as estimativas de vida útil e análise de desempenho. Indica-se que tudo deve ser feito conforme as especificações da NBR 15.575 (ABNT, 2013) e atendendo às demais Normas explicitadas. Ainda, determina-se que:

Quando uma Norma Brasileira prescritiva contiver exigências suplementares a esta Norma, elas devem ser integralmente cumpridas. Na ausência de Normas Brasileiras prescritivas para sistemas, podem ser utilizadas Normas Internacionais prescritivas relativas ao tema. (ABNT, 2013)

Além disso, são fornecidas diretrizes para a implantação do edifício, com o objetivo de avaliar os possíveis riscos e prevenir a ocorrência de prejuízos à segurança e à funcionalidade da obra, sendo tomadas as devidas providências. O entorno da edificação também é considerado, levando-se em conta as interações entre construções próximas para que não haja prejuízos a nenhuma das partes.

Com relação à segurança e à estabilidade da estrutura ao longo de sua vida útil, consideram-se as condições de agressividade do solo, do ar e da água na época do projeto, sendo tomadas as providências necessárias à proteção da estrutura e seus sistemas.

Recomenda-se que os resultados sejam devidamente registrados, devendo o responsável pela avaliação elaborar um relatório que contenha as informações que caracterizem o edifício ou sistema analisado, os ensaios realizados e as amostras utilizadas em conformidade com as prescrições normativas, além dos resultados obtidos, constituindo um documento de avaliação do desempenho com base nos requisitos e critérios avaliados de acordo com a Norma.

### **3.2.5 Utilização**

Okamoto (2015) realizou um estudo de casos a fim de coletar informações em empresas construtoras/incorporadoras, projetistas, fabricantes e empreiteiras acerca da percepção dos entrevistados sobre os principais ganhos e as dificuldades encontradas na busca pelo atendimento às exigências da NBR 15.575 (ABNT, 2013), procurando identificar boas práticas e informações que pudessem ser adaptadas a outras empresas, principalmente com relação ao processo de projeto. Foram entrevistadas seis empresas sediadas em Manaus (AM), Divinópolis (MG) e São Paulo (SP), entre agosto de 2013 e agosto de 2014.

A partir dos resultados, foram observadas pela autora algumas dificuldades quanto ao aumento dos custos relativos à elaboração de projetos e à produção de um empreendimento devido à necessidade de atender às exigências da Norma, além de:

- falta de conhecimento de construtoras, projetistas, fabricantes e empreiteiras sobre o desempenho de edificações, seus sistemas, componentes e elementos até então produzidos;
- dificuldades relacionadas à disponibilidade de laboratórios confiáveis para a realização de ensaios de caracterização do desempenho de elementos, componentes, produtos e sistemas construtivos. Além disso, alguns ensaios foram considerados como custo dos pelos entrevistados;
- qualidade de projetos inferior ao necessário para a equipe de execução de obras, com problemas de falta de informações e falhas em especificações ocasionadas pelo despreparo e falta de conhecimento dos projetistas e contratantes;
- dificuldades com a conscientização de todos os intervenientes relacionados ao processo de projeto quanto à necessidade de se alterar

- a forma com as quais as atividades eram até então desenvolvidas, a fim de se obter um desempenho nas edificações exigido pela norma;
- dificuldades inerentes aos processos produtivos de projetista, fabricantes, empreiteiras, que resistem em cumprir com as responsabilidades apresentadas pela norma;
  - poucas soluções construtivas melhor acessíveis economicamente, tendo em vista o desempenho de edificações. Esse problema se agrava na produção de edificações voltadas às habitações populares;
  - dificuldades relacionadas à interpretação de texto da NBR 15.575 e outras técnicas por ela citadas, que encontram-se desatualizadas e incompatíveis.
- (OKAMOTO, 2015, p.69)

Quanto aos aspectos positivos, abrangendo exemplos de boas práticas que possam ser adaptados e utilizados por outras empresas, Okamoto (2015, p.70) destacou:

- a realização de ensaios de desempenho em sistemas da edificação, a fim de embasarem tomadas de decisões de projeto;
- as exigências de ensaios e laudos comprobatórios de desempenho aos fabricantes de produtos, componentes, elementos e sistemas construtivos;
- a reformulação de diretrizes de projetos com base em laudos técnicos que caracterizam o desempenho de sistemas, produtos e componentes;
- a contratação e utilização de projetos voltados à produção, de forma a garantir melhor desempenho nas edificações durante a fase de execução de obras, além de propiciar maior racionalidade e planejamento do processo construtivo;
- o trabalho conjunto de projetistas e demais fornecedores parceiros com o objetivo de definir as melhores soluções na busca de um melhor desempenho das edificações e seus sistemas;
- a contratação de profissionais especializados, a fim de fornecer diretrizes técnicas mais adequadas à elaboração de projetos e tomadas de decisões;
- a revisão dos Manuais de Uso e Operação, de forma a fornecer maiores e melhores orientações ao condomínio e aos usuários, permitindo-lhes a formulação de um plano de manutenção preventiva mais eficaz e visando o desempenho projetado para a edificação ao longo do tempo.

Ainda, a autora evidencia alguns aspectos relacionados ao atendimento da Norma que foram reconhecidos pelas empresas entrevistadas, mesmo que até então não praticados em alguns casos:

- a contratação do fornecimento de componentes, sistemas construtivos, mão de obra e projetos passa a merecer mais atenção nas empresas entrevistadas, uma vez que o desempenho da edificação depende da qualidade dos serviços terceirizados e produtos adquiridos. Tornou-se necessário o aprimoramento da qualificação de fornecedores e avaliação de projetistas;
- na especificação de projetos, passa-se a dar mais importância ao atendimento de requisitos de desempenho e normas prescritivas relativas a cada componente ou sistema;

- questões relativas ao ruído externo e ao entorno próximo passam a ter maior relevância na elaboração e especificações de projeto;
- as interfaces entre estudo de viabilidade/elaboração de projetos e projetos-execução/produção ganham mais importância, tendo em vista o desempenho das edificações;
- maior conscientização de que, para a obtenção do desempenho nas edificações, há necessidade de uma melhor inter-relação entre as diversas áreas da empresa;
- para a equipe de obras, torna-se essencial a fiscalização dos serviços em conformidade com os projetos;
- a necessidade da elaboração de projetos “como construído” ou *as built* passa a se destacar ainda mais, dada a responsabilidade da empresa em fornecer subsídios para a correta manutenção da edificação pós-entrega da obra;
- ganha importância o maior envolvimento de projetistas e fabricantes na elaboração dos Manuais de Uso e Operação;
- a aprovação de projetos em prefeituras municipais e o lançamento de empreendimentos no mercado devem se basear em projetos tecnicamente maduros, a ponto de permitir que a comercialização das unidades residenciais se baseie em desempenhos já previstos, evitando também que produtos finais se diferenciem significativamente de materiais utilizados na divulgação;
- há necessidade de melhor preparo de projetistas e fabricantes e empreiteiras no atendimento das exigências normativas.

(OKAMOTO, 2015, p.70-72)

Camargos (2014) apresenta a NBR 15.575 (ABNT, 2013) como uma oportunidade de desenvolvimento pelo setor da Construção Civil, trazendo inúmeros desafios à cadeia produtiva e destacando a importância e a necessidade da integração de seus elos. A partir disso, criou-se em Minas Gerais a Secretaria de Desempenho da Indústria da Construção pela Câmara da Indústria da Construção da Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (CIC/FIEMG), em funcionamento desde o fim de 2013. A Secretaria vem desenvolvendo ações e propostas para alavancar os trabalhos relativos à norma e promover o fortalecimento em quatro áreas majoritárias do setor (projetos, laboratórios e pesquisa, indústria de materiais e cadeia produtiva da construção), destacando-se: a divulgação e sensibilização quanto ao atendimento à NBR 15.575 (ABNT, 2013) e os impactos na indústria através de seminários, palestras, entre outros; a definição e operacionalização de ações para integrar os agentes do setor; o apoio a projetos e iniciativas de inovação tecnológica impulsionados pela Norma; o desenvolvimento de estudos e análises com relação aos impactos no mercado levando-se em conta as exigências da Norma; a realização de visitas e o estabelecimento de parcerias entre entidades de apoio e centros de conhecimento ligados à implantação da Norma, como sindicatos,

universidades, entidades de classe, centros de pesquisa, entre outros (CAMARGOS, 2014).

## 4 ESTUDO DE CASO – AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA NBR 15.575 EM UMA CONSTRUTORA

A fim de avaliar o processo de transição para a utilização da NBR 15.575 (ABNT, 2013) será apresentado neste item um estudo de caso envolvendo a Construtora X em seu empreendimento mais recente. Trata-se de um conjunto habitacional Minha Casa Minha Vida – Faixa 2, de quatro blocos, totalizando 64 unidades de 45 m<sup>2</sup>, cuja construção teve início em março de 2017 (Figura 1).



Figura 1 - Projeto arquitetônico - Disposição dos blocos  
Fonte: Construtora X, 2017

### 4.1 A Empresa

A Construtora X atua há 32 anos no ramo da construção civil em Belo Horizonte e região metropolitana, além de outras cidades de Minas Gerais, como Uberlândia e Divinópolis. A empresa é certificada pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) nas normas ISO 9001-2008 e SiAC/PBQP-H-2012 - Nível A. A ISO 9001 é a norma que estabelece requisitos para o Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) reconhecida internacionalmente, sendo referência para comprovar a capacidade de organizações em fornecer produtos e serviços de forma consistente e repetitiva e que correspondam às necessidades de seus clientes, de modo a aumentar a

satisfação dos usuários a partir de melhorias em seus processos e avaliação de conformidades (ABNT/CB-25, 2017).

O PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat) visa organizar o setor da construção civil em torno de duas questões principais, a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva (PBQP-H - Apresentação). O SiAC (Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras) tem como objetivo avaliar a conformidade do SGQ das empresas de serviços e obras, levando em conta as características específicas da atuação dessas companhias na construção civil, com base na série de normas ISO 9000. É um dos projetos propulsores do PBQP-H e busca contribuir para a evolução dos referenciais de qualidade do setor, envolvendo especialidades técnicas de execução, serviços e gerenciamento de obras e empreendimentos e elaboração de projetos (PBQP-H - Projetos - SiAC).

## **4.2 Adoção da ABNT NBR 15.575**

A decisão para adotar efetivamente a NBR 15.575 (ABNT, 2013) partiu da diretoria da empresa, com a iniciativa do setor responsável pela gestão da qualidade em conjunto com o engenheiro responsável pelo empreendimento, que também compõe a área de gestão da empresa. Foi constatada a importância fundamental da Norma de desempenho para a indústria da construção, como uma forma de garantir a qualidade essencial aos usuários e a permanência da empresa de maneira competitiva no mercado.

Foram feitas diversas reuniões para melhor compreender o contexto da construtora com relação à NBR 15.575 (ABNT, 2013), que já tinha seus projetos aprovados e já havia dado início à fase de construção, para então chegar à tomada de decisões. Dentre elas, é possível destacar uma reunião com um especialista na Norma, que orientou a empresa quanto aos aspectos mais relevantes e de maior impacto na construção, fornecendo diretrizes para o processo de implementação da mesma. Outro aspecto importante relacionado à utilização da Norma é o fato de o Banco Caixa Econômica Federal, que financia parte do empreendimento, exigir para isso um documento em que a construtora declara estar ciente da Norma e suas aplicações (Anexo I), se isentando de se responsabilizar ou arcar com qualquer prejuízo relacionado ao não cumprimento da Norma, tornando essa uma obrigação



da construtora.

Logo, foi contratada a Empresa Y, que atua em trabalhos, estudos e pesquisas tecnológicas de materiais em suas diversas aplicações, para fazer uma análise do empreendimento com relação à NBR 15.575 (ABNT, 2013). Foi feita uma pesquisa de mercado e, por fim, a decisão de contratar essa empresa baseou-se principalmente no histórico de atuação e na preocupação com a assertividade em detrimento da questão financeira.

A primeira medida adotada pela empresa contratada foi fazer uma análise acústica de entorno, para compreender o contexto do empreendimento e servir de referência para as análises de desempenho acústico a serem feitas. Além disso, foram realizados outros estudos e análises de projeto com o intuito de verificar se os requisitos de desempenho estavam sendo atendidos. A partir dessas verificações, foram feitas recomendações, de acordo com as exigências da Norma, e propostas soluções para atender às não conformidades encontradas, sendo executadas na obra. A fim de confirmar a eficácia de algumas das medidas adotadas pela construtora, foram montados quatro apartamentos modelo para que fossem feitos os testes necessários. Para um melhor entendimento desse processo e das medidas adotadas pela construtora, serão apresentados os itens a seguir.

#### **4.2.1 Análise acústica de entorno**

Realizou-se uma análise acústica de entorno para verificar o nível de pressão sonora na região a partir de medições *in loco*, utilizando a metodologia da NBR 10.151 – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimentos (ABNT, 2003). Os resultados foram apresentados no Relatório “Acústica de Entorno”, fornecido pela Empresa Y em agosto de 2017, conforme as Figura 2, as Tabelas 5 e 6 e a Figura 3 a seguir.

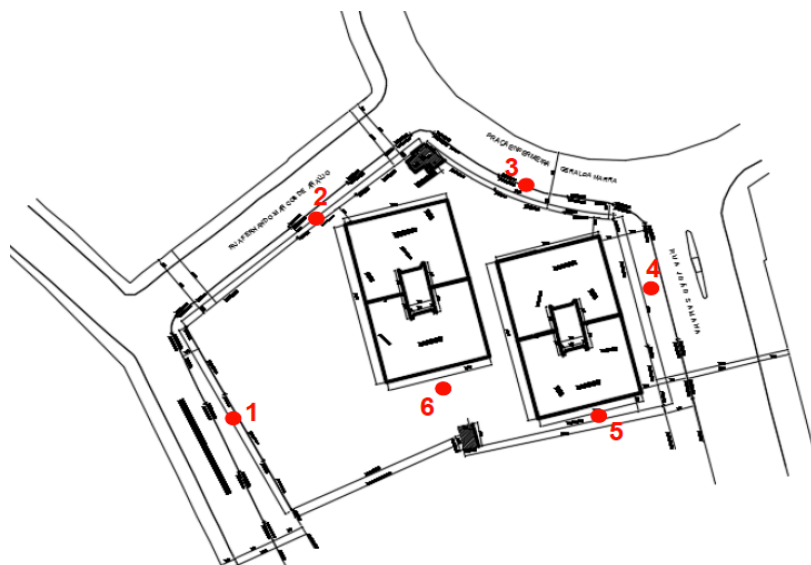


Figura 2 - Planta do empreendimento e localização dos pontos identificados  
 Fonte: Empresa Y, 2017

Classe de ruído	Nível de pressão sonora equivalente $L_{Aeq}$ – dB
I	$\leq 60$ dB(A)
II	61 a 65 dB(A)
III	66 a 70 dB(A)
Especial	Acima de 70 dB(A) – Necessário Estudo Específico

Tabela 5 - Parâmetros de classificação de nível de pressão sonora equivalente  
 Fonte: Empresa Y, 2017

Ponto	Identificação	$L_{Aeq}$	Classe de ruído
01	[REDACTED]	62 dB(A)	Classe II
02	[REDACTED]	60 dB(A)	Classe I
03	[REDACTED]	72 dB(A)	Classe Especial
04	[REDACTED]	69 dB(A)	Classe III
05	[REDACTED]	58 dB(A)	Classe I
06	[REDACTED]	52 dB(A)	Classe I

Tabela 6 - Resultados obtidos - Classificação de nível de pressão sonora equivalente  
 Fonte: Empresa Y, 2017

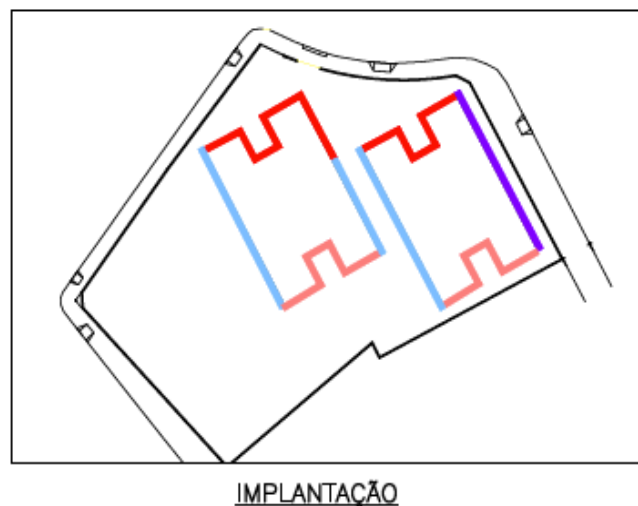
■ CLASSE I

■ CLASSE II

■ CLASSE III

■ CLASSE ESPECIAL:

Os resultado obtido de nível de pressão sonora equivalente no ponto 03 apresentou valor superior à 70 dB(A), portanto a habitação neste ponto se enquadra na classe de ruído especial. Recomenda-se que seja realizado estudo específico a fim de minimizar impactos sonoros provenientes da Praça Enfermeira Geralda Marra na edificação em estudo, para determinar qual o isolamento sonoro mínimo necessário para as fachadas da edificação voltadas para este ponto.



**Figura 3 - Resultados obtidos - Mapa da classificação de nível de pressão sonora equivalente**  
Fonte: Empresa Y, 2017

#### 4.2.2 Estudos e análises de projeto

Para verificar o atendimento aos requisitos da NBR 15.575 (ABNT, 2013), foi feita uma análise do projeto arquitetônico de acordo com o nível de desempenho esperado, definido pela construtora como o mínimo, dada a classificação do empreendimento, Minha Casa Minha Vida – Faixa 2. Das análises propostas pela Empresa Y, optou-se por contratar aquelas de maior importância para a construtora, dadas limitações no orçamento do empreendimento. Os requisitos a serem analisados e representados em projeto podem ser verificados na Tabela 7, considerando o primeiro pavimento, pavimento tipo e cobertura, conforme o requisito.

Segurança contra incêndio	Análise do projeto das rotas de fuga.
Segurança no uso e na operação	Análise da segurança na utilização de pisos e na utilização e manutenção das coberturas.
Estanqueidade	Análise da edificação e especificação em projeto das áreas molhadas e molháveis.
Funcionalidade e acessibilidade	Análise da edificação e especificação em projeto das não conformidades mais recorrentes como: poluentes, depósito de lixo, pé direito, circulação, acessibilidade aos espaços de uso comum.
Desempenho térmico	Avaliação simplificada do desempenho térmico e análise das aberturas para ventilação.
Desempenho acústico	Análise a nível de projeto das vedações internas e externas e pisos a partir de valores de ensaios de laboratório e de campo já realizados.
Desempenho lumínico	Análise de sombreamento e estudo de iluminância natural da pior situação de projeto.

**Tabela 7 - Análises de projeto contratadas**  
Fonte: Construtora X, 2017

Serão apresentados os resultados das análises feitas pela Empresa Y nos próximos itens, conforme o relatório “Análise de Atendimento à Norma de Desempenho – NBR 15575/2013”, datados de agosto de 2017, com exceção do Desempenho Lumínico, que foi apresentado em agosto de 2018. Ressalta-se que no tempo da apresentação das análises, a construção do empreendimento já havia sido iniciada e que os projetistas responsáveis pelos projetos estrutural e arquitetônico não consideraram especificamente a NBR 15.575 (ABNT, 2013) para o desenvolvimento dos mesmos.

#### *4.2.2.1 Desempenho Acústico – Vedações*

Esse aspecto é abordado na NBR 15.575 (ABNT, 2013) Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas, item 12, o qual apresenta os requisitos e critérios para a verificação do isolamento acústico entre o meio externo e o interno, entre unidades autônomas e entre dependências de uma unidade e áreas comuns. Foi utilizado o Índice de redução Sonora Ponderado ( $R_w$ ), obtido a partir de ensaios de laboratório e que fornece valores de referência de cálculo para projetos.

Verificou-se então para as vedações externas e internas se os respectivos métodos construtivos, com um potencial de isolamento  $R_w$  obtido através de bibliografia e estudos anteriores (Figura 4 para externas e Figuras 7, 8 e 9 para internas), atendiam aos valores indicados para o nível mínimo (M) (Tabelas 8 e 9), considerando a planta de primeiro pavimento (Figuras 5 e 10) e pavimento tipo (Figuras 6 e 11).

### Vedações Externas

TABELA 1: ÍNDICE DE REDUÇÃO SONORA PONDERADO,  $R_w$ , DE FACHADAS

CLASSE DE RUÍDO	LOCALIZAÇÃO DA HABITAÇÃO	$R_w$ (dB)	NÍVEL DE DESEMPENHO
I	Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas	$\geq 25$	M
		$\geq 30$	I
		$\geq 35$	S
II	Habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis nas classes I e III	$\geq 30$	M
		$\geq 35$	I
		$\geq 40$	S
III	Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, desde que esteja de acordo com a legislação.	$\geq 35$	M
		$\geq 40$	I
		$\geq 45$	S

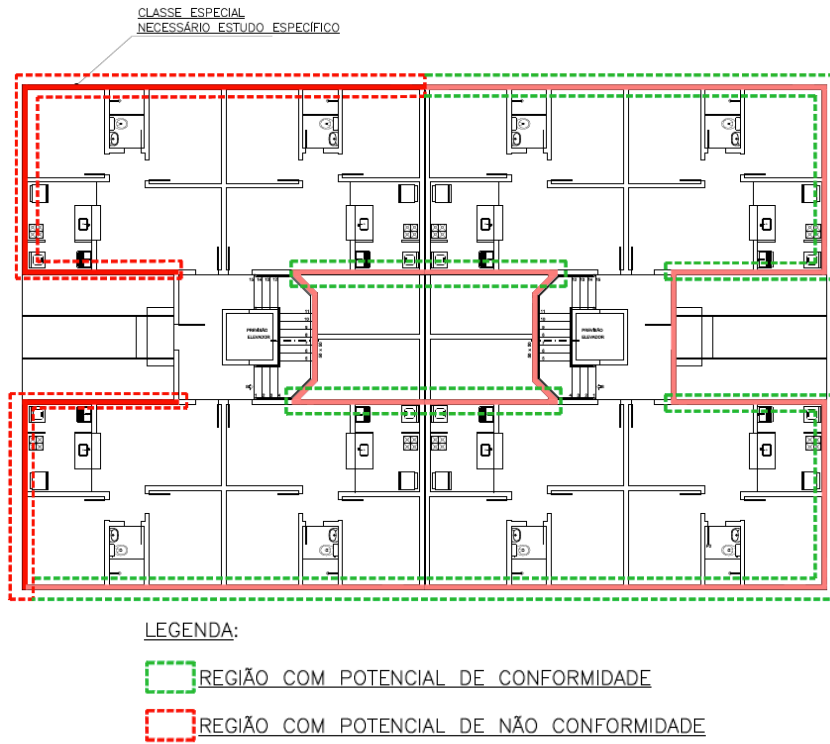
Os valores de desempenho de isolamento acústico medidos em campo ( $D_{nT,w}$  e  $D_{2m,n,T,w}$ ) tipicamente são inferiores aos obtidos em laboratório ( $R_w$ ). A diferença entre estes resultados depende das condições de contorno dos sistemas  $R_w$  com valores aproximados.

FONTE: ABNT NBR 15575-4:2013

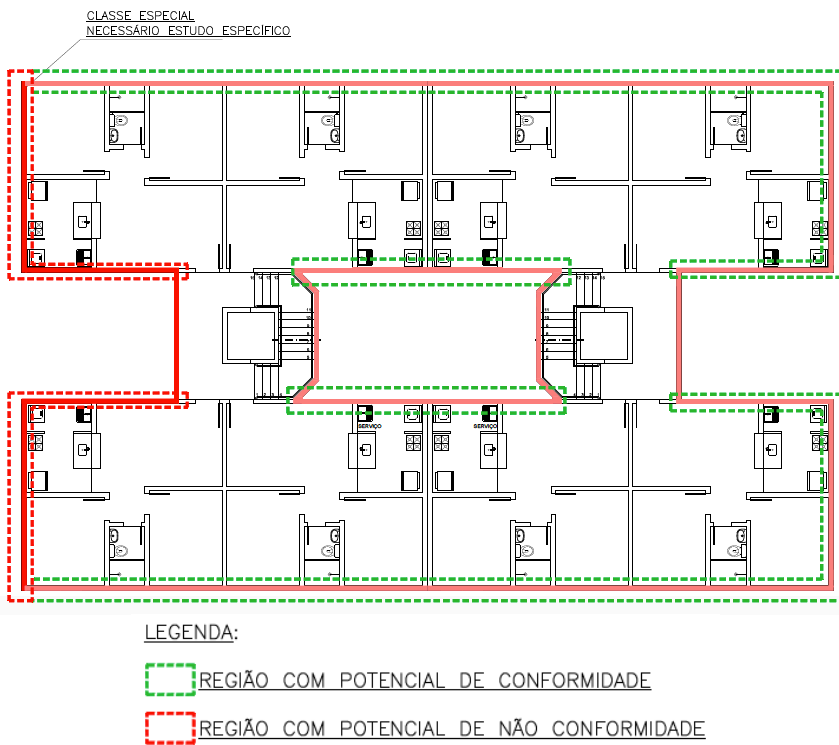
**Tabela 8 - Índice de redução sonora ponderado  $R_w$  de fachadas**  
Fonte: Empresa Y, 2017

ALVENARIA EXTERNA TIPO I ESPECIFICADA EM PROJETO	
	
POTENCIAL DE ISOLAMENTO ( $R_w$ ):	≈ 44dB
ATENDE PARA AS CLASSES:	I,II,III

**Figura 4 - Potencial de isolamento  $R_w$  - Alvenaria externa tipo I**  
Fonte: Empresa Y, 2017



**Figura 5 - Análise de desempenho acústico - Vedações externas - Primeiro pavimento**  
Fonte: Empresa Y, 2017



**Figura 6 - Análise de desempenho acústico - Vedações externas - Pavimento tipo**  
Fonte: Empresa Y, 2017

O relatório indica que o sistema Alvenaria Externa Tipo I atende às determinações da Norma para as classes de ruído I, II e III e destaca a necessidade de um estudo específico para verificar se a classe especial é atendida, tanto para o primeiro pavimento, quanto para o pavimento tipo.

### Vedações Internas

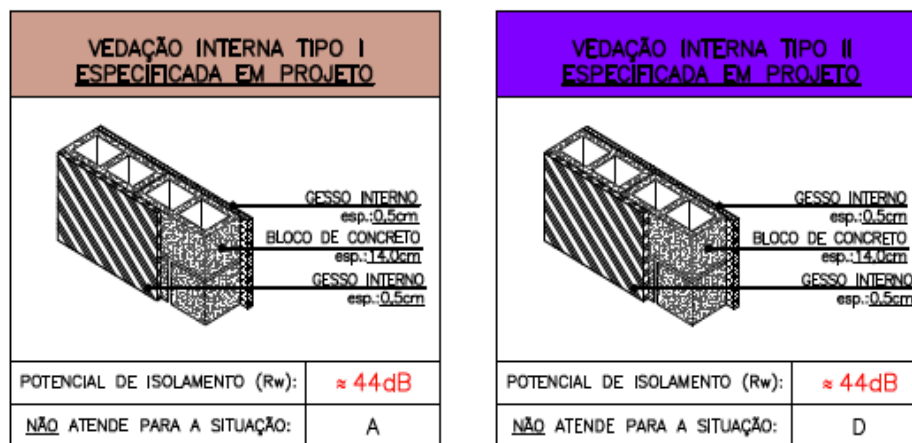
**TABELA 1: ÍNDICE DE REDUÇÃO SONORA PONDERADO,  $R_w$ , DE COMPONENTES CONSTRUTIVOS UTILIZADOS NAS VEDAÇÕES ENTRE AMBIENTES**

SITUAÇÃO	ELEMENTO	$R_w$ (dB)	NÍVEL DE DESEMPENHO
A	Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório	45 a 49	M
		50 a 54	I
		$\geq 55$	S
B	Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	50 a 54	M
		55 a 59	I
		$\geq 60$	S
C	Parede cega de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria dos pavimentos	35 a 39	M
		40 a 44	I
		$\geq 45$	S
D	Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo hall	45 a 49	M
		50 a 54	I
		$\geq 55$	S

Os valores de desempenho de isolamento acústico medidos em campo ( $D_{nT,w}$  e  $D_{2m,n,T,w}$ ) tipicamente são inferiores aos obtidos em laboratório ( $R_w$ ). A diferença entre estes resultados depende das condições de contorno dos sistemas.  $R_w$  com valores aproximados.

FONTE: ABNT NBR 15575-4:2013

**Tabela 9 - Índice de redução sonora ponderado  $R_w$  de componentes construtivos utilizados nas vedações entre ambientes**  
Fonte: Empresa Y, 2017



**Figura 7 - Potencial de isolamento  $R_w$  - Vedação interna tipo I e II**  
Fonte: Empresa Y, 2017

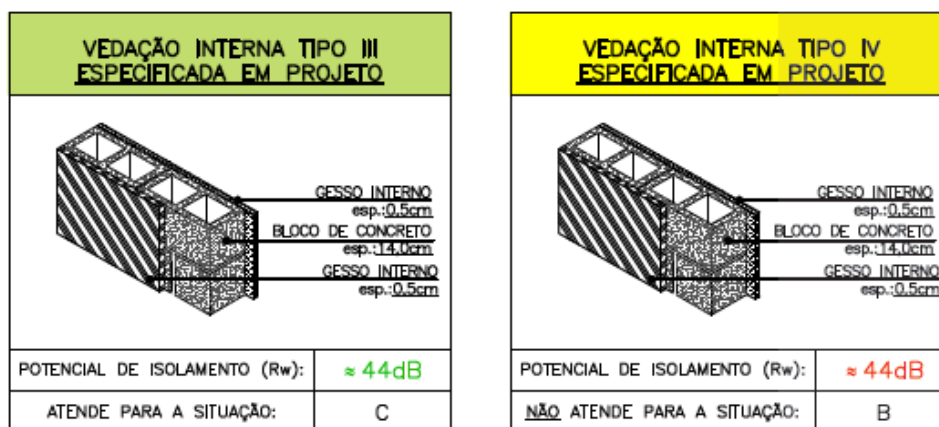


Figura 8 - Potencial de isolamento  $R_w$  - Vedação interna tipo III e IV  
 Fonte: Empresa Y, 2017

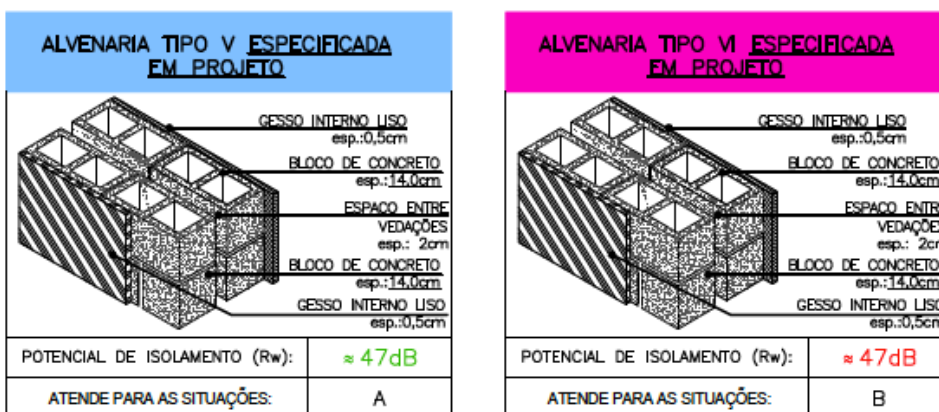
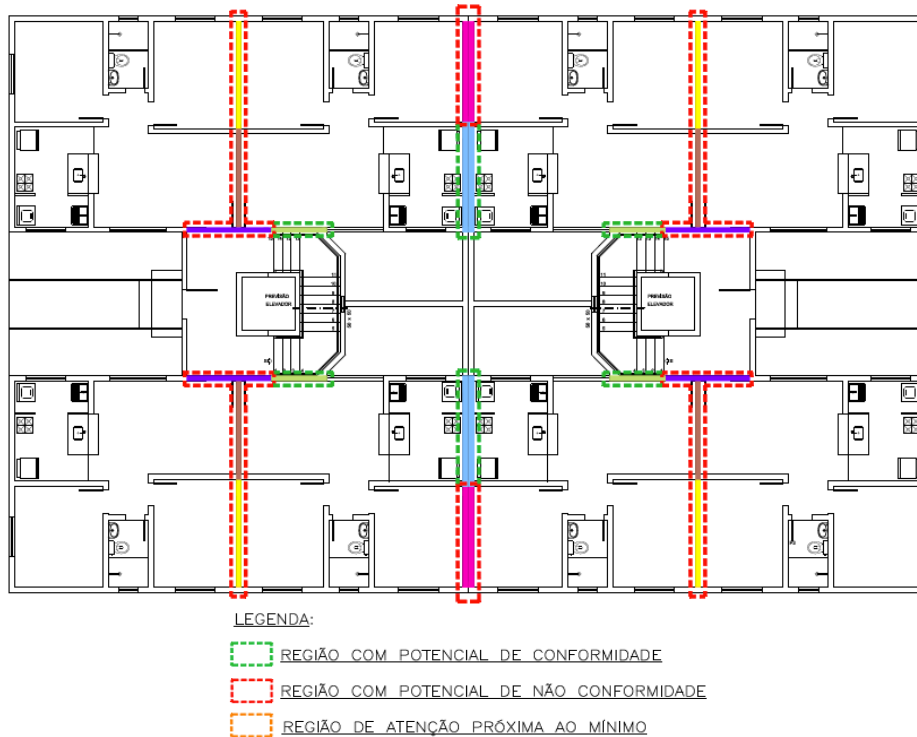
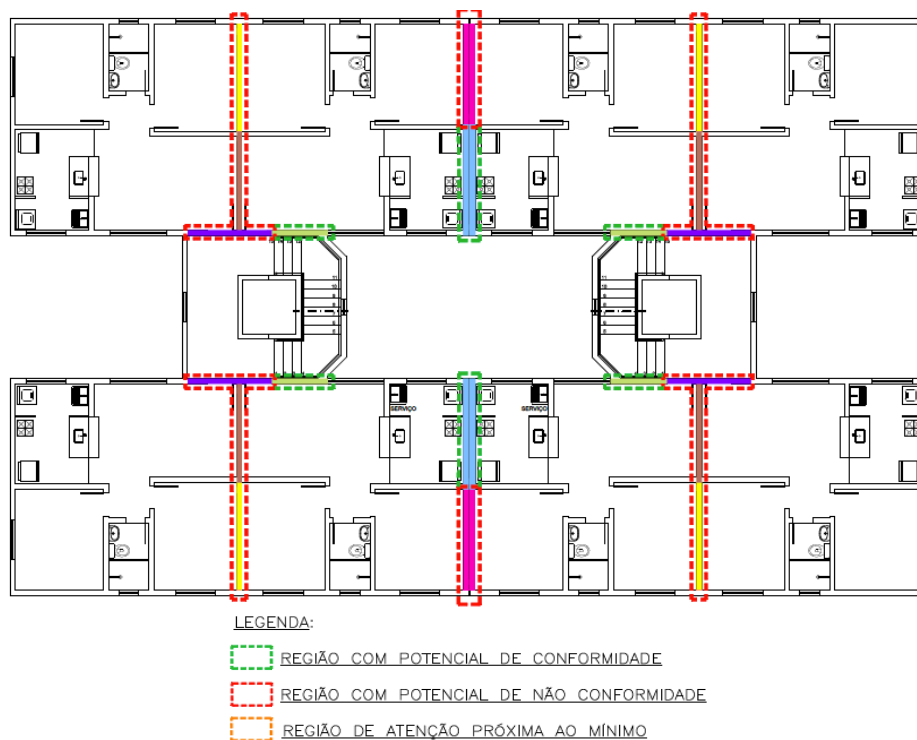


Figura 9 - Potencial de isolamento  $R_w$  - Vedação interna tipo V e VI  
 Fonte: Empresa Y, 2017





**Figura 10 - Análise de desempenho acústico - Vedações internas - Primeiro Pavimento**  
 Fonte: Empresa Y, 2017



**Figura 11 - Análise de desempenho acústico - Vedações internas - Pavimento tipo**  
 Fonte: Empresa Y, 2017

O relatório indica que os sistemas Alvenaria Interna Tipo III e Alvenaria Tipo V atendem às determinações da Norma, ao contrário dos sistemas Alvenaria Interna Tipo I, II e IV e Alvenaria Tipo VI. Para estes, são então recomendados sistemas alternativos de vedação, conforme a Figura 12.

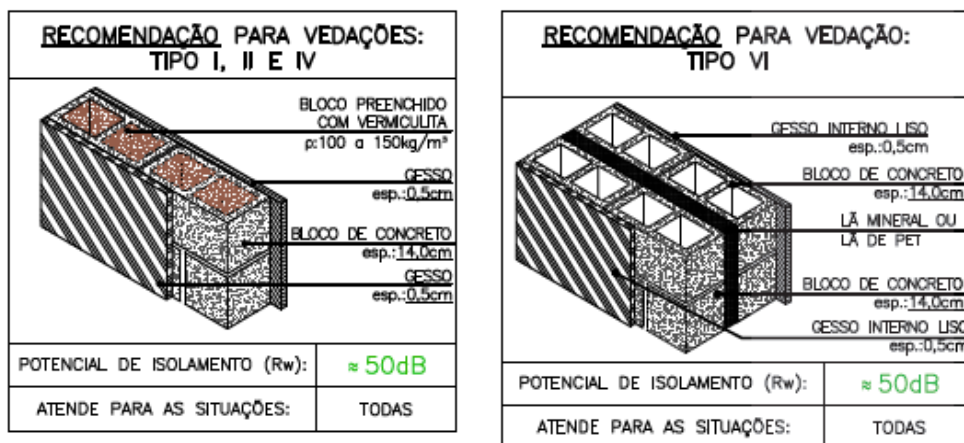


Figura 12 - Recomendação para vedações tipo I, II e IV e VI  
Fonte: Empresa Y, 2017

#### 4.2.2.2 Desempenho Acústico – Piso

Esse aspecto é abordado na NBR 15.575 (ABNT, 2013) Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos, item 12, que apresenta os requisitos e critérios para a verificação do isolamento acústico do sistema de piso entre unidades autônomas. São considerados o isolamento de ruído aéreo (conversas, som proveniente de TV, entre outros) e o isolamento de ruído de impacto no sistema de piso (caminhamento, queda de objetos, entre outros), para o primeiro pavimento e o pavimento tipo.

#### Ruído Aéreo

Para avaliação do ruído aéreo, foi utilizado como referência o parâmetro Diferença padronizada de nível ponderada ( $D_{nT,w}$ ) (Tabela 10). São analisados os dormitórios e salas do primeiro pavimento (Figura 13) e pavimento tipo (Figura 14), considerando-se seus respectivos sistemas construtivos (Figura 15).

O relatório indica que os resultados para essa análise deverão ser obtidos a partir de ensaios no local (Figura 15), dado que a transmissão do ruído aéreo ocorre através de várias vias de transmissão indireta, dependendo das propriedades das soluções construtivas, da forma como acontece a uniões entre elas e da geometria dos

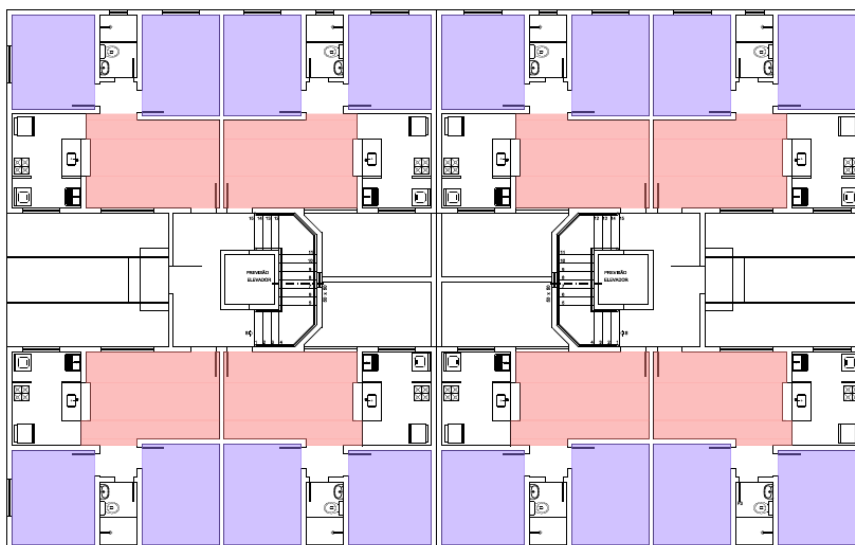
recintos.

**TABELA 4: CRITÉRIO DE DIFERENÇA PADRONIZADA DE NÍVEL PONDERADA,  $D'_{nT,w}$**

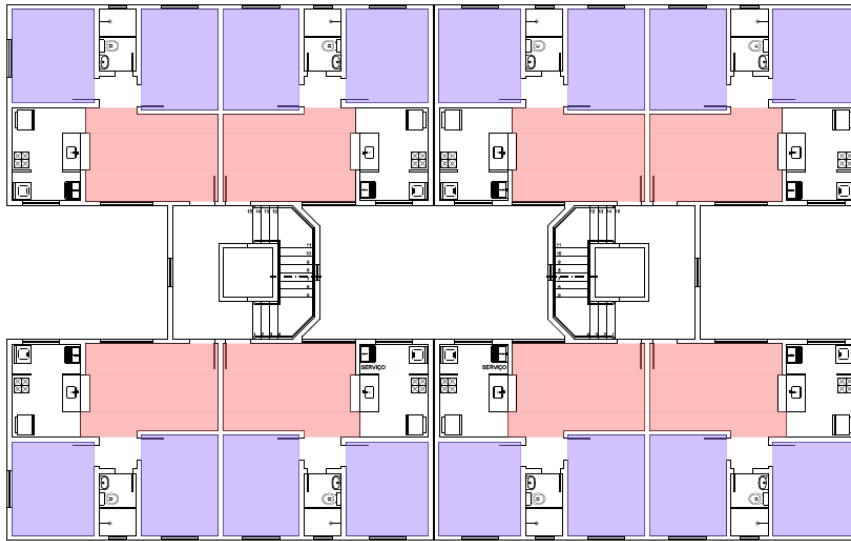
SITUAÇÃO	ELEMENTO (LOCALIZAÇÃO)	$D_{nT,w}$ (dB)	NÍVEL DE DESEMPENHO
A	Sistema de piso entre unidades autônomas, no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório.	45 a 49	M
		50 a 54	I
		$\geq 55$	S
B	Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas de áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria nos pavimentos, bem como em pavimentos distintos. Sistema de piso entre unidades habitacionais autônomas, nas situações onde não haja ambiente dormitório	40 a 44	M
		45 a 49	I
		$\geq 55$	S
C	Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas de áreas comuns de uso coletivo, para atividades de lazer e esportivas, como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas.	45 a 49	M
		50 a 54	I
		$\geq 55$	S

FONTE: ABNT NBR 15575-3:2013

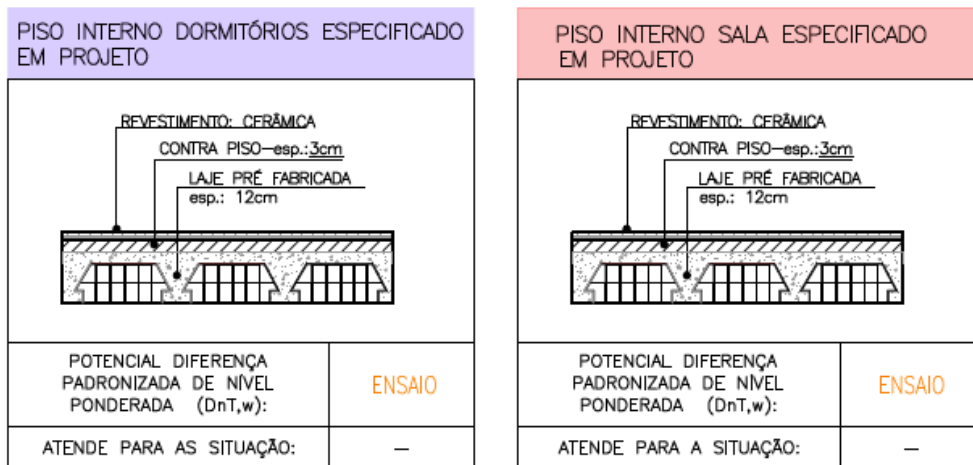
**Tabela 10 - Critério de diferença padronizada de nível ponderada  $D_{nT,w}$**   
Fonte: Empresa Y, 2017



**Figura 13 - Dormitórios e salas - Primeiro pavimento**  
Fonte: Empresa Y, 2017



**Figura 14 - Dormitórios e salas - Pavimento tipo**  
 Fonte: Empresa Y, 2017



**Figura 15 - Potencial  $D_{nT,w}$  do piso interno de dormitórios e salas especificado em projeto**  
 Fonte: Empresa Y, 2017

### Ruído de Impacto

Para avaliação do som resultante de ruídos de impacto entre unidades habitacionais foi utilizado como referência o parâmetro Nível de pressão sonora de impacto padrão ponderado ( $L'_{nT,w}$ ) (Tabela 11). É analisado o sistema construtivo dos dormitórios, considerando-se o primeiro pavimento (Figura 16) e o pavimento tipo (Figura 17).

O relatório indica um valor de referência de acordo com o sistema de piso, referente a ensaios já realizados pela empresa (Figura 18). De acordo com a Tabela 11, esse

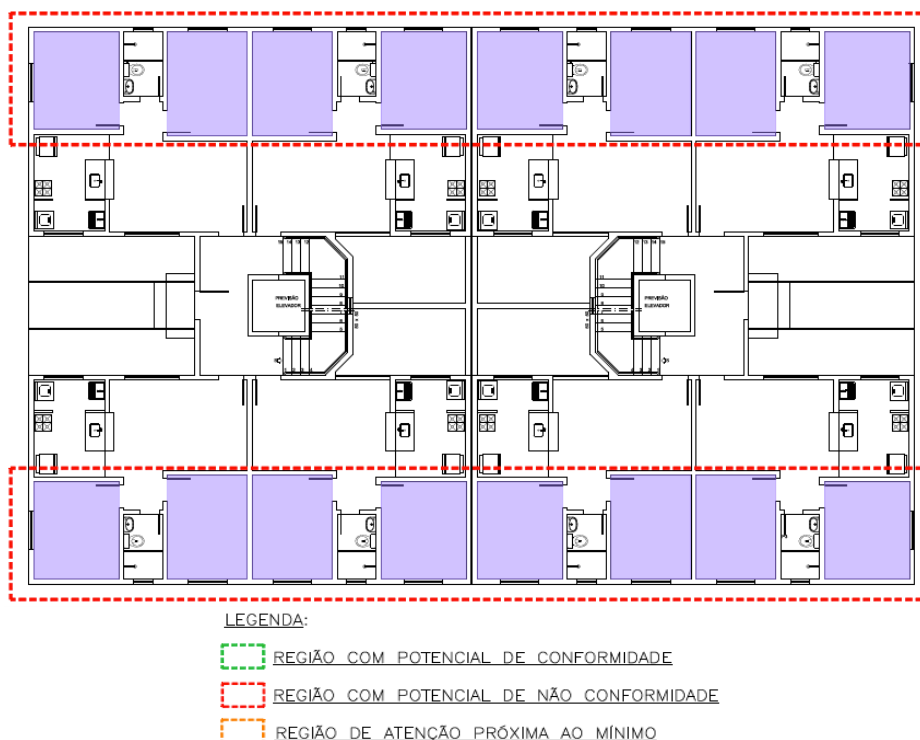
valor não atende à situação A, apesar de indicação “Atende para a situação: A” no relatório. Ainda, não consta no relatório a indicação de uma alternativa para a não conformidade.

**TABELA 3: CRITÉRIO E NÍVEL DE PRESSÃO SONORA DE IMPACTO PADRÃO PONDERADO,  $L'_{nT,w}$**

SITUAÇÃO	ELEMENTO (LOCALIZAÇÃO)	$L'_{nT,w}$ (dB)	NÍVEL DE DESEMPENHO
A	Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas posicionadas em pavimentos distintos.	66 a 80	M
		56 a 65	I
		≤ 55	S
B	Sistema de piso de áreas de uso coletivo (atividades de lazer e esportivas, como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas, e lavanderias coletivas) sobre unidade habitacionais autônomas.	51 a 55	M
		46 a 50	I
		≤ 55	S

Fonte: ABNT NBR 15575-3:2013

**Tabela 11 - Critério e nível de pressão sonora de impacto padrão ponderado  $L'_{nT,w}$**   
Fonte: Empresa Y, 2017



**Figura 16 - Análise de desempenho acústico - Piso - Ruído de impacto - Primeiro pavimento**  
Fonte: Empresa Y, 2017

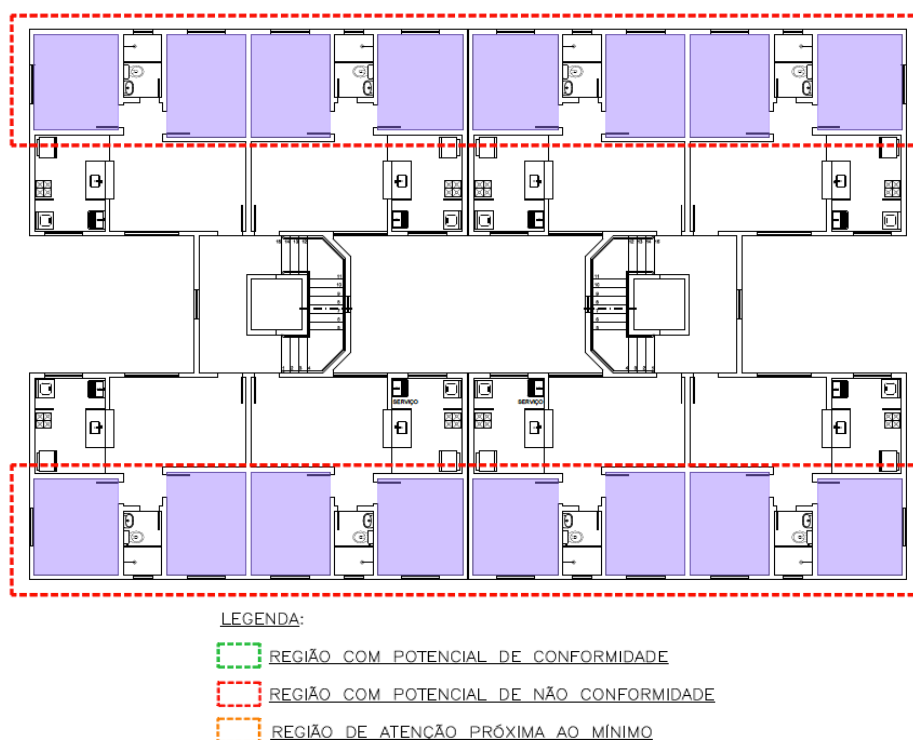


Figura 17 - Análise de desempenho acústico - Piso - Ruído de impacto - Pavimento tipo  
 Fonte: Empresa Y, 2017

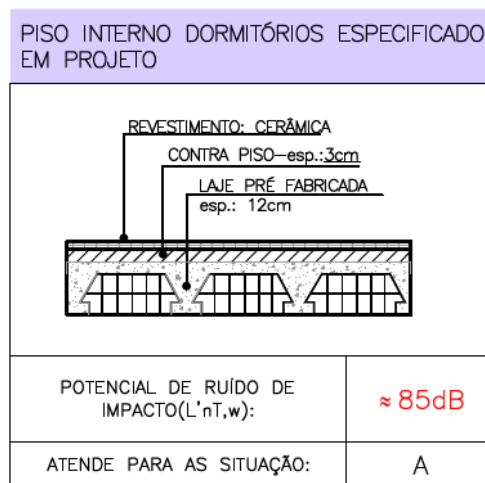
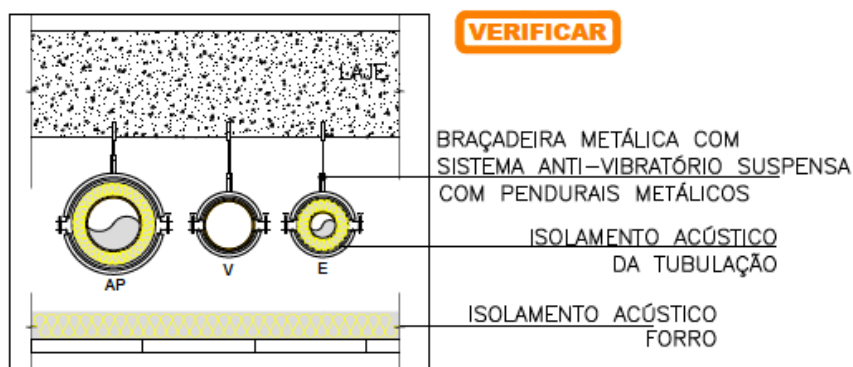


Figura 18 - Potencial  $L'_{nT,w}$  do piso interno de dormitórios especificado em projeto  
 Fonte: Empresa Y, 2017

#### 4.2.2.3 Desempenho Acústico – Instalações

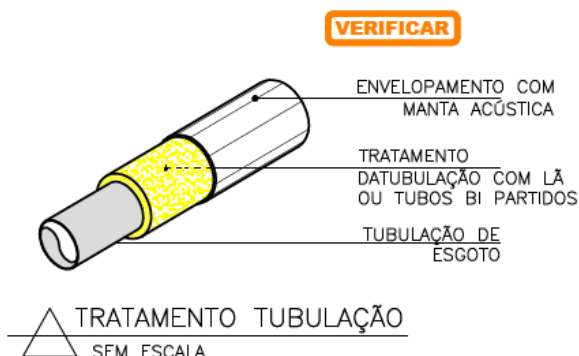
Esse aspecto é abordado pela NBR 15.575 (ABNT, 2013) Parte 6: Sistemas hidrossanitários, Anexo B, o qual estabelece um método de medição dos ruídos gerados por equipamentos prediais e os valores de níveis de desempenho de caráter não obrigatório. O relatório contém para o primeiro pavimento e pavimento

tipo recomendações relativas ao desempenho acústico (Figuras 19, 20 e 21) e à propagação de incêndio (Figura 22), orientando para que sejam feitas verificações dos sistemas.

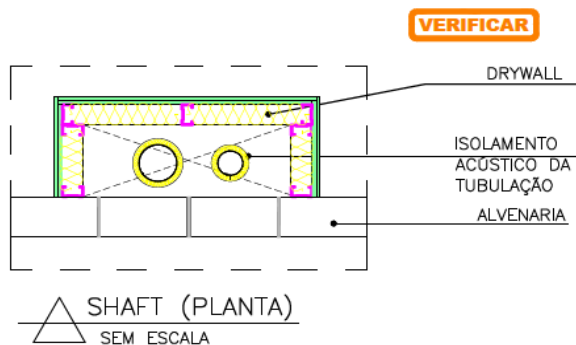


△ TRATAMENTO TUBULAÇÃO (CORTE)  
SEM ESCALA

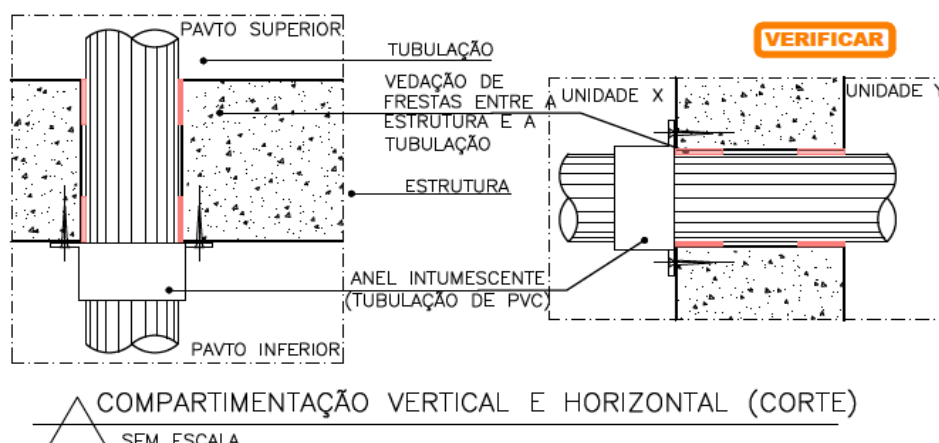
**Figura 19 - Tratamento de tubulação (corte)**  
Fonte: Empresa Y, 2017



**Figura 20 - Tratamento de tubulação**  
Fonte: Empresa Y, 2017



**Figura 21 - Tratamento do shaft**  
Fonte: Empresa Y, 2017



**Figura 22 - Compartimentação vertical e horizontal (corte)**  
 Fonte: Empresa Y, 2017

#### 4.2.2.4 Desempenho Acústico – Portas

Esse aspecto é abordado na NBR 15.575 (ABNT, 2013) Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas, Anexo F, que apresenta os níveis de desempenho para componentes de edificação para ensaios em laboratório, considerando a Tabela 12. Ressalta-se que não há outros parâmetros referentes ao desempenho acústico relacionado a portas.

TABELA 2: ÍNDICE DE REDUÇÃO SONORA PONDERADO,  $R_w$ , DE COMPONENTES CONSTRUTIVOS UTILIZADOS NAS VEDAÇÕES ENTRE AMBIENTES

Situações	Elemento	$R_w$ (dB)	Nível de Desempenho
A	Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo hall.	45 a 49	M
		50 a 54	I
		≥ 55	S

Os valores de desempenho de isolamento acústico medidos em campo ( $D_{nT,w}$  e  $D_{2m,nT,w}$ ) tipicamente são inferiores aos obtidos em laboratório ( $R_w$ ). A diferença entre estes resultados depende das condições de contorno e execução dos sistemas.

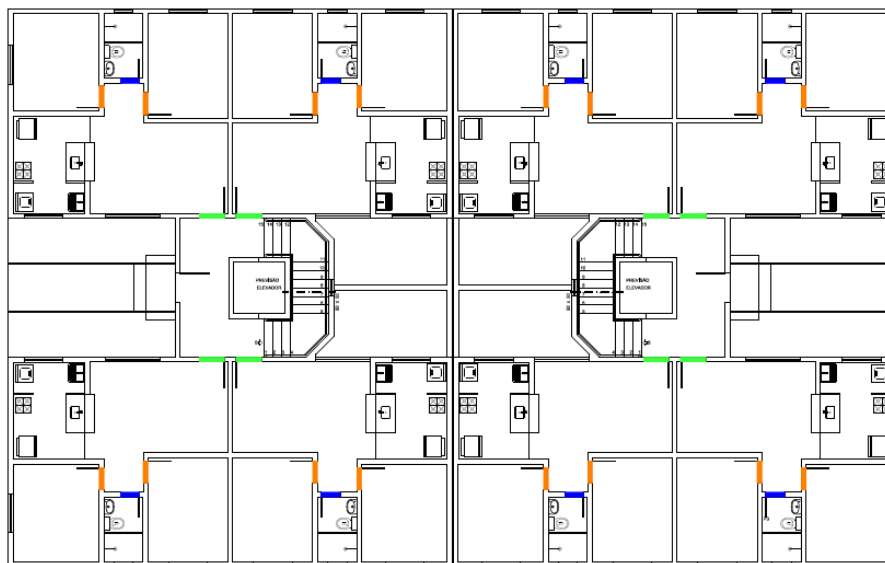
FONTE: ABNT NBR 15575-4:2013

**Tabela 12 - Índice de redução sonora ponderado  $R_w$  de componentes construtivos utilizados nas vedações entre ambientes**  
 Fonte: Empresa Y, 2017

São consideradas as portas do primeiro pavimento (Figura 23) e do pavimento tipo (Figura 24). De acordo com o relatório, há um valor de referência para a porta de entrada de madeira dos apartamentos e recomenda-se o mesmo valor para as



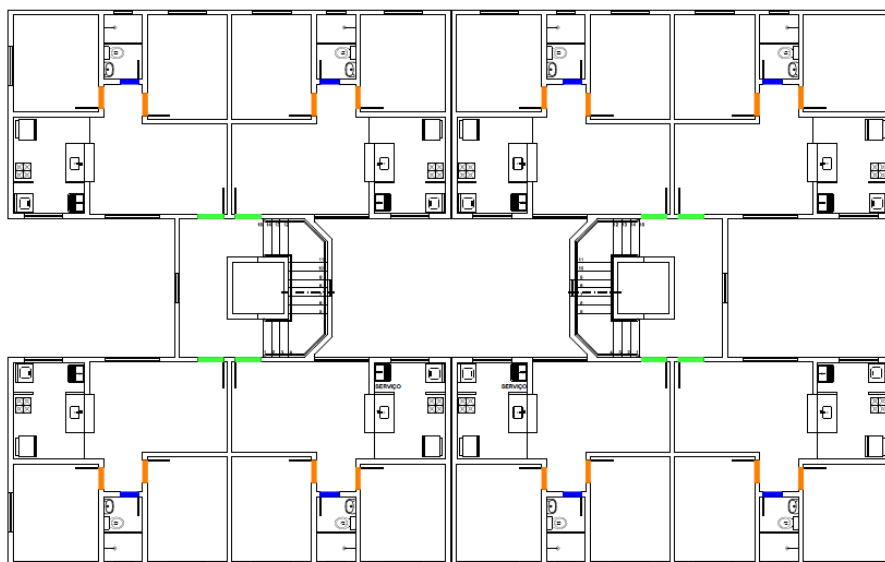
demais portas, dos dormitórios e banheiro (Tabela 13). É sugerida também uma alternativa para a vedação hermética das portas (Figura 25).



LEGENDA:

- PORTA DE ENTRADA DE MADEIRA
- PORTA INTERNA DE MADEIRA RESISTENTE A UMIDADE
- PORTA DE INTERNA DE MADEIRA

**Figura 23 - Portas - Primeiro pavimento**  
Fonte: Empresa Y, 2017



LEGENDA:

- PORTA DE ENTRADA DE MADEIRA
- PORTA INTERNA DE MADEIRA RESISTENTE A UMIDADE
- PORTA DE INTERNA DE MADEIRA

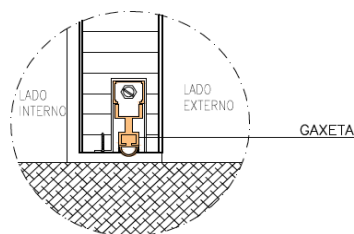
**Figura 24 - Portas - Pavimento tipo**  
Fonte: Empresa Y, 2017

TABELA 1: TIPO DE PORTA E EXIGÊNCIA ACÚSTICA DE ACORDO COM A TABELA 2:

TIPO DE PORTA	R <sub>w</sub> (dB)	SITUAÇÃO
PORTA DE ENTRADA DE MADEIRA	45dB	A
PORTA INTERNA DE MADEIRA RESISTENTE A UMIDADE (EX.: BANHOS)	SEM REQUISITO, PORÉM É RECOMENDADO QUE ATENDA 45dB	
PORTA INTERNA DE MADEIRA (EX.: QUARTOS)	SEM REQUISITO, PORÉM É RECOMENDADO QUE ATENDA 45dB	

**Tabela 13 - Tipo de porta e exigência acústica de acordo com a Tabela 13**  
 Fonte: Empresa Y, 2017

SUGESTÃO DE CUIDADO COM PORTAS DE ENTRADA: GAXETA EMBUTIDA NA FOLHA DA PORTA E APLICADA NA FACE DA SOLEIRA PARA VEDAÇÃO HERMÉTICA. PODEM SER USADOS OUTROS MATERIAIS PARA A VEDAÇÃO DAS PORTAS.

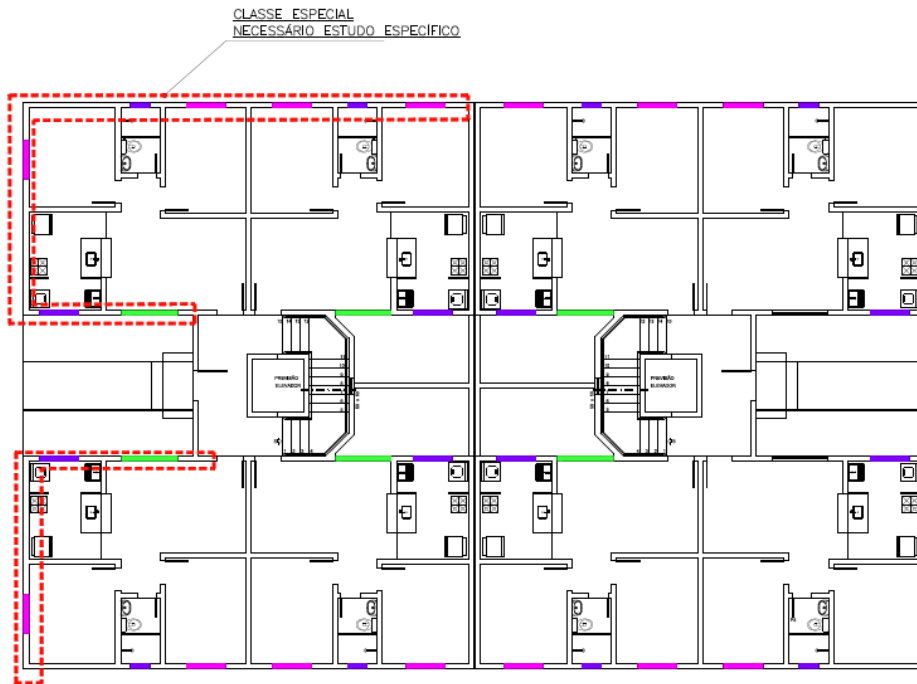


○ CORTE GENÉRICO DE PORTA SEM ESCALA

**Figura 25 - Recomendação - Desempenho acústico – Portas**  
 Fonte: Empresa Y, 2017

#### 4.2.2.5 Desempenho Acústico – Esquadrias

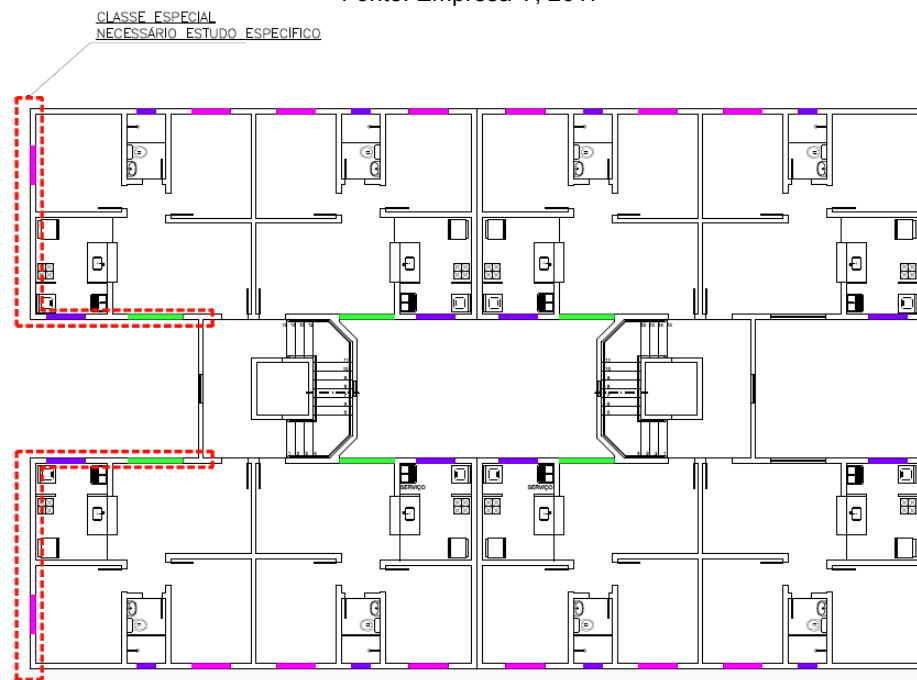
Esse aspecto não é abordado diretamente na NBR 15.575 (ABNT, 2013). O relatório considera como referência para esse quesito os valores relativos ao desempenho acústico conforme a Tabela 8, presente no Anexo F da Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas, de acordo com a classe de ruído. São considerados o primeiro pavimento (Figura 26) e o pavimento tipo (Figura 27).



LEGENDA:

- ESQUADRIAS QUARTOS
- ESQUADRIAS SALA
- ESQUADRIAS BANHOS, ÁREA SERVIÇO/COZINHA

**Figura 26 - Esquadrias - Primeiro pavimento**  
Fonte: Empresa Y, 2017



LEGENDA:

- ESQUADRIAS QUARTOS
- ESQUADRIAS SALA
- ESQUADRIAS BANHOS, ÁREA SERVIÇO/COZINHA

**Figura 27 - Esquadrias - Pavimento tipo**  
Fonte: Empresa Y, 2017

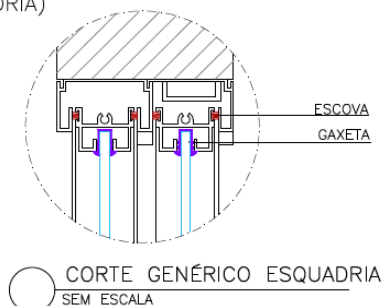
Determina-se com base na Tabela 8 a exigência acústica das esquadrias (Tabela 14). É destacada a necessidade de estudo específico para as esquadrias em locais de classe especial de ruído e sugerido um cuidado para garantir a estanqueidade (Figura 28).

TABELA 1: TIPO DE ESQUADRIA E EXIGÊNCIA ACÚSTICA DE ACORDO COM A TABELA 2

TIPO DE ESQUADRIA	R <sub>w</sub> (dB)	CLASSE
ESQUADRIA QUARTOS	25dB,30dB, 35dB	I,II,III
ESQUADRIA SALA	25dB,30dB, 35dB	I,II,III
ESQUADRIA BANHOS, ÁREA DE SERVIÇO E COZINHA	SEM REQUISITO, PORÉM É RECOMENDADO QUE ATENDA 25dB OU 30dB	

**Tabela 14 - Tipo de esquadria e exigência acústica de acordo com a Tabela 9**  
Fonte: Empresa Y, 2017

SUGESTÃO DE CUIDADO COM ESQUADRIAS (AS ESCOVAS E GAXETAS AUXILIAM A GARANTIR A ESTANQUEIDADE DA ESQUADRIA)



**Figura 28 - Recomendação - Estanqueidade - Esquadrias**  
Fonte: Empresa Y, 2017

#### 4.2.2.6 Desempenho Térmico – Vedações

Esse aspecto é abordado na NBR 15.575 (ABNT, 2013) Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas, item 11, que apresenta os requisitos e critérios para verificação dos níveis mínimos de desempenho térmico das vedações verticais externas, de acordo com a norma ABNT NBR 15.220 de 2003. O requisito correspondente é Adequação de paredes externas, o qual determina que as paredes devem apresentar transmitância térmica e capacidade térmica que proporcionem ao menos o desempenho térmico mínimo para cada zona bioclimática, conforme as Tabelas 15 e 16.

TABELA 1: TRANSMITÂNCIA TÉRMICA DE PAREDES EXTERNAS

TRANSMITÂNCIA TÉRMICA – U (W/m <sup>2</sup> .K)		
ZONAS 1 e 2	ZONAS 3, 4, 5, 6, 7 e 8	
U ≤ 2,5	α* ≤ 0,6	α* > 0,6
	U ≤ 3,7	U ≤ 2,5

\* α É A ABSORTÂNCIA À RADIAÇÃO SOLAR DA SUPERFÍCIE DA PAREDE.

FONTE: ABNT NBR 15575-4:2013

**Tabela 15 - Transmitância térmica de paredes externas**

Fonte: Empresa Y, 2017

TABELA 2: CAPACIDADE TÉRMICA DE PAREDES EXTERNAS

CAPACIDADE TÉRMICA – CT (KJ/m <sup>2</sup> .K)	
ZONAS 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7	ZONA 8
≥ 130	SEM REQUISITO

FONTE: ABNT NBR 15575-4:2013

**Tabela 16 - Capacidade térmica de paredes externas**

Fonte: Empresa Y, 2017

O relatório considera o revestimento da fachada (Figura 29) e apresenta os valores de absorção considerando textura cinza claro e textura cinza escuro, conforme a Tabela 17. Utilizando a referência normativa, analisou-se a transmitância térmica e a capacidade térmica, verificando-se uma inadequação na transmitância térmica para a textura cinza escuro (Figura 30).



**Figura 29 - Revestimento da fachada**

Fonte: Empresa Y, 2017

TABELA 3: VALORES ABSORTÂNCIA REVESTIMENTO FACHADA



ABSORTÂNCIA REVESTIMENTO FACHADA		
MATERIAL	ABSORTÂNCIA	IMAGEM COR
TEXTURA CINZA CLARO	≈ 0,40	
TEXTURA CINZA ESCURO	≈ 0,80	

Tabela 17 - Valores de absorvância do revestimento da fachada  
Fonte: Empresa Y, 2017

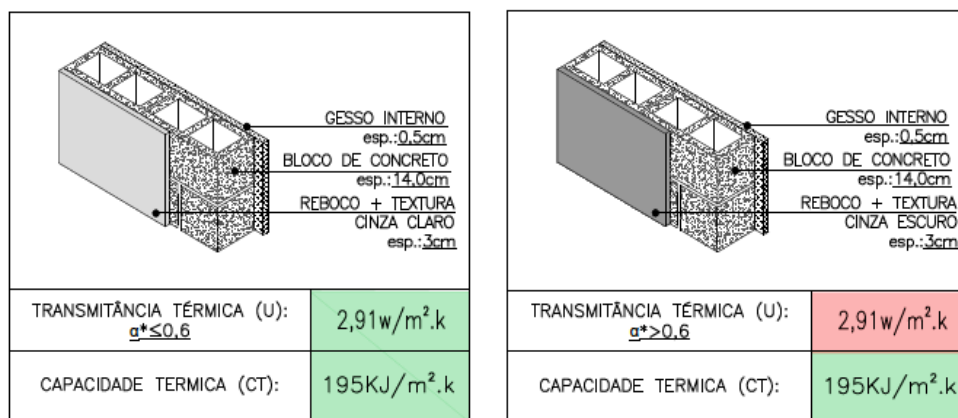
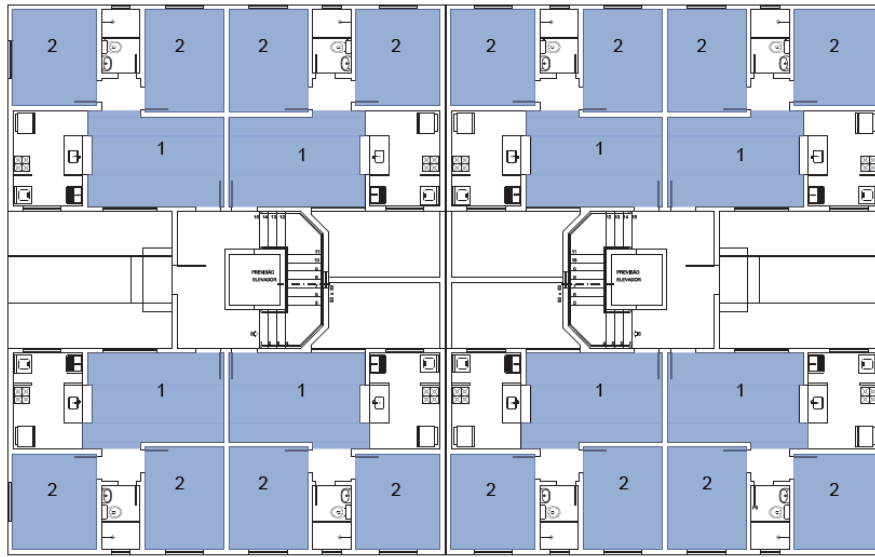


Figura 30 - Transmitância térmica e capacidade térmica da fachada  
Fonte: Empresa Y, 2017

#### 4.2.2.7 Desempenho Térmico – Área de Ventilação

Esse aspecto é abordado na NBR 15.575 (ABNT, 2013) Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas, item 11, que apresenta os requisitos e critérios para verificação dos níveis mínimos de desempenho térmico das vedações verticais externas, de acordo com a norma NBR 15.220 (ABNT, 2003). O requisito correspondente é Aberturas para ventilação, que determina que as fachadas das habitações devem apresentar aberturas com dimensões adequadas para proporcionar ventilação interna nos ambientes de longa permanência.

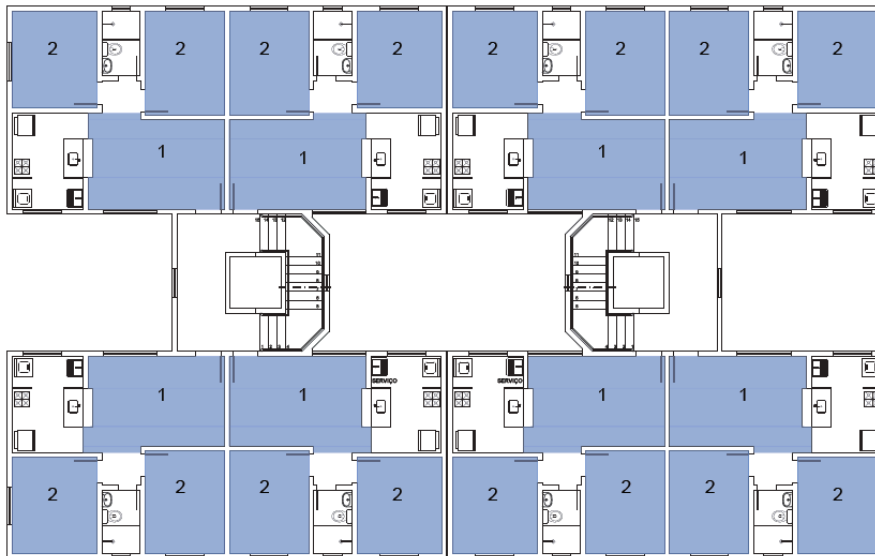
São considerados o primeiro pavimento (Figura 31) e o pavimento tipo (Figura 32). De acordo com as especificações da Norma (Tabela 18), é apresentada no relatório a referência de área mínima necessária de ventilação para a sala de estar e o dormitório (Figura 33).



LEGENDA:

ÁREA PISO SALA E DORMITÓRIOS

**Figura 31 - Identificação da área do piso das salas e dormitórios - Primeiro pavimento**  
 Fonte: Empresa Y, 2017



LEGENDA:

ÁREA PISO SALA E DORMITÓRIOS

**Figura 32 - Identificação da área do piso das salas e dormitórios - Pavimento tipo**  
 Fonte: Empresa Y, 2017

TABELA 1:ÁREA MÍNIMA DE VENTILAÇÃO EM DORMITÓRIOS E SALAS DE ESTAR

Área mínima de ventilação em dormitórios e salas de estar		
Nível de desempenho	Abertura para ventilação (A)	
	Zonas 1 a 7 Aberturas médias	Zona 8 Aberturas grandes
Mínimo	$A \geq 7\%$ da área de piso	$A \geq 12\%$ da área de piso— região norte do Brasil $A \geq 8\%$ da área de piso— região nordeste e sudeste do Brasil
Nas zonas de 1 a 6, as áreas de ventilação devem ser passíveis de serem vedadas durante o período de frio.		

FORNTE: ABNT NBR 15575—4:2013

Tabela 18 - Área mínima de ventilação em dormitórios e salas de estar  
Fonte: Empresa Y, 2017

ÁREA MÍNIMA DE VENTILAÇÃO EM DORMITÓRIOS E SALAS DE ESTAR

AMBIENTE 1- ESTAR: ÁREA PISO— 12,31m<sup>2</sup>  
ÁREA MÍNIMA NECESSÁRIA: 0,86m<sup>2</sup>

AMBIENTE 2- DORMITÓRIO: ÁREA PISO— 8,00m<sup>2</sup>  
ÁREA MÍNIMA NECESSÁRIA: 0,56m<sup>2</sup>

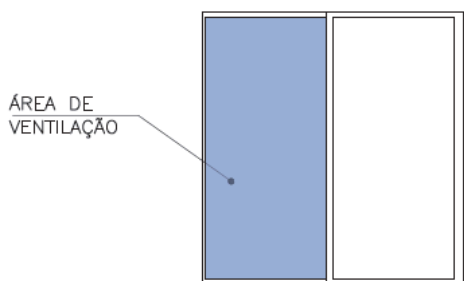


Figura 33 - Cálculo da área mínima de ventilação nos dormitórios e salas de estar  
Fonte: Empresa Y, 2017

#### 4.2.2.8 Desempenho Térmico – Cobertura

Esse aspecto é abordado na NBR 15.575 (ABNT, 2013) Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas, item 11, o qual apresenta os requisitos e critérios para verificação dos níveis mínimos de desempenho térmico de coberturas de acordo com a norma NBR 15.220 (ABNT, 2003). O requisito correspondente é Isolação térmica da cobertura, que determina que as coberturas devem apresentar transmitância térmica e absorvância à radiação solar que proporcionem um desempenho térmico apropriado conforme a zona bioclimática (Tabela 19).



TABELA 1: CRITÉRIO DE COBERTURAS QUANTO À TRANSMITÂNCIA TÉRMICA

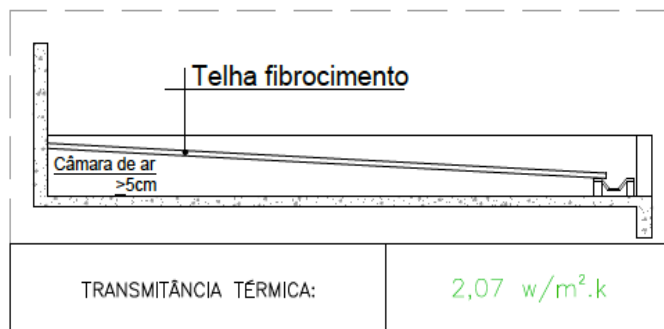
TRANSMITÂNCIA TÉRMICA U W/m <sup>2</sup> .K				
ZONAS 1 e 2	ZONAS 3 a 6		ZONAS 7 e 8	
U ≤ 2,30	α ≤ 0,6	α > 0,6	α ≤ 0,4	α > 0,4
	U ≤ 2,3	U ≤ 1,5	U ≤ 2,3 FT	U ≤ 1,5 FT

α É A ABSORTÂNCIA À RADIAÇÃO SOLAR DA SUPERFÍCIE EXTERNA DA COBERTURA.  
 NOTA O FATOR DA TRANSMITÂNCIA (FT) É ESTABELECIDO NA ABNT NBR 15220-3

FONTE: ABNT NBR 15575-4:2013

**Tabela 19 - Critério de coberturas quanto à transmitância térmica**  
 Fonte: Empresa Y, 2017

O relatório apresenta a transmitância térmica do sistema da cobertura (Figura 34), porém não especifica se é adequado ou não e não informa o valor da absorptância à radiação solar da superfície da cobertura.



**Figura 34 - Transmitância térmica da cobertura**  
 Fonte: Empresa Y, 2017

#### 4.2.2.9 Segurança no Uso e na Operação – Piso

Esse aspecto é abordado na NBR 15.575 (ABNT, 2013) Parte 3 Sistemas de pisos, item 9. O relatório considera o requisito coeficiente de atrito da camada de acabamento, que visa tornar segura a circulação dos usuários, evitando escorregamentos e quedas, conforme a Figura 35. De acordo com a Norma, os valores de referência para o nível mínimo de aceitação (M) são apresentados na NBR 13.818/Anexo N (ABNT, 1997), conforme a condição projetada de uso (molhada ou seca).

O relatório também considera o requisito segurança na circulação, que busca prevenir lesões aos usuários provocadas por quedas decorrentes de irregularidades

localizadas. Recomenda-se que sejam devidamente sinalizados os desníveis superiores a 5mm, de acordo com o critério Desníveis abruptos, considerando-se o primeiro pavimento e o pavimento tipo (Figura 35).

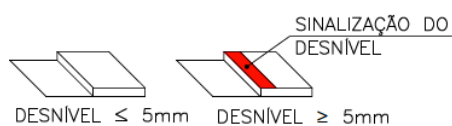
Foram identificadas as áreas molhadas para o primeiro pavimento (Figura 36) e pavimento tipo (Figura 37).

RECOMENDAÇÕES PISOS:

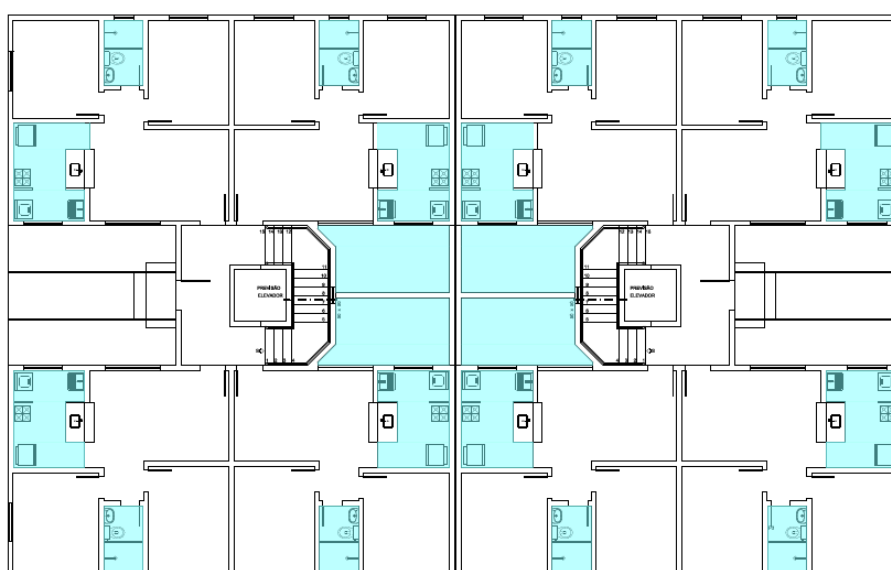


**1:**  
RECOMENDA-SE QUE O PISO DAS ÁREAS MOLHADAS TENHA COEFICIENTE DE ATRITO MÍNIMO DE 0,4, DE ACORDO COM A NORMA NBR 13818-ANEXO N. CONSULTAR O FABRICANTE SOBRE O COEFICIENTE DE ATRITO DO PISO ESPECIFICADO EM PROJETO E SOLICITAR ENSAIOS DO PRODUTO ESPECIFICADO DE ACORDO COM A NORMA.

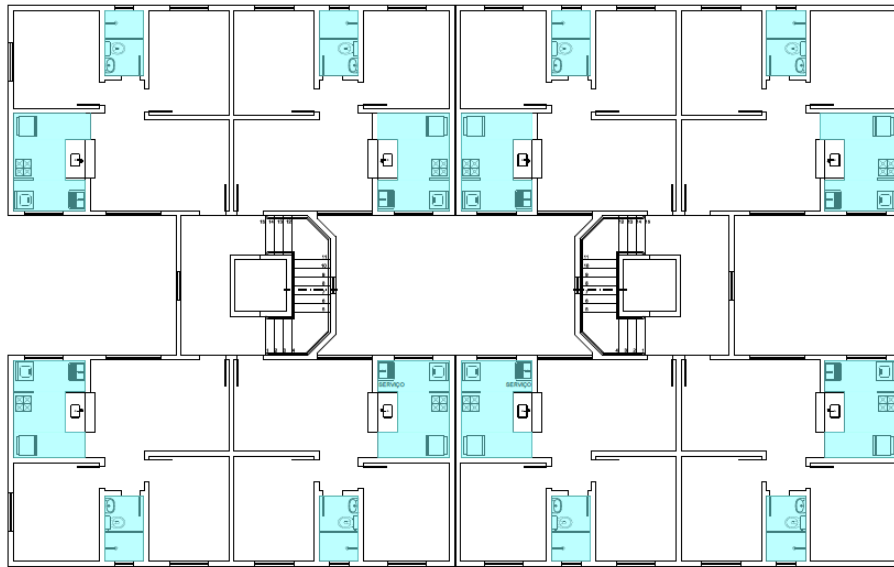
**2:**  
OS DESNÍVEIS SUPERIORES A 5mm DEVERÃO SER SINALIZADOS POR MUDANÇA DE COR, TESTEIRAS, FAIXAS DE SINALIZAÇÃO E OUTROS.



**Figura 35 - Recomendações Pisos**  
Fonte: Empresa Y, 2017



**Figura 36 - Áreas molhadas - Primeiro pavimento**  
Fonte: Empresa Y, 2017



**Figura 37 - Áreas molhadas - Pavimento tipo**  
 Fonte: Empresa Y, 2017

**LEGENDA:**

**ÁREAS MOLHADAS:**  
 ÁREAS DA EDIFICAÇÃO CUJA CONDIÇÃO DE USO E EXPOSIÇÃO PODERÁ RESULTAR NA FORMAÇÃO DE LÂMINA DE ÁGUA (POR EXEMPLO: BANHEIRO COM CHUVEIRO, ÁREA DE SERVIÇO E ÁREAS DESCOBERTAS) AS ÁREAS MOLHADAS DEVEM SER IMPERMEABILIZADAS UMA VEZ QUE ESTE SISTEMA DE PISO NÃO PODE PERMITIR O SURGIMENTO DE UMIDADE, PERMANECENDO A SUPERÍCIE INFERIOR E OS ENCONTROS COM AS PAREDES E PISOS ADJACENTES QUE OS DELIMITAM SECOS.

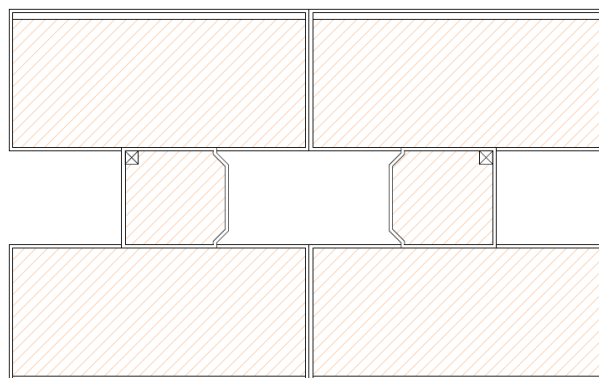
**ÁREAS MOLHÁVEIS:**  
 ÁREAS DA EDIFICAÇÃO QUE RECEBEM RESPINGOS DE ÁGUA DECORRENTE DA SUA DA SUA CONDIÇÃO DE USO E EXPOSIÇÃO E QUE NÃO RESULTE EM FORMAÇÃO DE LÂMINA DE ÁGUA (POR EXEMPLO: BANHEIRO SEM CHUVEIRO, COZINHAS E SACADAS COBERTAS) RECOMENDA-SE QUE AS ÁREAS MOLHÁVEIS TENHAM SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO DEVIDO AO RISCO DE VAZAMENTO.


**Figura 38 - Legenda Figuras 36 e 37**  
 Fonte: Empresa Y, 2017

*4.2.2.10 Segurança no Uso e na Operação – Cobertura*

Esse aspecto é abordado na NBR 15.575 (ABNT, 2013) Parte 5 Sistemas de cobertura, item 9. O relatório considera para as recomendações os requisitos Integridade do sistema de cobertura e Manutenção e operação, abordando no último

o critério Platibandas com relação às premissas de projeto (Figura 39). As informações apresentam-se desconexas.



 SEGUNDO A NBR 15575-5:2013

SEGURANÇA NO USO E NA OPERAÇÃO.

- NÃO APRESENTAR PARTES SOLTAS OU DESTACÁVEIS SOB AÇÃO DO PRÓPRIO PESO E SOBRECARGA DE USO.
- CONSTAR DADOS QUE PERMITAM AO INCORPORADOR E/OU AO CONSTRUTOR INDICAR NO MANUAL DE USO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO, A POSSIBILIDADE OU NÃO DE FIXAÇÃO DE ANDAIMES SUSPENSOS POR GANCHOS E AS CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DE DISPOSITIVOS DESTINADOS À ANCORAGEM DE EQUIPAMENTOS DE SUSTENTAÇÃO DE ANDAIMES E DE CABOS DE SEGURANÇA PARA USO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL, CONFORME ESQUEMA ESTABELECIDO EM PROJETO.

**Figura 39 - Recomendações - Segurança no uso e na operação - Cobertura**

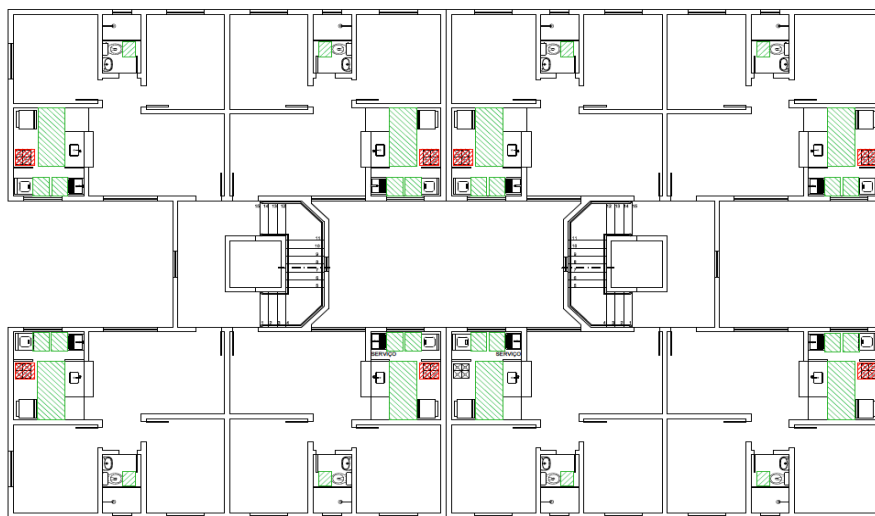
Fonte: Empresa Y, 2017

#### *4.2.2.11 Funcionalidade e Acessibilidade*

Esse aspecto é abordado na NBR 15.575 (ABNT, 2013) Parte 1 Requisitos gerais, item 16. O relatório considera os requisitos Altura mínima de pé direito, que determina os valores compatíveis com as necessidades humanas, e Disponibilidade mínima de espaços para uso e operação da habitação, que indica os espaços mínimos dos ambientes da habitação compatíveis com as necessidades humanas, conforme o Anexo G de caráter informativo da Norma.

O relatório analisa a altura do pé direito do empreendimento, que está em conformidade com o que determina a Norma. Quanto às dimensões mínimas de mobiliário e circulação também analisadas (Figura 40), foi constatada uma não conformidade com relação às medidas do fogão (50x50cm), sendo recomendadas

as dimensões 60x55 cm.




RECOMENDAÇÃO DE ORGANIZAÇÃO DOS CÔMODOS (LAYOUT) E DIMENSÕES COMPATÍVEIS COM AS NECESSIDADES HUMANAS SEGUNDO A NBR 15575-1:2013- ANEXO G (INFORMATIVO)

AS DIMENSÕES MÍNIMAS DE MOBILIÁRIO E CIRCULAÇÃO:

SALA DE ESTAR:  
PREVER ESPAÇO DE 0,50m NA FRENTE DO ASSENTO, PARA SENTAR, LEVANTAR E CIRCULAR. (SOFÁ, POLTRONA, MESINHA DE CENTRO OU CADEIRA) ESTANTE/ARMÁRIO TV-0,50m ESPAÇO OBRIGATÓRIO.

SALA ESTAR/JANTAR; SALA DE JANTAR

CIRCULAÇÃO MÍNIMA DE 0,75m À PARTIR DA BORDA DA MESA (ESPAÇO PARA AFASTAR A CADEIRA E LEVANTAR) (MESA REDONDA 4 LUGARES, MESA REDONDA 6 LUGARES, MESA QUADRADA PRA 4 LUGARES, MESA QUADRADA PARA 6 LUGARES)


 INC: ITEM NÃO CONFORME

COZINHA:  
CIRCULAÇÃO MÍNIMA 0,85m FRONTAL À PIA FOGÃO E GELADEIRA ARMÁRIO SOB PIA E GABINETE ESPAÇO OBRIGATÓRIO PARA MÓVEL APOIO PARA REFEIÇÕES OPCIONAL. RECOMENDAÇÃO MEDIDAS FOGÃO: 60cmX55cm

 IC: ITEM EM CONFORMIDADE:

ÁREA SERVIÇO:  
CIRCULAÇÃO MÍNIMA 0,5m FRONTAL AO TANQUE E MÁQUINA DE LAVAR.

DORMITÓRIO CASAL/ DOMITÓRIO PRINCIPAL:  
CIRCULAÇÃO MÍNIMA 0,5m ENTRE O MOBILIÁRIO E/OU PAREDES.

 INC: ITEM NÃO CONFORME

BANHO:  
CIRCULAÇÃO MÍNIMA DE 0,4m FRONTAL AO LAVATÓRIO VASO E BIDÊ.

**Figura 40 - Análise de funcionalidade e acessibilidade - Dimensões mínimas de circulação e mobiliário**  
Fonte: Empresa Y, 2017

#### 4.2.2.12 Estanqueidade – Áreas Molhadas e Molháveis

Esse aspecto é abordado na NBR 15.575 (ABNT, 2013) Parte 3 Sistemas de pisos, item 10. Conforme apresentado no item 4.2.2.9 (Segurança no Uso e na Operação – Piso), são identificadas as áreas molhadas e molháveis da edificação (Figuras 36 e 37), sendo feitas recomendações para cada situação: a impermeabilização é indicada para as áreas molháveis e exigida para as áreas molhadas (Figura 38). A Norma afirma que as áreas molháveis não são estanques, não se aplicando o critério de estanqueidade às mesmas.

#### 4.2.2.13 Desempenho Lumínico

Esse aspecto é abordado na NBR 15.575 (ABNT, 2013) Parte 1 Requisitos gerais, item 13. A partir do relatório “Desempenho Lumínico” fornecido pela Empresa Y, são apresentadas as análises feitas para a iluminância natural a partir de uma simulação de seus níveis para os blocos 1 e 2, conforme apresentado a seguir (Figuras 41, 42 e 43).

##### SIMULAÇÃO DOS NÍVEIS DE ILUMINÂNCIA NATURAL:

SIMULAÇÃO PARA O PLANO HORIZONTAL, EM PERÍODOS DA MANHÃ (9:30h) E DA TARDE (15:30h), RESPECTIVAMENTE, PARA OS DIAS 23 DE ABRIL E 23 DE OUTUBRO.

##### INFORMAÇÕES ADICIONAIS:

- LOCAL DA OBRA: BELO HORIZONTE
- LONGITUDE / LATITUDE:  $-43^{\circ}58'$  /  $-19^{\circ}49'$
- ALINHAMENTO NORTE:  $149^{\circ}$
- SUPERFÍCIE DE CÁLCULO: SIMULAÇÃO PARA O CENTRO DOS AMBIENTES, NA ALTURA DE 0,75m ACIMA DO NÍVEL DO PISO.
- NÃO FOI CONSIDERADA A ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL.
- REFLETIVIDADE DAS SUPERFÍCIES INTERNAS: TETO: 70% / PAREDES: 50% / PISO: 50%
- REFLETIVIDADE DAS SUPERFÍCIES EXTERNAS: PAREDES: 50% / PISO: 50%

NÍVEIS DE ILUMINÂNCIA GERAL PARA ILUMINAÇÃO NATURAL	
DEPENDÊNCIA	ILUMINÂNCIA GERAL (LUX) PARA O NÍVEL MÍNIMO DE DESEMPENHO
SALA DE ESTAR	> 60
DORMITÓRIO	
COPA / COZINHA	
ÁREA DE SERVIÇO	
BANHEIRO	NÃO REQUERIDO
CORREDOR OU ESCADA INTERNA À UNIDADE	
GARAGEM E ESTACIONAMENTOS	
DEMAIS AMBIENTES	

Figura 41 - Informações da Simulação e Níveis de Iluminância Geral – Iluminação Natural

Fonte: Empresa Y, 2018

## RESULTADOS

VALORES DE ILUMINÂNCIA PARA O CENTRO DO AMBIENTE (lux) - 23 de abril - 09:30				
APTO.	QUARTO I	QUARTO II	SALA	COZINHA/ SERVIÇO
BL 01 - 101	669	28	207	424
BL 01 - 102	78	1902	114	97
BL 01 - 103	726	25	17	19
BL 01 - 104	1915	1888	53	17
BL 02 - 101	1162	1913	157	164
BL 02 - 102	1174	389	335	634
BL 02 - 103	1973	1908	17	16
BL 02 - 104	266	339	16	17
BL 01 - 201	686	72	219	480
BL 01 - 202	111	1899	119	124
BL 01 - 203	729	68	71	95
BL 01 - 204	1904	1893	68	41
BL 02 - 201	1168	1913	160	178
BL 02 - 202	1166	404	333	680
BL 02 - 203	1964	1906	64	45
BL 02 - 204	281	367	49	87
BL 01 - 301	709	198	520	950
BL 01 - 302	230	192	193	232
BL 01 - 303	727	1899	365	650
BL 01 - 304	1908	1899	136	165
BL 02 - 301	1164	1917	231	267
BL 02 - 302	1174	421	702	1073
BL 02 - 303	1972	1906	124	160
BL 02 - 304	348	394	228	631
BL 01 - 401	729	408	1380	1953
BL 01 - 402	411	1917	368	441
BL 01 - 403	738	401	1003	1871
BL 01 - 404	1911	1892	289	418
BL 02 - 401	1175	1912	412	454
BL 02 - 402	1174	445	1579	1964
BL 02 - 403	1979	1903	242	423
BL 02 - 404	438	433	715	242

Figura 42 - Resultados Iluminância – 23 de Abril (9h30)  
Fonte: Empresa Y, 2018



## RESULTADOS

VALORES DE ILUMINÂNCIA PARA O CENTRO DO AMBIENTE (lux) - 23 de OUTUBRO - 15:30				
APTO.	QUARTO I	QUARTO II	SALA	COZINHA/ SERVIÇO
BL 01 - 101	1244	48	176	200
BL 01 - 102	96	498	319	318
BL 01 - 103	1471	37	7	6
BL 01 - 104	515	477	18	11
BL 02 - 101	421	488	114	210
BL 02 - 102	427	827	8	109
BL 02 - 103	496	489	25	14
BL 02 - 104	437	691	18	9
BL 01 - 201	1325	127	165	209
BL 01 - 202	168	493	317	380
BL 01 - 203	1473	113	19	27
BL 01 - 204	514	478	34	44
BL 02 - 201	422	489	120	243
BL 02 - 202	423	890	85	124
BL 02 - 203	494	488	61	61
BL 02 - 204	481	785	39	32
BL 01 - 301	1410	436	249	593
BL 01 - 302	486	425	505	593
BL 01 - 303	1477	495	71	145
BL 01 - 304	513	482	120	513
BL 02 - 301	423	493	250	467
BL 02 - 302	428	960	156	233
BL 02 - 303	496	491	270	334
BL 02 - 304	681	832	334	163
BL 01 - 401	1471	945	469	503
BL 01 - 402	984	507	997	1058
BL 01 - 403	1492	928	201	455
BL 01 - 404	515	486	356	965
BL 02 - 401	341	495	712	1036
BL 02 - 402	428	1025	351	479
BL 02 - 403	503	493	711	1001
BL 02 - 404	976	1014	334	466

Figura 43 - Resultados Iluminância – 23 de Outubro (15h30)  
Fonte: Empresa Y, 2018

Verifica-se que não houve atendimento às determinações da NBR 15.575 (ABNT, 2013) em 7 apartamentos no dia 23 de abril e em 9 apartamentos no dia 23 de outubro. Na avaliação referente ao dia 23 de abril (Figura 42), percebe-se que as salas dos apartamentos 104 BL01 e 204 BL02 não atenderam ao mínimo de 60 lux exigidos pela norma, apesar de não terem sido destacadas no relatório como não conformidades. Houve um total de 10 apartamentos em não conformidade em pelo menos um dos dias, sendo 7 apartamentos em não conformidade em ambos os dias e 3 em não conformidade em apenas um dos dias.

Além disso, não constam avaliações referentes aos blocos 3 e 4. Segundo a Construtora X, a análise deveria ser feita em apenas dois dos quatro blocos, a

escolha foi a critério do avaliador. Também não há mais detalhes ou medidas recomendadas pela Empresa Y.

### **4.2.3 Recomendações e medidas adotadas**

A fim de solucionar as não conformidades identificadas a partir dos estudos e análises de projeto foram propostas pela Empresa Y alternativas que já obtiveram resultados positivos em outros empreendimentos, conforme apresentado no item anterior. Algumas dessas alternativas foram apresentadas em reuniões entre as empresas e não constam no relatório. Também foram feitas recomendações buscando o atendimento à NBR 15.575 (ABNT, 2013). A Construtora X adotou certas medidas que serão apresentadas nos itens seguintes.

#### *4.2.3.1 Desempenho Acústico – Vedações*

A partir do relatório, verifica-se que as vedações externas atendem até a classe III de ruído, indicando-se a necessidade de estudos específicos para a classe especial. Na ausência de maiores esclarecimentos acerca desses estudos e dado que o valor de referência para o potencial de isolamento quase atende à classe III no nível superior, a Construtora X optou por considerar que a vedação externa em sua configuração seria suficiente para atender à classe especial, buscando essa confirmação com os ensaios a serem realizados nos apartamentos modelo expostos a essa condição de ruído.

Considerando as vedações internas, foi proposto pela Empresa Y o enchimento dos blocos de concreto da alvenaria estrutural com um material isolante, a vermiculita, para as vedações tipo I, II e IV, e também a utilização de lã mineral ou lã de pet para as vedações tipo VI, todas em situação de não conformidade, conforme o relatório apresentado. A construtora optou por utilizar a primeira alternativa em todos os casos, incluindo as vedações tipo VI.

Como no tempo dessa recomendação os blocos 3 e 4 encontravam-se no final da alvenaria do terceiro pavimento, foi necessário encontrar uma alternativa para os pavimentos finalizados. As paredes dos locais que apresentaram não conformidade e que já estavam executadas foram então chapiscadas e, em seguida, rebocadas com um reboco isolante, conforme as Figuras 44 e 45. As demais paredes, que ainda seriam executadas, tiveram seus blocos preenchidos com vermiculita (Figura

46).



**Figura 44 - Reboco isolante - Em processo**  
Fonte: Acervo pessoal



**Figura 45 - Reboco isolante – Finalizado**  
Fonte: Acervo pessoal



**Figura 46 - Bloco de concreto sendo preenchido com a vermiculita**  
Fonte: Acervo pessoal

#### *4.2.3.2 Desempenho Acústico – Piso*

Foi verificada uma não conformidade a partir do relatório de análise dos sistemas de piso considerando-se o ruído de impacto. Logo, foi proposta em uma reunião entre a Construtora X e a Empresa Y a utilização de uma manta acústica para piso a fim de garantir o isolamento acústico nos dormitórios. A Construtora X utilizou assim a manta Multimpact (Multinova), posicionada sobre a laje, avançando cerca de 10 cm sobre as paredes e executando-se o contrapiso em seguida, sendo por último retirado o excesso da manta que avançou sobre a parede acima do contrapiso pronto (Figuras 47 e 48). A fim de comprovar a eficácia do sistema quanto ao desempenho acústico considerando o ruído aéreo, serão feitos ensaios no local.



**Figura 47 - Instalação da manta acústica**  
Fonte: Acervo pessoal



**Figura 48 - Contrapiso sobre a manta acústica**  
Fonte: Acervo pessoal

#### 4.2.3.3 Desempenho Acústico – Instalações

Apesar de não apresentar caráter obrigatório na Norma, a Construtora X optou por minimizar o impacto de ruído acústico proveniente das instalações hidráulicas devido à proximidade do banheiro com os quartos. Seguindo as recomendações feitas no relatório, utilizou-se lã de vidro ao redor das tubulações de queda de água pluvial e esgoto, que apresentam maior fluxo (Figura 49).



**Figura 49 - Tubulações de queda de esgoto e água pluvial envolvidas por lã de vidro**  
Fonte: Acervo pessoal

Quanto ao uso de anel intumescente, indicado no relatório como uma medida para conter a propagação de incêndio entre pavimentos, a Construtora X optou por não utilizá-lo devido à composição de alvenaria de tijolo cerâmico, um material refratário, do *shaft* do banheiro que envolve as tubulações (Figura 50).



**Figura 50 - Shaft de alvenaria de tijolo cerâmico**  
Fonte: Acervo pessoal

A Construtora X optou por não utilizar a braçadeira metálica com sistema anti-vibratório suspensa com pendurais metálicos para o isolamento acústico da tubulação a partir de uma análise custo-benefício.

#### *4.2.3.4 Desempenho Acústico – Portas*

A fim de garantir o desempenho acústico das portas, foram utilizados pontos de espuma de poliuretano nas portas de entrada e internas do apartamento. Nas portas de entrada utilizou-se também lã de vidro nos espaços entre os pontos de espuma. Além disso, a porta conta com uma gaxeta de vedação. Não há informações registradas do fabricante quanto à exigência acústica da Norma.

#### *4.2.3.5 Desempenho Acústico – Esquadrias*

Com relação ao desempenho acústico das esquadrias, foi utilizado o silicone para garantir a estanqueidade e o isolamento acústico ao impedir a presença de espaços vazios nas esquadrias. Não há informações registradas do fabricante quanto à exigência acústica da Norma.

#### *4.2.3.6 Desempenho Térmico – Vedações*

Considerando o relatório e a indicação de não conformidade com relação à tonalidade de textura cinza escuro, o parecer da Construtora X é de que essa não conformidade será solucionada pois a tonalidade da tinta utilizada é mais clara que a especificada inicialmente na análise.

#### *4.2.3.7 Desempenho Térmico – Área de Ventilação*

Analisando a área de ventilação das esquadrias, conforme as recomendações do relatório, verificou-se atendimento às condições mínimas.

#### *4.2.3.8 Desempenho Térmico – Cobertura*

O relatório indica que o sistema utilizado atende ao desempenho térmico proposto. A Construtora X também fez aberturas embaixo do telhado para possibilitar a ventilação cruzada, potencializando a capacidade de isolamento térmico da cobertura.

#### *4.2.3.9 Segurança no Uso e na Operação – Piso*

Para o piso utilizado na cozinha e na área de serviço, ambas consideradas áreas molhadas, verifica-se que as especificações do produto não encontram-se de acordo com os parâmetros referenciados na NBR 15.575 (ABNT 2013). O fabricante utiliza a Classificação AD para áreas molhadas, indicando o local e a respectiva exigência mínima, enquanto a Norma especifica o valor do coeficiente de atrito mínimo exigido em cada situação. Como este não é informado pelo fabricante, não é possível verificar propriamente o atendimento à Norma. A partir da referência do fabricante e da classificação AD2 do piso utilizado, há adequação.

Com relação ao piso utilizado no banheiro, também considerado área molhada, verifica-se novamente a não conformidade da classificação com a parametrização da Norma. O fabricante menciona o coeficiente de atrito e as respectivas indicações de uso para o piso, porém sem informar o valor do coeficiente, impossibilitando a verificação do atendimento à Norma. De acordo com o uso especificado para o piso pelo fabricante, este encontra-se adequado.

Para os desníveis superiores a 5 mm, fez-se a sinalização.



#### *4.2.3.10 Segurança no Uso e na Operação – Cobertura*

As recomendações propostas no relatório com relação à segurança no uso e na operação da cobertura de não apresentar partes soltas ou destacáveis sob ação do próprio peso e sobrecarga de uso, foram adotadas pela construtora. Com relação à segunda recomendação apresentada no item 4.2.2.10, a Construtora X constatou que esta apresenta-se como uma premissa de projeto, fugindo ao seu escopo.

#### *4.2.3.11 Funcionalidade e Acessibilidade – Circulação*

A partir do relatório, verifica-se uma divergência com relação às medidas do fogão, em projeto consta 50x50 cm, porém o mínimo recomendado na Norma, em caráter informativo, é de 60x55 cm. A construtora optou por seguir as especificações do projeto arquitetônico.

#### *4.2.3.12 Estanqueidade – Áreas Molhadas e Molháveis*

Foi feita impermeabilização completa do piso do banheiro e em uma área de 50 x 50 cm no entorno do ralo da área de serviço. Esta e a cozinha deveriam ser completamente impermeabilizadas por serem consideradas uma área molhada segundo o relatório. A decisão foi tomada a partir de uma análise custo-benefício combinada com a própria experiência da construtora com empreendimentos anteriores, os quais não apresentaram problemas relativos à estanqueidade nessas regiões.

#### *4.2.3.13 Desempenho Lumínico*

Verifica-se a partir do relatório a não conformidade de 10 unidades dos blocos 01 e 02 quanto ao desempenho mínimo exigido pela Norma. A Construtora X fará novas análises para verificar o resultado obtido.

### **4.2.4 Medições em campo para verificação de desempenho**

De forma a se realizar os testes necessários para comprovação da eficácia das medidas tomadas visando o atendimento à NBR 15.575 (ABNT, 2013), a Construtora X contratou alguns ensaios a serem realizados pela Empresa Y (Tabela 20).

<b>Ensaio Contratado</b>	
<b>Sistema de Pisos</b>	
DESEMPENHO ESTRUTURAL	Resistência a impactos de corpo duro
ESTANQUEIDADE	Estanqueidade de sistemas de pisos de áreas molhadas e molháveis
DESEMPENHO ACÚSTICO	Isolamento de som aéreo entre pisos
	Isolamento de ruído de impacto entre pisos
CONFORTO TÁTIL E ANTROPODINÂMICO	Planicidade da camada de acabamento do piso
<b>Sistema de Vedações</b>	
DESEMPENHO ESTRUTURAL	Determinação da resistência das vedações às solicitações de peças suspensas
	Ações transmitidas por portas - internas e externas - fechamento brusco
	Ações transmitidas por portas - internas e externas - impacto de corpo mole
	Ensaio de Esforço Estático Horizontal e Impacto em Guarda-corpos
DESEMPENHO ACÚSTICO	Medição de som aéreo entre vedações de unidades autônomas
	Medição de isolamento de fachada
	Medição de som aéreo de conjunto de paredes e portas separados pelo hall

**Tabela 20 - Ensaio contratados**

Fonte: Construtora X, 2017

A Construtora X iria deixar prontos quatro apartamentos modelo no bloco 4, em situação de classe especial de ruído, para que as análises fossem feitas no mês de fevereiro de 2018. No entanto, devido ao desencontro de algumas informações entre a Empresa Y e a construtora e da necessidade de ajustes no cronograma em consequência do tempo consumido para a especificação das portas e janelas que seriam utilizadas nos apartamentos, os ensaios foram realizados em julho de 2018.

Os resultados obtidos foram apresentados pela Empresa Y em setembro de 2018,

em quatro relatórios: “Sistemas de Vedações”, “Sistemas de Pisos”, “Desempenho Acústico – Sistemas de Pisos” e “Desempenho Acústico – Sistemas de Vedações”, que serão abordados a seguir.

#### *4.2.4.1 Desempenho Acústico – Sistemas de Vedações*

A partir do relatório “Desempenho Acústico – Sistemas de Vedações” fornecido pela Empresa Y, são apresentadas as análises feitas a partir das regiões identificadas com potencial de não conformidade (Item 4.2.2.1) quanto ao Isolamento de Fachada, ao Som Aéreo Entre Vedações e ao Som Aéreo Conjunto de Paredes e Portas Separados Pelo Hall.

Verifica-se a definição de conceitos, a caracterização dos sistemas construtivos, a descrição dos equipamentos utilizados, os croquis dos posicionamentos dos equipamentos e dos pontos de medição, os registros fotográficos dos ensaios, os resultados gráficos das medições acústicas, os parâmetros normativos da NBR 15.575 (ABNT, 2013) para ensaios realizados em campo, a avaliação do desempenho e as considerações finais.

Tem-se a seguir um resumo dos resultados apresentados quanto às Vedações Externas e Internas.

#### Vedações Externas

- Isolamento de Fachada

A caracterização do sistema construtivo encontra-se no Anexo II. A Tabela 21 indica os parâmetros estabelecidos pela NBR 15.575 (ABNT, 2013) quanto aos critérios de diferença padronizada de nível ponderada ( $D_{2m,nT,w}$ ).

Critérios de diferença padronizada de nível ponderada,  $D_{2m,nTW}$

Classe de ruído	Elemento	$D_{2m,nTW}$ dB	Nível de desempenho
I	Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer natureza	$\geq 20$	Mínimo
		$\geq 25$	Intermediário
		$\geq 30$	Superior
II	Habitação localizada em áreas sujeitas a situação de ruído não enquadráveis na classe I e II	$\geq 25$	Mínimo
		$\geq 30$	Intermediário
		$\geq 35$	Superior
III	Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, desde que esteja de acordo com a legislação	$\geq 30$	Mínimo
		$\geq 35$	Intermediário
		$\geq 40$	Superior

**Tabela 21 - Critérios de diferença padronizada de nível ponderada ( $D_{2m,nT,w}$ )**  
 Fonte: Empresa Y, 2018

O resultado obtido para o ensaio foi de **21 dB**. Nas considerações finais do relatório, informa-se que: “o sistema (...) avaliado apresentou resultado satisfatório, atendendo ao desempenho mínimo exigido pela NBR 15575-4:2013, para edificações enquadradas na classe de ruído de entorno I.” (Empresa Y, 2018).

#### Vedações Internas

- Som Aéreo Entre Vedações
- Som Aéreo Conjunto de Paredes e Portas Separados Pelo Hall

As caracterizações dos sistemas construtivos encontram-se no Anexo III. A Tabela 22 indica os parâmetros estabelecidos pela NBR 15.575 (ABNT, 2013) quanto aos critérios de diferença padronizada de nível ponderada ( $D_{nT,w}$ ) para ambos os casos.

Critérios de diferença padronizada de nível ponderada,  $D_{nT,w}$

Elemento	$D_{nT,w}$ dB	Nível de desempenho
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo hall (obtida entre as unidades)	40 a 44	Mínimo
	45 a 49	Intermediário
	$\geq 50$	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 55	Intermediário
	$\geq 55$	Superior

**Tabela 22 - Critérios de diferença padronizada de nível ponderada ( $D_{nT,w}$ ) – Som Aéreo Vedações**  
Fonte: Empresa Y, 2018

O resultado obtido para o Som Aéreo Entre Vedações, na situação em que haja dormitório, foi de **49 dB**, sendo disposto nas considerações finais que: “o sistema avaliado apresentou resultado satisfatório, atendendo ao desempenho mínimo exigido de acordo com a ABNT NBR 15575-4:2013.” (Empresa Y, 2018).

Para o Som Aéreo Conjunto de Paredes e Portas Separados Pelo Hall, o resultado obtido foi de **55 dB**, constando nas considerações finais que: “o sistema avaliado apresentou resultado satisfatório, atendendo ao desempenho superior de acordo com a ABNT NBR 15575-4:2013.” (Empresa Y, 2018).

#### 4.2.4.2 Desempenho Acústico – Sistemas de Pisos

A partir do relatório “Desempenho Acústico – Sistemas de Pisos” fornecido pela Empresa Y, são apresentadas as análises feitas com relação ao Ruído de Impacto Entre Pisos e Som Aéreo Entre Pisos, nos dormitórios.

Verifica-se a definição de conceitos, a caracterização dos sistemas construtivos, a descrição dos equipamentos utilizados, os croquis dos posicionamentos dos equipamentos e dos pontos de medição, os registros fotográficos dos ensaios, os resultados gráficos das medições acústicas, os parâmetros normativos da NBR 15.575 (ABNT, 2013) para ensaios realizados em campo, a avaliação do desempenho e as considerações finais.

Tem-se a seguir um resumo dos resultados apresentados quanto ao Ruído Aéreo e Ruído de Impacto.

## Ruído Aéreo

- Som Aéreo Entre Pisos

A caracterização dos sistemas construtivos encontra-se no Anexo IV. A Tabela 23 indica os parâmetros estabelecidos pela NBR 15.575 (ABNT, 2013) quanto aos critérios de diferença padronizada de nível ponderada ( $D_{nT,w}$ ).

Critérios de diferença padronizada de nível ponderada, $D_{nT,w}$		
Elemento	$D_{nT,W}$ 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
	$\geq 55$	Superior

Tabela 23 - Critérios de diferença padronizada de nível ponderada ( $D_{nT,w}$ ) – Som Aéreo Entre Pisos  
Fonte: Empresa Y, 2018

O resultado obtido para o Som Aéreo Entre Pisos, na situação em que haja dormitório, foi de **44 dB**, sendo disposto nas considerações finais que: “o sistema de piso avaliado apresentou resultado insatisfatório, não atendendo ao desempenho mínimo exigido pela ABNT NBR 15575-3:2013.” (Empresa Y, 2018).

## Ruído de Impacto

- Ruído de Impacto Entre Pisos

A caracterização dos sistemas construtivos também encontra-se no Anexo IV. A Tabela 24 indica os parâmetros estabelecidos pela NBR 15.575 (ABNT, 2013) quanto aos critérios de nível de pressão sonora de impacto-padrão ponderado ( $L'_{nT,w}$ ).

Critério de nível de pressão sonora de impacto-padrão ponderado, $L'_{nT,w}$		
Elemento	$L'_{nT,W}$ dB	Nível de desempenho
Sistema de piso de dormitórios separando unidades habitacionais autônomas, posicionadas em pavimentos distintos.	66 a 80	Mínimo
	56 a 65	Intermediário
	$\leq 55$	Superior

Tabela 24 - Critérios de nível de pressão sonora de impacto-padrão ponderado ( $L'_{nT,w}$ )

Fonte: Empresa Y, 2018

O resultado obtido para o Ruído de Impacto Entre Pisos, na situação em que haja dormitório, foi de **80 dB**, sendo disposto nas considerações finais que o sistema: “apresentou resultado satisfatório, atendendo ao nível de desempenho mínimo exigido conforme ABNT NBR 15575-3:2013.” (Empresa Y, 2018).

#### 4.2.4.3 *Sistemas de Vedações*

A partir do relatório “Sistemas de Vedações” fornecido pela Empresa Y, são apresentadas as análises feitas com relação à Resistência das Vedações às Solicitações de Peças Suspensas, ao Fechamento Brusco em Portas e ao Choque de Abalo em Portas.

Verifica-se a caracterização dos sistemas construtivos avaliados (Tabela 25), a apresentação dos resultados e os registros fotográficos.

<b>SISTEMA DE VEDAÇÃO INTERNA – ÁREAS SECAS</b>	
Tipo vedação	Bloco de concreto, com função estrutural – Espessura: 14 cm
Revestimento vedação externa	Argamassa de regularização – Espessura de 2,5 a 3 cm
Revestimento vedação interna	Gesso – Espessura: 2 a 3 cm

**Tabela 25 - Caracterização dos Sistemas – Vedação Interna – Áreas Secas**  
Fonte: Empresa Y, 2018

#### Resistência das Vedações às Solicitações de Peças Suspensas

- Vedação Interna

Os resultados apresentados pela Empresa Y podem ser observados na Figura 51.

SISTEMA 01	
Local do ensaio	Sala – Apto. 202 – Bloco 04
Data do ensaio	25/07/2018

ENSAIO DE SOLICITAÇÕES DE PEÇAS SUSPENSAS – SISTEMA 01				
Carga (kN)	Tempo (h)	Dh Relógio central (mm)	Dhr Relógio central (mm)	Ocorrências verificadas
0,8	24	0,04	0,01	Sem ocorrências

- 1- Dh = Deformação horizontal;
- 2- Dhr = Deformação horizontal residual;
- 3- h = Altura da parede: 2540 mm;
- 4- Para fixação da mão-francesa padrão foi utilizado parafuso sextavado, diâmetro 6 mm, comprimento 80 mm - Fornecedor: Bemfixa Industrial e Bucha BXB 10mm – Fornecedor: Bemfixa Industrial. O sistema de fixação foi aprovado pelo cliente.
- 5- Distância entre dois pontos de fixação e aplicação de cargas de 50 cm, com aplicação de carga de 0,4 kN em cada ponto (pontos nas extremidades da mão-francesa padrão), totalizando carga total aplicada em cada peça de 0,8 kN.

NÍVEL DE DESEMPENHO – NBR 15575/13
Mínimo

**Figura 51 - Solicitação de peças suspensas - Resultados**

Fonte: Empresa Y, 2018

### Fechamento Brusco em Portas

Os ensaios foram realizados em duas portas de entrada dos apartamentos distintas, devendo servir de referência para a escolha do modelo a ser utilizado pela Construtora X. Os resultados apresentados pela Empresa Y podem ser observados nas Figuras 52 e 53.



PORTA 01	
Especificação Porta Interna	Porta Madeshop- porta semioca Fornecedor: Imperatriz Indústria e comércio de esquadrias Ltda Fixação: Preenchimento Total Espuma
Local do ensaio	Sala – Apto. 202 – Bloco 04
Data do ensaio	16/07/2018

ENSAIO DE FECHAMENTO BRUSCO – PORTA 01			
Impacto nº	Carga (N)	Ocorrências verificadas	Movimentos de abertura e fechamento
1	150	Sem ocorrências	Preservados
2	150	Sem ocorrências	Preservados
3	150	Sem ocorrências	Preservados
4	150	Sem ocorrências	Preservados
5	150	Sem ocorrências	Preservados
6	150	Sem ocorrências	Preservados
7	150	Sem ocorrências	Preservados
8	150	Sem ocorrências	Preservados
9	150	Sem ocorrências	Preservados
10	150	Sem ocorrências	Preservados
Obs.: As paredes não apresentaram fissuras			

NÍVEL DE DESEMPENHO – NBR 15575/13
Mínimo

**Figura 52 - Fechamento brusco em portas – Resultados Porta 01**  
Fonte: Empresa Y, 2018

PORTA 02			
Especificação Porta Interna	Porta Famossul – porta cheia Fornecedor: Famossul Madeiras Nordeste Ltda Fixação: Espuma expansiva em 3 pontos		
Local do ensaio	Sala – Apto. 101 – Bloco 04		
Data do ensaio	16/07/2018		
ENSAIO DE FECHAMENTO BRUSCO – PORTA 02			
Impacto nº	Carga (N)	Ocorrências verificadas	Movimentos de abertura e fechamento
1	150	Sem ocorrências	Preservados
2	150	Sem ocorrências	Preservados
3	150	Sem ocorrências	Preservados
4	150	Sem ocorrências	Preservados
5	150	Sem ocorrências	Preservados
6	150	Sem ocorrências	Preservados
7	150	Sem ocorrências	Preservados
8	150	Sem ocorrências	Preservados
9	150	Sem ocorrências	Preservados
10	150	Sem ocorrências	Preservados
Obs.: As paredes não apresentaram fissuras			
NÍVEL DE DESEMPENHO – NBR 15575/13			
Mínimo			

**Figura 53 - Fechamento brusco em portas – Resultados Porta 02**  
Fonte: Empresa Y, 2018

### Choque de Abalo em Portas

Os ensaios foram realizados como no Fechamento Brusco em Portas, considerando as mesmas portas de entrada dos apartamentos. Os resultados apresentados pela Empresa Y podem ser observados nas Figuras 54 e 55.

PORTA 01	
Especificação Porta Entrada	Porta Madeshop- porta semioca Fornecedor: Imperatriz Indústria e comércio de esquadrias Ltda Fixação: Preenchimento Total Espuma
Local do ensaio	Sala – Apto. 202 – Bloco 04
Data do ensaio	16/07/2018

ENSAIO DE CHOQUE DE ABALO EM PORTAS – PORTA 01			
Energia (J)	Sentido	Ocorrências verificadas	Movimentos de abertura e fechamento
240	Abertura porta	Sem ocorrências	Preservados
240	Fechamento porta	Sem ocorrências	Preservados
Obs.: As paredes não apresentaram arrancamento do marco, ruptura ou perda de estabilidade.			

NÍVEL DE DESEMPENHO – NBR 15575/13
Mínimo

**Figura 54 - Choque de abalo em portas – Resultados Porta 01**  
Fonte: Empresa Y, 2018

PORTA 02	
Especificação Porta Entrada	Porta Famosul – porta cheia Fornecedor: Famossul Madeiras Nordeste Ltda Fixação: Espuma expansiva em 3 pontos
Local do ensaio	Sala – Apto. 101 – Bloco 04
Data do ensaio	16/07/2018

ENSAIO DE CHOQUE DE ABALO EM PORTAS – PORTA 02			
Energia (J)	Sentido	Ocorrências verificadas	Movimentos de abertura e fechamento
240	Abertura porta	Sem ocorrências	Preservados
240	Fechamento porta	Sem ocorrências	Preservados
Obs.: As paredes não apresentaram arrancamento do marco, ruptura ou perda de estabilidade.			

NÍVEL DE DESEMPENHO – NBR 15575/13
Mínimo

**Figura 55 - Choque de abalo em portas – Resultados Porta 02**  
Fonte: Empresa Y, 2018

#### 4.2.4.4 Sistemas de Pisos

A partir do relatório “Sistemas de Pisos” fornecido pela Empresa Y, são apresentadas as análises feitas com relação aos Impactos de Corpo Duro, à Resistência à Umidade de Sistema de Pisos, à Estanqueidade de Sistema de Pisos de Áreas Molhadas e à Planicidade da Camada de Acabamento do Piso.

Verifica-se a caracterização dos sistemas construtivos avaliados (Tabela 26), a apresentação dos resultados e os registros fotográficos.

<b>SISTEMA 01 – ÁREAS SECAS</b>	
Camada Estrutural	Laje pré-moldada com bloco cerâmico - Espessura: (8+4=12 cm)
Contrapiso	Virado em obra - Espessura 3 a 4 cm
Argamassa colante	Argamassa Colante ACII
Acabamento final	Cerâmica Biancogres Castelhanos Bege - 44x47 cm Rejunte: Não informado
<b>SISTEMA 02 – ÁREAS MOLHADAS</b>	
Camada Estrutural	Laje pré-moldada com bloco cerâmico - Espessura: (8+4=12 cm)
Contrapiso	Virado em obra - Espessura 3 a 4 cm
Impermeabilização	Argamassa polimérica
Argamassa colante	Argamassa Colante ACII
Acabamento final	Cerâmica Biancogres Castelhanos Bege - 44x47 cm Rejunte: Não informado

**Tabela 26 - Caracterização dos Sistemas – Pisos – Áreas Secas e Molhadas**  
Fonte: Empresa Y, 2018

#### Impactos de Corpo Duro

Os resultados apresentados pela Empresa Y podem ser observados na Figura 56.

SISTEMA 01				
Local do ensaio	Sala - Apto. 204 – Bloco 04			
Data do ensaio	24/07/2018			
ENSAIO CORPO DURO – SISTEMA 01				
Esfera (Kg)	Energia (J)	Altura (m)	Profundidade mocha máxima (mm)	Ocorrências
0,5	2,5	0,50	0,01	Sem ocorrências
0,5	3,75	0,75	0,06	Sem ocorrências
0,5	5	1,00	0,28	Ocorrência de falhas superficiais
1,0	10	1,00	0,59	Ocorrência de falhas superficiais
1,0	20	2,00	1,81	Ocorrência de falhas superficiais
1,0	30	≈2,47	2,70	Ocorrência de falhas superficiais
NÍVEL DE DESEMPENHO – NBR 15575/13				
Mínimo				

Figura 56 - Impacto de corpo duro – Resultados Sistema 01  
Fonte: Empresa Y, 2018

### Resistência à Umidade de Sistema de Pisos de Áreas Molhadas

Os resultados apresentados pela Empresa Y podem ser observados na Figura 57.

SISTEMA 02	
Local do ensaio	Banheiro – Apto. 202 – Bloco 04
Data do ensaio	01/08/2018
ENSAIO DE RESISTÊNCIA À UMIDADE – SISTEMA 02	
Avaliação	Verificação visual
Ocorrências após 24 horas da retirada de lâmina d'água	Nenhuma ocorrência
NÍVEL DE DESEMPENHO – NBR 15575/13	
Mínimo	

1. Condições de conservação da produção até a realização do ensaio: Sem utilização;
2. Prazos de conservação da produção até a realização do ensaio: ≥ 28 dias;
3. Dimensões dos corpos de prova: Banheiro – 1,20 x 2,00 m;

Figura 57 - Resistência à umidade – Resultados Sistema 02  
Fonte: Empresa Y, 2018

## Estanqueidade de Sistema de Pisos de Áreas Molhadas

Os resultados apresentados pela Empresa Y podem ser observados na Figura 58.

SISTEMA 02 – ÁREAS MOLHADAS	
Local do ensaio	Banheiro – Apto. 202 – Bloco 04
Data do ensaio	01/08/2018

ENSAIO DE ESTANQUEIDADE – SISTEMA 02	
Avaliação	Verificação visual
Ocorrências de passagem de umidade para outros elementos da habitação após 72 horas de lâmina d'água	A superfície inferior e os encontros com as paredes e pisos adjacentes permaneceram secos.

NÍVEL DE DESEMPENHO – NBR 15575/13
Mínimo

**Figura 58 - Estanqueidade – Resultados Sistema 02**  
Fonte: Empresa Y, 2018

## Planicidade da Camada de Acabamento do Piso

Os resultados apresentados pela Empresa Y podem ser observados na Figura 59.

SISTEMA 01			
Local do ensaio	Quarto - Apto. 104 – Bloco 04		
Data do ensaio	25/07/2018		

PLANICIDADE DE ACABAMENTO – SISTEMA 01			
Local	Desnível Mínimo (mm)	Desnível Máximo (mm)	Máximo aceitável (mm)
Sala	0,12	2,90	3,00

NÍVEL DE DESEMPENHO – NBR 15575/13
Mínimo

**Figura 59 - Planicidade da camada de acabamento – Resultados Sistema 01**  
Fonte: Empresa Y, 2018

### **4.3 Diagnóstico do Processo**

As informações provenientes das análises de projeto, das recomendações e medidas adotadas pela Construtora X e das medições em campo para verificação de desempenho foram sintetizadas nas tabelas presentes nos Anexos V, VI e VII, respectivamente, de modo a facilitar o diagnóstico do processo de implementação da NBR 15.575 (ABNT, 2013) na construtora.

Serão abordados, primeiramente, os aspectos observados considerando-se as análises, as medidas adotadas e os ensaios realizados. Em seguida, serão destacados os pontos mais relevantes com relação ao processo de um modo geral.

#### Análises de Projeto

A partir da proposta feita pela Empresa Y e contratada pela Construtora X, foram identificados 22 itens a serem verificados nos projetos com relação às exigências da Norma, considerando-se as categorias Desempenho acústico, Desempenho térmico, Desempenho lumínico, Segurança no uso e na operação, Funcionalidade e acessibilidade, Estanqueidade e Segurança contra incêndio.

Avaliando-se o relatório fornecido pela Empresa Y, não foi possível identificar a verificação de 6 dos 22 itens. Além disso, foram percebidas algumas incoerências nas análises feitas, como no caso da análise de Desempenho Acústico com relação ao Ruído de Impacto (item 4.2.2.2), sendo informado no relatório: “Atende para a situação – A”, quando o valor atribuído (85) é superior ao máximo estabelecido pela Norma (80).

Outro exemplo é o fato de não serem identificados separadamente os conjuntos de blocos 01 e 02 e blocos 03 e 04 do empreendimento (Figura 1), considerando-se a identificação das áreas de classe especial de ruído a partir da análise de entorno (Figura 3) e novamente nos relatórios de Desempenho Acústico – Vedações (item 4.2.2.1) e Desempenho Acústico – Esquadrias (item 4.2.2.5), quando é atribuído a essas disposições uma definição de Primeiro Pavimento e Pavimento Tipo (Figuras 5, 6, 26 e 27).

Algumas análises continuam apenas recomendações da norma, sem de fato verificar as condições existentes. Em alguns casos, como nos itens 4.2.2.4 (Desempenho

Acústico – Portas) e 4.2.2.5 (Desempenho Acústico – Esquadrias), a ausência foi justificada pela falta das especificações à época das análises. Essas e outras observações podem ser verificadas resumidamente no Anexo VIII deste trabalho.

### Recomendações e Medidas Adotadas

Com relação às medidas adotadas pela Construtora X a partir das recomendações feitas pela Empresa Y em seus relatórios, tem-se a Tabela 27, que as apresenta de maneira abreviada.

Itens Analisados		Resultado da Análise	Posição da Construtora X
Desempenho Acústico	Vedações	Externas	Estudo específico + Ensaio
		Internas	Não conformidade
	Piso	Ruído Aéreo	Ensaio
		Ruído de Impacto	Não conformidade
	Instalações		Recomendações
	Portas		Recomendações
	Esquadrias		Recomendações
Desempenho Térmico	Vedações		Não conformidade
	Área de Ventilação		Conformidade
	Cobertura		Conformidade
Segurança no Uso e na Operação	Piso		Conformidade
	Cobertura		Recomendações
Funcionalidade e Acessibilidade	Poluentes		NA
	Depósito de lixo		NA
	Pé direito		Conformidade
	Circulação		Não conformidade, porém caráter informativo
	Acessibilidade aos espaços comuns		NA
Estanqueidade	Edificação		NA
	Áreas molhadas e molháveis		Recomendações
Segurança contra incêndio	Projeto das rotas de fuga		NA
Desempenho Lumínico	Sombreamento		NA
	Iluminância natural		Não conformidade

**Tabela 27 - Análises e posição da Construtora X**

Fonte: Autora



Verificou-se a não realização do estudo específico, recomendado para avaliar as regiões classificadas com classe especial de ruído a partir da análise acústica de entorno (itens 4.2.1 e 4.2.2.1). O parecer da Construtora X com relação às análises foi que não houve esclarecimentos por parte da Empresa Y sobre como ela deveria proceder a esse estudo. Na ausência desse direcionamento e levando-se em conta os resultados das análises realizada, a construtora considerou que a configuração seria suficiente para atender à classe especial uma vez que atendia à classe III de ruído.

Dentre as não conformidades verificadas, duas foram desconsideradas: as dimensões do fogão especificadas no projeto eram inferiores às mínimas recomendadas pela Norma, em que a Construtora X optou por seguir o projeto arquitetônico (vide item 4.2.3.11), considerando também o caráter informativo da recomendação; e o desempenho lumínico, em que a construtora optou por realizar novos testes para verificar os resultados (vide item 4.2.3.13). Outras duas, tiveram medidas realizadas pela construtora conforme as orientações da Empresa Y (vide itens 4.2.3.1. Desempenho Acústico – Vedações e 4.2.3.2. Desempenho Acústico – Pisos). A outra não conformidade foi considerada como solucionada devido à incompatibilidade com a cor utilizada na fachada e a cor analisada no relatório.

Com relação às recomendações identificadas, houve aceitação parcial de uma maneira geral. Quanto aos ensaios propostos, houve a realização e os resultados, bem como a posição da construtora, serão abordados a seguir.

### Medições em Campo

Os ensaios foram feitos quando a obra já estava com o acabamento praticamente finalizado, o que acabou limitando o poder de ação da Construtora X diante de possíveis não conformidades.

Conforme apresentado no item 4.2.4 deste trabalho e sintetizado no Anexo VII, os ensaios apresentaram resultados satisfatórios, com exceção dos ensaios de desempenho acústico – vedações externas e desempenho acústico – pisos – ruído aéreo, que apresentaram não conformidade. Com relação ao primeiro, o sistema não se adequou às classes II, III e especial de ruído, diferente do que se esperava a partir da análise inicial, conforme o item 4.2.2.1. Já quanto ao segundo, o sistema

não atendeu ao mínimo preconizado pela norma pela diferença de 1 dB.

Em uma reunião entre a Construtora X e a Empresa Y, com o objetivo de discutir os resultados dos ensaios, foi indicado como possível causa para as não conformidades a esquadria utilizada, de dimensão 1,15 x 2,21 m, cuja composição (veneziana sem ventilação abaixo do nível do peitoril e 3 folhas acima do peitoril – veneziana sem ventilação, veneziana ventilada e vidro) acabou se tornando um ponto favorável à passagem de ruídos, principalmente quanto à veneziana abaixo do peitoril, ocupando o mesmo espaço que seria ocupado por blocos de concreto caso fosse utilizada a esquadria no tamanho de 1,15 x 1,15 m. Nesse contexto, somado a limitações de tempo e recursos por parte da construtora, não foram encontradas soluções viáveis para as não conformidades verificadas.

Outra questão observada foi a presença de informações equivocadas na caracterização dos sistemas, porém os relatórios apresentados ainda passariam por revisões por parte da Empresa Y após o retorno da Construtora X.

### Aspectos Gerais

Com relação a todo o processo, é possível destacar alguns pontos principais de uma maneira mais generalizada. Dentre eles, e que pode ser considerado como o mais importante, está a decisão tardia de adoção da NBR 15.575 (ABNT, 2013), quando os projetos já haviam sido aprovados e a obra já havia iniciado. O fato acabou prejudicando a Construtora X, visto que as não conformidades encontradas conseguiriam ser solucionadas a partir de modificações de projeto.

Ainda, é possível citar a constatação de que os projetos arquitetônico e estrutural contratados pela construtora foram feitos sem que a Norma fosse considerada, mesmo sendo uma incumbência dos projetistas estabelecer a vida útil projetada (VUP) dos sistemas e especificar materiais, produtos e processos que atendam ao desempenho mínimo estabelecido pela mesma. Isso implicou uma transferência de responsabilidades desses agentes para a construtora, que precisou então arcar com os impactos da inadequação dos projetos à Norma.

Dentre os impactos, observou-se certo prejuízo na condução da obra, sendo necessário ajustar o cronograma ao mobilizar recursos e mão de obra para viabilizar

o processo de adaptação, realizar modificações que não estavam previstas nas estruturas, buscar alternativas para adequar as soluções propostas uma vez que a obra já estava em andamento, entre outros fatores.

Outro aspecto que pode ser destacado é a especificação tardia de alguns materiais a serem utilizados, como as portas e as esquadrias, que comprometeu a realização adequada da análise inicial de projeto, além de contribuir para o adiamento da realização dos ensaios, limitando o poder de solução da construtora.

Notou-se também a ausência de informações por parte dos fabricantes e fornecedores de materiais quanto às exigências da Norma, conforme itens 4.2.3.4 e 4.2.3.5. Ademais, como abordado no item 4.2.3.9, nas especificações dos pisos foram utilizados parâmetros diferentes ou apenas mencionado o coeficiente de atrito e a indicação de uso, sem informar diretamente o seu valor.

As limitações orçamentárias foram decisivas quanto a abrangência das análises e dos ensaios a serem realizados, não sendo possível abordar todas as categorias dispostas na Norma. A questão financeira comprometeu também a execução de algumas medidas recomendadas nos relatórios.

Com relação à Empresa Y, contratada para auxiliar nesse processo de transição da Construtora X para a utilização da Norma, é possível destacar a necessidade de ajustes nos relatórios e serviços, além do intercâmbio de informações, o que indica a existência de resquícios de uma fase de adaptação a essa atividade.

Quanto à implementação em si, abrangendo desde a decisão inicial para a contratação da Empresa Y, as etapas de análise, medidas adotadas e realização de ensaios, até a obtenção dos resultados, observou-se a ausência de uma clareza sobre como todo o processo deveria fluir, como se dava a interação entre as etapas e a ligação destas com a Norma.

Por fim, mesmo diante das dificuldades encontradas, a Construtora X mostrou-se empenhada ao longo de todo o processo, acreditando que não há mais espaço para que a Norma seja desconsiderada, uma vez que os usuários estão cada vez mais conscientes de seus direitos e exigentes em relação à qualidade dos produtos e serviços que contratam. Tal fato é importante e essencial para que haja continuidade

ao que foi iniciado.

#### **4.4 Proposta de Diretrizes**

Para que a Construtora X possa dar continuidade à implementação da norma, utilizando-a em seus próximos empreendimentos, serão sugeridas algumas medidas com o intuito de orientar, simplificar e facilitar o processo em questão.

O primeiro passo seria buscar um maior entendimento dos setores técnicos envolvidos da própria construtora acerca da norma, compreendendo a sua estrutura, as demandas existentes e o papel exato de cada um dos agentes da cadeia produtiva, de modo a cumprir as próprias responsabilidades e poder exigir o mesmo dos demais agentes: projetistas, fornecedores e usuários.

Grande atenção deve ser dada às fases iniciais, partindo da realização de estudos, como análises de entorno, desde antes da aquisição (preferencialmente) ou quando da avaliação de lotes para se construir. Assim, será possível compreender o contexto em que a edificação será inserida e as respectivas condições de exposição para que sirvam de referência aos projetistas na concepção dos projetos. Estes devem ser feitos dentro das exigências da Norma e a construtora deve estar atenta a isso.

Podem ser utilizadas planilhas auxiliares, *softwares* de análise térmica, e *checklists* para orientar as fases de concepção, projeto, execução e pós-obra/manutenção quanto ao cumprimento dos requisitos de desempenho da Norma segundo seus critérios e à comprovação a partir das avaliações. É ainda importante definir com clareza o que é necessário cumprir, como será feito e qual a forma de se obter a confirmação necessária, além de se entender como os processos e as fases interagem entre si.

A construtora também deve buscar no meio técnico, acadêmico e no mercado o que as empresas estão fazendo para atender às demandas da NBR 15.575 (ABNT, 2013), principalmente aquelas que atuam no mesmo segmento. As limitações orçamentárias para habitações populares são reais, mas há alternativas para que sejam viabilizados a execução e o atendimento às exigências da Norma.

Outro aspecto importante está na elaboração do manual de uso, operação e

manutenção do usuário, que deve conter as informações necessárias para orientar o usuário nos cuidados exigidos ao cumprimento da VUP dos sistemas construtivos, deixando-o ciente de suas responsabilidades e resguardando a construtora em casos de danos pela falta de manutenção ou uso inadequado dos elementos.

## 5 CONCLUSÃO

A NBR 15.575 (ABNT, 2013) é de grande importância à construção civil, representando uma mudança na forma como ela é concebida no Brasil. A Norma passa a exigir que sejam atendidos requisitos mínimos de desempenho em todas as habitações, a fim de garantir um produto final de qualidade para o usuário, além de definir objetivamente as responsabilidades dos fornecedores, projetistas, construtores e usuários nesse processo.

A partir do estudo de caso apresentado, é possível destacar a presença de entraves no processo de adaptação à utilização da NBR 15.575 (ABNT, 2013), em especial quando a atenção não é dada na fase de concepção dos empreendimentos. É imprescindível que os projetos sejam feitos de acordo com as especificações da Norma. Outro aspecto relevante percebido a partir do contato com o documento durante a realização deste trabalho e da comunicação com os profissionais envolvidos no estudo de caso, foi a dificuldade na compreensão de alguns aspectos da Norma em geral. Sendo assim, uma possível melhoria a ser feita seria a separação por categorias de desempenho, por exemplo, desempenho acústico, e então determinar todos os sistemas construtivos envolvidos e as respectivas exigências da categoria por meio de requisitos e critérios. Ainda, deve-se buscar um maior entendimento do papel de cada agente envolvido na construção civil no que se refere à Norma. A mudança de fato só irá acontecer quando todos tiverem consciência de suas próprias responsabilidades.

O mercado brasileiro de maneira geral ainda está se adaptando à utilização da NBR 15.575 (ABNT, 2013). Como tudo o que é novo, esse processo requer esforços, traz dificuldades e exige mudanças de posturas, sendo algo trabalhoso em um primeiro momento, mas que trará benefícios inquestionáveis a longo prazo. É fundamental que as empresas se adaptem à utilização da NBR 15.575 (ABNT, 2013), implementando-a devidamente em suas rotinas de trabalho e estando atentas às mudanças de comportamento do setor e às exigências crescentes dos usuários, para que possam encontrar e consolidar o seu espaço em um mercado cada vez mais competitivo.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Normalização. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/normalizacao/o-que-e/o-que-e>>. Acesso em: 15 dez. 2018

ABNT/CB-25. O que significa a ABNT NBR ISO 9001 para quem compra?. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/qualidade/pdf/CB25docorient.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2018

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15575: **Edificações habitacionais – Desempenho**. Rio de Janeiro, 2013. 283p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15575-1: **Edificações habitacionais – Desempenho**. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013. 60p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15575-2: **Edificações habitacionais – Desempenho**. Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais. Rio de Janeiro, 2013. 32p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15575-3: **Edificações habitacionais – Desempenho**. Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos. Rio de Janeiro, 2013. 40p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15575-4: **Edificações habitacionais – Desempenho**. Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro, 2013. 57p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15575-5: **Edificações habitacionais – Desempenho**. Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas. Rio de Janeiro, 2013. 63p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15575-6: **Edificações habitacionais – Desempenho**. Parte 6: Sistemas hidrossanitários. Rio de Janeiro, 2013. 31p.

BORGES, Carlos Alberto de Moraes. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil**. 263 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2008.

CAMARGOS, Teodomiro Diniz. Colocando a Norma de Desempenho em prática. **Construção em Foco**, Belo Horizonte, 4<sup>a</sup> Ed., p. 27-29, dez. 2014

DO CARMO, Livia Ismália Carneiro. **Efeitos do ruído ambiental no organismo humano e suas manifestações auditivas**. 45 p. Monografia. Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica Audiologia Clínica, Goiânia. 1999.

GIBSON, E.J., Coord., **Working with the performance approach in building**. Rotterdam. CIB W060. 1982. (CIB State of the Art Report n. 64).

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 6241: **Performance standards in buildings**: principles for their preparation. Londres, 1984. 12 p.

OKAMOTO, Patricia Seiko. **Os impactos da norma brasileira de desempenho sobre o processo de projeto de edificações residenciais**. 160 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2015.

PBQP-H. Apresentação. Disponível em: <[http://pbqp-h.cidades.gov.br/pbqp\\_apresentacao.php](http://pbqp-h.cidades.gov.br/pbqp_apresentacao.php)>. Acesso em: 15 dez. 2018

PBQP-H. Projetos - Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras. Disponível em: <[http://pbqp-h.cidades.gov.br/projetos\\_siac.php](http://pbqp-h.cidades.gov.br/projetos_siac.php)>. Acesso em: 15 dez. 2018

POSSAN, Edna; DEMOLINER, Carlos Alberto. Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: abordagem geral. **Revista técnico-científica do CREA-PR**, v. 1, n. 1, 14 p., out. 2013.

Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Minas Gerais. **Catálogo de Normas Técnicas - Edificações**. Belo Horizonte: Sinduscon-MG/CBIC, 2017. 120 p. Disponível em: <<http://www.sinduscon-mg.org.br/wp-content/uploads/2017/06/Catálogo-de-Normas-Técnicas-Edificacoes-6ª-Ed-março-de-2017-VersãoJunho17.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2018



# ANEXO I



## PROGRAMA DE OLHO NA QUALIDADE Código de Práticas CAIXA

### 1 IDENTIFICAÇÃO

- 1.1 Proponente: \_\_\_\_\_
- 1.2 Construtora: \_\_\_\_\_
- 1.3 Empreendimento: \_\_\_\_\_
- 1.4 Endereço: \_\_\_\_\_
- 1.5 Cidade: \_\_\_\_\_ UF \_\_\_\_\_


### 2 INTRODUÇÃO

- 2.1 O Código de Práticas CAIXA tem como objetivo padronizar as orientações relativas às boas práticas consagradas na construção civil a serem repassadas aos clientes que atuam no âmbito dos programas de produção habitacional operados pela CAIXA.
- 2.2 Os itens abordados foram definidos com base nas principais patologias e vícios construtivos oriundos das reclamações apresentadas à CAIXA e/ou observadas nas visitas de acompanhamento das obras, bem como nas vistorias técnicas realizadas nos empreendimentos que motivaram a criação do Programa de Olho na Qualidade.
- 2.3 Cabe ressaltar que por se tratar de um documento de referência, a sua aplicabilidade aos projetos apresentados para produção habitacional deve estar compatível com as especificações mínimas definidas pelo Ministério das Cidades para cada programa, cujo atendimento deve ser integral. Sempre que possível prevalecerá a orientação mais exigente.


### 3 ORIENTAÇÕES INICIAIS

- 3.1 Será disponibilizada em canteiro a seguinte documentação:
- a) Projetos correspondentes à etapa de obra em execução;
  - b) Memorial descritivo;
  - c) Alvará de construção válido;
  - d) Documentação do Programa de Qualidade – PBPQ-h.
- 3.2 Serão obedecidas a boa técnica e todas as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) aplicáveis à época da análise/contratação do empreendimento, incluindo o cumprimento integral da ABNT NBR 15.575 – Edificações Habitacionais – Desempenho, em especial os termos constantes do Anexo I do Memorial Descritivo.
- 3.2.1 O atendimento à Norma de Desempenho fica sem efeito para projetos protocolados na prefeitura anteriormente a 19/07/2013.
- 3.3 Serão atendidas, ainda, as normas das concessionárias dos serviços públicos locais para todos os serviços a serem executados.

## ANEXO II


ISOLAMENTO DE FACHADA	
SISTEMA DE PISO – QUARTO – APTO 102 – BLOCO 4	
Camada Estrutural	Laje pré-moldada com bloco cerâmico - Espessura: (8+4=12 cm)
Contrapiso	Virado em obra - Espessura 3 a 4 cm
Argamassa colante	Argamassa Colante ACII
Acabamento final	Cerâmica Biancogres Castelhanos Bege - 44x47 cm Rejunte: Não informado
SISTEMA DE VEDAÇÃO – QUARTO – APTO 102 – BLOCO 4	
Tipo vedação	Bloco de concreto, com função estrutural – Espessura: 14 cm
Revestimento vedação externa	Argamassa de regularização – Espessura de 2,5 a 3 cm
Revestimento vedação interna	Gesso – Espessura: 2 a 3 cm
Esquadria Dormitório	Dimensão: 1,15x2,21 m, sendo veneziana abaixo do peitoril e acima do peitoril 3 folhas (vidro+veneziana ventilada+veneziana sem ventilação)
Porta	Referência: Não informado – Fornecedor: Não informado
Instalação Porta	Espuma expansiva
IDENTIFICAÇÃO AMBIENTE AVALIADO – QUARTO – APTO 102 – BLOCO 4	
	

## ANEXO III

SOM AÉREO ENTRE VEDAÇÕES	
SISTEMA DE PISO – QUARTOS – APTOS 104/102 – BLOCO 4	
Camada Estrutural	Laje pré-moldada com bloco cerâmico - Espessura: (8+4=12 cm)
Contrapiso	Virado em obra - Espessura 3 a 4 cm
Argamassa colante	Argamassa Colante ACII
Acabamento final	Cerâmica Biancogres Castelhanos Bege - 44x47 cm Rejunte: Não informado
SISTEMA DE VEDAÇÃO – QUARTOS – APTOS 104/102 – BLOCO 4	
Tipo vedação	Bloco de concreto, com função estrutural – Espessura: 14 cm
Revestimento vedação externa	Argamassa de regularização – Espessura de 2,5 a 3 cm
Revestimento vedação interna	Gesso – Espessura: 2 a 3 cm
Esquadria	Dimensão: 1,15x2,21 m, sendo veneziana abaixo do peitoril e acima do peitoril 3 folhas (vidro+veneziana ventilada+veneziana sem ventilação)
Porta	Referência: Não informado – Fornecedor: Não informado
Instalação Porta	Espuma expansiva
IDENTIFICAÇÃO AMBIENTE AVALIADO – QUARTOS – APTOS 104/102 – BLOCO 4	
	

SOM AÉREO CONJUNTO DE PAREDES E PORTAS SEPARADOS PELO HALL	
<b>SISTEMA DE PISO – SALAS – APTOS 102/101 – BLOCO 4</b>	
Camada Estrutural	Laje pré-moldada com bloco cerâmico - Espessura: (8+4=12 cm)
Contrapiso	Virado em obra - Espessura 3 a 4 cm
Argamassa colante	Argamassa Colante ACII
Acabamento final	Cerâmica Biancogres Castelhanos Bege - 44x47 cm Rejunte: Não informado
<b>SISTEMA DE VEDAÇÃO – SALAS – APTOS 102/101 – BLOCO 4</b>	
Tipo vedação	Bloco de concreto, com função estrutural – Espessura: 14 cm
Revestimento vedação externa	Argamassa de regularização – Espessura de 2,5 a 3 cm
Revestimento vedação interna	Gesso – Espessura: 2 a 3 cm
Esquadria	Dimensão: 1,76x1,15 com 3 folhas (vidro+veneziana ventilada+veneziana sem ventilação)
Porta	Referência: Não informado – Fornecedor: Não informado
Instalação Porta	Espuma expansiva
<b>IDENTIFICAÇÃO AMBIENTE AVALIADO – SALAS – APTOS 102/101 – BLOCO 4</b>	

## ANEXO IV

SISTEMA DE PISO – QUARTOS – APTOS. 202/102 – BLOCO 4	
Camada Estrutural	Laje pré-moldada com bloco cerâmico - Espessura: (8+4=12 cm)
Contrapiso	Virado em obra - Espessura 3 a 4 cm
Argamassa colante	Argamassa Colante ACII
Acabamento final	Cerâmica Biancogres Castelhanos Bege - 44x47 cm Rejunte: Não informado
SISTEMA DE VEDAÇÃO – QUARTOS – APTOS. 202/102 – BLOCO 4	
Tipo vedação	Bloco de concreto, com função estrutural – Espessura: 14 cm
Revestimento vedação externa	Argamassa de regularização – Espessura de 2,5 a 3 cm
Revestimento vedação interna	Gesso – Espessura: 2 a 3 cm
Esquadria Dormitório	Dimensão: 1,15x2,21 m, sendo veneziana abaixo do peitoril e acima do peitoril 3 folhas (vidro+veneziana ventilada+veneziana sem ventilação)
Porta	Referência: Não informado – Fornecedor: Não informado
Instalação Porta	Espuma expansiva
IDENTIFICAÇÃO DORMITÓRIO AVALIADO – QUARTOS – APTOS. 202/102 – BLOCO 4	
 <p>The floor plan shows a symmetrical apartment layout with a central hallway and staircase. On the left side, there are three bedrooms, a living area, a kitchen, and a bathroom. On the right side, there are three bedrooms, a living area, a kitchen, and a bathroom. The bottom-left bedroom is highlighted in purple, indicating it is the evaluated room. Dimensions are provided for various rooms and the overall unit.</p>	

## ANEXO V

Itens Analisados		Descrição da Análise	
Desempenho Acústico	Vedações	Externas	RN = Referência da Norma. Mostra como é a configuração da alvenaria e que atende para classes I a III, deixando a classe especial com necessidade de estudos específicos e potencial de não conformidade. Mapa das vedações em conformidade e não conformidade.
		Internas	RN. Mostra a configuração da alvenaria, comenta as não conformidades e propõe soluções para os dois tipos encontrados. Mapa das vedações em conformidade e não conformidade.
	Piso	Ruído Aéreo	RN. Mostra como é a configuração do piso e indica a necessidade de ensaios específicos no local. Considera apenas dormitórios e sala.
		Ruído de Impacto	RN. Mostra como é a configuração do piso e um valor de referência proveniente de estudos anteriores. Considera apenas dormitórios. Problema: indica que atende para situação sendo que o valor é superior ao limite.
	Instalações		Não é obrigatório pela Norma (Anexo B - Parte 6) e não indica valores de referência. Considera os banheiros e apresenta alternativas/recomendações para o isolamento. Aborda a questão de propagação vertical de incêndio.
	Portas		RN. Considera um valor para a porta de entrada e recomenda para as demais portas. Recomendações sobre vedação (gaxetas).
	Esquadrias		RN. Indica as exigências de cada situação em tabela. Destaca a classe especial de ruído indicando a necessidade de estudo específico. Recomendações de cuidado com estanqueidade.
Desempenho Térmico	Vedações		RN. Analisa valores para as tintas e faz análise mas não formaliza o parecer (se atende ou não) e não fornece alternativas.
	Área de Ventilação		RN. Recomendação da área mínima de ventilação para sala e quartos, sem analisar as esquadrias propriamente.
	Cobertura		Referência da Norma. Faz uma análise, mas não informa detalhes sobre a análise, nem se está em conformidade ou não.
Segurança no Uso e na Operação	Piso		RN. Indica as áreas molhadas e propõe recomendações com relação ao piso (coeficiente de atrito) e aos desníveis. Não analisa a cerâmica utilizada.
	Cobertura		Apenas recomendações da norma, nenhuma análise é feita.
Funcionalidade e Acessibilidade	Poluentes		ANI = Análise não identificada
	Depósito de lixo		ANI
	Pé direito		RN. Apenas análise de projeto e recomendações, não formaliza se atende ou não.
	Circulação		RN. Apenas análise de projeto e recomendações. Verifica-se uma não conformidade com relação ao tamanho do fogão, mas sem muita clareza. Não propõe soluções para não conformidade.
	Acessibilidade aos espaços comuns		ANI
Estanqueidade	Edificação		ANI
	Áreas molhadas e molháveis		RN. Identifica as áreas molhadas e recomenda a impermeabilização. Problema: recomenda a impermeabilização para áreas molháveis, enquanto a Norma afirma que o critério estanqueidade não se aplica às mesmas.
Segurança contra incêndio	Projeto das rotas de fuga		ANI
Desempenho Lumínico	Sombreamento		ANI
	Iluminância natural		RN. Análise apenas para os blocos 01 e 02. Problema: dois ambientes não identificados como não conformidade com valores inferiores ao mínimo. Não há recomendações.

## ANEXO VI

Itens Analisados		Recomendações e Medidas Adotadas	
Desempenho Acústico	Vedações	Externas	A construtora considerou que a vedação externa em sua configuração será suficiente para atender à classe especial de ruído. Ensaio para verificar o desempenho. Não foi feito o estudo específico. Ensaio para verificar o desempenho.
		Internas	Enchimento dos blocos com Vermiculita. Alternativa para os pavimentos finalizados: reboco isolante Isola Forte. Ensaio para verificar o desempenho.
	Piso	Ruído Aéreo	Ensaio para verificar o desempenho.
		Ruído de Impacto	Utilização de manta acústica Multimpact nos dormitórios. Ensaio para verificar o desempenho.
	Instalações	A construtora optou por minimizar o impacto de ruído acústico proveniente de instalações hidráulicas devido à proximidade do banheiro com os quartos. Lã de vidro em volta das tubulações de queda de água pluvial e esgoto. O <i>shaft</i> do banheiro foi feito com alvenaria de tijolo cerâmico, dispensando o uso do anel intumescente recomendado.	
	Portas	Pontos de espuma de poliuretano nas portas de entrada e internas do apartamento. Lã de vidro nos espaços vazios entre os pontos nas portas de entrada. Gaxeta nas portas de entrada. Não há especificações acústicas do fabricante.	
	Esquadrias	Silicone para garantir estanqueidade e isolamento acústico. Não há especificações acústicas do fabricante.	
Desempenho Térmico	Vedações	A não conformidade especificada no relatório foi considerada solucionada pois a tonalidade de tinta utilizada é mais clara que a analisada.	
	Área de Ventilação	Analisando a área das esquadrias, verifica-se que as condições mínimas são atendidas.	
	Cobertura	A interpretação do relatório dá a entender que há conformidade. Além disso, foram feitas aberturas embaixo do telhado para possibilitar a ventilação cruzada.	
Segurança no Uso e na Operação	Piso	Considerando as especificações das cerâmicas utilizadas, há conformidade de acordo com os fabricantes. Não é possível analisar pelas exigências da Norma (falta de informação do coeficiente de atrito). Os desníveis foram sinalizados.	
	Cobertura	As recomendações pertinentes do relatório foram adotadas.	
Funcionalidade e Acessibilidade	Poluentes	NA = Não se aplica	
	Depósito de lixo	NA	
	Pé direito	Está em conformidade.	
	Circulação	A construtora seguiu as especificações do projeto arquitetônico quanto às dimensões do fogão.	
	Acessibilidade aos espaços comuns	NA	
Estanqueidade	Edificação	NA	
	Áreas molhadas e molháveis	A impermeabilização foi feita integralmente apenas no banheiro, sendo a área de serviço em 50x50 cm ao redor do ralo. Decisão a partir de análise custo-benefício e experiência da construtora.	
Segurança contra incêndio	Projeto das rotas de fuga	NA	
Desempenho Lumínico	Sombreamento	NA	
	Iluminância natural	Realização de novos testes	

## ANEXO VII

Itens Analisados		Resultados dos Ensaio	
Desempenho Acústico	Vedações	Externas	* <b>Isolamento de fachada – Dormitório:</b> Atende ao desempenho mínimo apenas para a Classe I. Ensaio de acordo com a Norma. Não foram consideradas as classes de exposições e nem feito o ensaio considerando a situação mais crítica (Classe especial de ruído).
		Internas	* <b>Som aéreo entre vedações – Dormitório:</b> Atende ao desempenho mínimo. Ensaio de acordo com a Norma. * <b>Som aéreo conjunto de paredes e portas separados pelo hall – Sala:</b> Atende ao desempenho mínimo. Ensaio de acordo com a Norma.
	Piso	Ruído Aéreo	Não atende ao desempenho mínimo. Ensaio de acordo com a Norma.
		Ruído de Impacto	Atende ao desempenho mínimo. Ensaio de acordo com a Norma.
	Instalações		NA = Não se aplica
	Portas		NA
	Estruturas		NA
Desempenho Térmico	Vedações		NA
	Área de Ventilação		NA
	Cobertura		NA
Segurança no Uso e na Operação	Piso		NA
	Cobertura		NA
Funcionalidade e Acessibilidade	Poluentes		NA
	Depósito de lixo		NA
	Pé direito		NA
	Circulação		NA
	Acessibilidade aos espaços comuns		NA
Estanqueidade	Áreas molhadas		Atende ao desempenho mínimo. Ensaio de acordo com a Norma.
	Resistência à umidade de sistema de pisos de áreas molhadas		Atende ao desempenho mínimo. Ensaio de acordo com a Norma.
Segurança contra incêndio	Projeto das rotas de fuga		NA
Desempenho Lumínico	Sombreamento		NA
	Iluminância natural		NA
Desempenho Estrutural	Vedações	Internas	* <b>Solicitações de Peças Suspensas:</b> Atende ao desempenho mínimo. Ensaio de acordo com a Norma. * <b>Ações Transmitidas por Portas:</b> ** <b>Fechamento Brusco:</b> Atende ao desempenho mínimo. Ensaio de acordo com a Norma. Falta de correspondência do item descrito no ensaio com o item da Norma. ** <b>Choque de Abalo:</b> Atende ao desempenho mínimo. Ensaio de acordo com a Norma. Falta de correspondência do item descrito no ensaio com o item da Norma.
Conforto Tátil, Visual e Antropodinâmico	Piso		Planeza: Atende ao desempenho mínimo. Ensaio de acordo com a Norma.



## ANEXO VIII

Itens		Proposta x Relatório	Referência NBR 15.575	Análise da exigência	Análise da realidade do projeto	Houve não conformidade?	Recomendações	Soluções para não conformidades	
Desempenho Acústico	Vedações	Externas	OK	Parte 4 - 12	S	S	Potencial	S	NA
		Internas	OK	Parte 4 - 12	S	S	S	NA	S
	Piso	Ruído Aéreo	OK	Parte 3 - 12	S	S	NA	S	NA
		Ruído de Impacto	OK	Parte 3 - 12	S	S	S	N	S - reunião
	Instalações		OK	Parte 6 - 12/An.B	N	N	NA	S	NA
	Portas		OK	Parte 4 - 12/An. F	S	N	NA	S	NA
	Esquadrias		OK	Parte 4 - 12/An. F	S	N	NA	S	NA
Desempenho Térmico	Vedações		OK	Parte 4 - 11	S	S	S	N	N
	Área de Ventilação		OK	Parte 4 - 11	S	N	NA	S	NA
	Cobertura		OK	Parte 5 - 11	S	Incompleta	Incompleta	N	NA
Segurança no Uso e na Operação	Piso		OK	Parte 3 - 9	S	N	NA	S	NA
	Cobertura		OK	Parte 5 - 9	S	N	NA	S	NA
Funcionalidade e Acessibilidade	Poluentes		NI	Parte 1 - 15	-	-	-	-	-
	Depósito de lixo		NI	NI	-	-	-	-	-
	Pé direito		OK	Parte 1 - 16	S	S	N	N	NA
	Circulação		OK	Parte 1 - 16	S	S	S	S	N
	Acessibilidade aos espaços comuns		NI	Parte 1 - 16/An. G	-	-	-	-	-
Estanqueidade	Edificação		NI	Parte 1 - 10	-	-	-	-	-
	Áreas molhadas e molháveis		OK	Parte 3 - 10	S	S	NA	S	NA
Segurança contra Incêndio	Projeto das rotas de fuga		NI	Parte 1 - 8	-	-	-	-	-
Desempenho Luminoso	Sombreamento		NI	Parte 1 - 13	-	-	-	-	-
	Iluminância natural		OK	Parte 1 - 13	S	Incompleta	S	N	N

Legenda: NI = Não identificado N = Não S = Sim NA = Não se aplica