

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
AMANDA GABRIELA FREY

**VERIFICAÇÃO DA APLICAÇÃO DA NBR 15575/2013 EM RELAÇÃO AO
DESEMPENHO TÉRMICO E ACÚSTICO DAS VEDAÇÕES NAS EDIFICAÇÕES**

CASCADEL - PR

2017

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

AMANDA GABRIELA FREY

**VERIFICAÇÃO DA APLICAÇÃO DA NBR 15575/2013 EM RELAÇÃO AO
DESEMPENHO TÉRMICO E ACÚSTICO DAS VEDAÇÕES NAS EDIFICAÇÕES**

Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

**Professora Orientadora: Doutora Engenheira Civil
Ligia Eleodora Francovig Rachid.**

CASCADEL - PR

2017

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG

AMANDA GABRIELA FREY

**VERIFICAÇÃO DA APLICAÇÃO DA NBR 15575 EM RELAÇÃO AO
DESEMPENHO TÉRMICO E ACÚSTICO DAS VEDAÇÕES NAS EDIFICAÇÕES**

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob orientação do Professora Dra. Eng. Civil Ligia Eleodora Francovig Rachid.

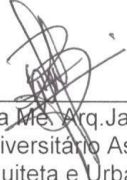
BANCA EXAMINADORA



Orientadora Prof. Dra. Eng. Civil Ligia Eleodora Francovig Rachid
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheira Civil



Professora Me. Eng. Civil Andrea Resende Souza
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheira Civil



Professora Me. Arq. Janaína Bedin
Centro Universitário Assis Gurgacz
Arquiteta e Urbanista

Cascavel, 06 de Novembro de 2017.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que se fez presente em todos os momentos ao longo dessa graduação, principalmente depois de conhecer o movimento Tabor, que nunca me deixou desanimar e deu-me coragem e confiança para chegar até aqui.

Aos meus pais, Marcos e Ivanda, que não mediram esforços para estarem ao meu lado, apoiando-me nos momentos de angústia e comemorando comigo nos momentos de alegria. Ao meu irmão Arthur, a quem eu passo todos os aprendizados que tive até hoje.

Aos meus avós paternos, pelas preocupações quando estava em semana de provas e pelas palavras de conforto quando estava cansada.

Aos amigos que fiz na faculdade, em especial ao grupo das “Xisleaders”, que estiveram sempre presentes quando precisei e pela amizade que vou levar para o resto da vida. Também agradeço pela T03, que foi a melhor turma que já conheci e estudei na vida, o companheirismo foi fundamental para que todos pudessem alcançar a tão sonhada graduação.

Agradeço também a todos os amigos que com paciência me perguntavam sobre a faculdade, que me apoiaram, que me aconselharam, acalmando-me quando eu mais precisei e que estiveram do meu lado em todos os momentos da minha vida. Em especial, às amigas dos grupos Rapofag, Florindas e às amigas do ensino médio.

E por fim, meus sinceros agradecimentos a minha orientadora Professora Ligia, a quem eu tanto admiro, por todos os ensinamentos, por estar sempre disposta a tirar minhas dúvidas e a me acalmar nos momentos de desespero, se hoje concluo este trabalho; é porque ela esteve ao meu lado.

RESUMO

Os estudos de conforto acústico e térmico são feitos para avaliar os ambientes, para verificar se estão adequados para a habitação. Assim, este trabalho se tratou de um estudo realizado da Parte 4 da Norma de Desempenho de Edificações habitacionais, o qual aborda os requisitos para o sistema de vedações verticais internas e externas. O estudo foi realizado com análise da norma, especificamente, os requisitos de desempenho térmico e desempenho acústico. Para a comprovação do uso da norma nas edificações foram feitos dois estudos de caso, um em uma edificação habitada e o outro em uma edificação em execução. A metodologia aplicada consistiu em visitas *in loco*, medições com o equipamento decibelímetro para obter os resultados de conforto acústico, inspeção com o engenheiro responsável da obra para obtenção das espessuras dos revestimentos para os resultados de conforto térmico e questionários aplicados aos moradores, para apontar os pontos positivos e negativos de cada edifício, além de indicações do que deve ser feito para reparar os parâmetros que não estiverem na norma. Após analisar os resultados obtidos e comparados com a ABNT NBR 15575/2013, verificou-se que no edifício habitado Jacarandá Boulevard, o conforto térmico está de acordo com os parâmetros que a norma estabelece, porém o desempenho acústico não atendeu e os níveis de isolamentos foram mais baixos do que o esperado, gerando um desconforto aos usuários da edificação. Já no edifício ainda em fase de execução, Oliva Garden, tanto o conforto térmico, quanto o acústico não se enquadraram na norma, fato este se deve pela edificação não estar concluída.

Palavras-chave: Sistema de vedação vertical. Conforto térmico e acústico. Qualidade nas edificações.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sistemas da norma de desempenho	16
Figura 2: Mapa com a localização do edifício executado.	26
Figura 3: Mapa com a localização do edifício a ser executado.....	26
Figura 4: Decibelímetro	27
Figura 5: Mapa de zoneamento bioclimático	30
Figura 6: Como é a temperatura do apartamento no verão e no inverno?	34
Figura 7: Você acha os ambientes úmidos? Já observou focos de umidade e bolor na sua casa?	34
Figura 8: O que você acha da localização e tamanho das janelas?	35
Figura 9: O que você acha da distância das janelas das casas vizinhas em relação à sua privacidade? E do barulho vindo de áreas vizinhas ou externas?.....	36
Figura 10: De onde vem o barulho que lhe perturba?	37
Figura 11: As paredes externas deixam passar barulho para dentro? E as paredes internas?	37
Figura 12: Fachada do edifício em execução, Oliva Garden, indicando o apartamento 01 ...	38
Figura 13: Planta baixa do apartamento analisado	39
Figura 14: Média das medições acústicas do edifício Oliva Garden.....	40
Figura 15: Fachada do bloco 1 do edifício Jacarandá Boulevard.....	41
Figura 16: Planta baixa do apartamento analisado	41
Figura 17: Média das medições acústicas do quarto, no edifício Jacarandá Boulevard.....	42
Figura 18: Média das medições acústicas da suíte, no edifício Jacarandá Boulevard.....	42
Figura 19: Resistência térmica superficial interna e externa.....	54
Figura 20: Densidade de massa aparente (ρ), condutividade térmica (λ) e calor específico (c) de materiais.....	54
Figura 21: Características térmicas dos materiais	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Critérios de desempenho.....	18
Tabela 2: Valores mínimos $D_{2m,nT,w}$, da vedação externa de dormitório	28
Tabela 3: Valores mínimos da diferença padronizada de nível ponderada, $D_{nT,w}$, entre ambientes.....	29
Tabela 4: Transmitância térmica de paredes externas	29
Tabela 5: Capacidade térmica de paredes externas	30
Tabela 6: Definição das respostas aos questionários.....	33
Tabela 7: Espessura dos revestimentos do edifício Oliva Garden.....	44
Tabela 8: Resultados do apartamento 01 do edifício Oliva Garden	44
Tabela 9: Espessura dos revestimentos do edifício Jacarandá Boulevard	45
Tabela 10: Resultados do apartamento 901 do edifício Jacarandá Boulevard	45
Tabela 11: Média das medições acústicas das 7h30min	52
Tabela 12: Média das medições acústicas do 12h00	52
Tabela 13: Média das medições acústicas das 15h30min	52
Tabela 14: Média das medições acústicas das 17h30min	52
Tabela 15: Média das medições acústicas das 7h30min	53
Tabela 16: Média das medições acústicas do 12h00	53
Tabela 17: Média das medições acústicas das 15h30min	53
Tabela 18: Média das medições acústicas das 17h30min	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADB – Associação Brasileira do *Drywall*

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção

dB – Decibéis

DnT,w – Diferença padronizada de nível ponderada

D2m,Nt,w – Diferença padronizada de nível ponderada a 2 metros

ISO – *International Organization for Standardization* (Organização Internacional para Padronização)

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

SVVIE – Sistemas de Vedação Vertical Interno e Externo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	10
1.1 INTRODUÇÃO.....	10
1.2 OBJETIVOS.....	11
1.2.1 Objetivo geral.....	11
1.2.2 Objetivos específicos.....	11
1.3 JUSTIFICATIVA	12
1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	13
1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE.....	13
1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	13
CAPÍTULO 2	15
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1.1 ABNT NBR 15575/2013: “Edificações Habitacionais – Desempenho”.....	15
2.1.2 Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas	17
2.1.2.1 Sistemas de vedação vertical interno e externo – SVVIE	17
2.1.3 Desempenho.....	18
2.1.4 Desempenho térmico	19
2.1.4.1 Variáveis para um bom desempenho térmico	20
2.1.5 Desempenho acústico	21
2.1.6 Durabilidade e manutenibilidade	23
2.1.7 Saúde, higiene e qualidade do ar.....	23
2.1.8 Conforto antropodinâmico	23
2.1.9 Adequação ambiental	24
CAPÍTULO 3	25
3.1 METODOLOGIA	25
3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa	25
3.1.2 Caracterização da amostra	25
3.1.3 Instrumentos para coleta de dados	27
3.1.4 Procedimentos para coleta de dados.....	30
3.1.5 Determinação de parâmetros para comparação	31
3.1.6 Análise de dados	32
CAPÍTULO 4	33
4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
4.1.1 Tabulação das respostas do questionário	33
4.1.2 Medições – Conforto Acústico	38
4.1.3 Medições – Conforto Térmico.....	43

CAPÍTULO 5	46
5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
CAPÍTULO 6	47
6.1 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS	47
REFERÊNCIAS.....	48
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO	51
APÊNDICE B - MEDIÇÕES CONFORTO ACÚSTICO – OLIVA GARDEN	52
APÊNDICE C - MEDIÇÕES CONFORTO ACÚSTICO – JACARANDÁ BOULEVARD.....	53
ANEXO A - TABELAS UTILIZADAS NOS CÁLCULOS	54

CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUÇÃO

No ano de 2000, iniciaram-se os estudos sobre a norma de desempenho, por meio da Caixa Econômica Federal e da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) - Inovação e Pesquisa. A norma que está em vigor hoje foi publicada em 19 de fevereiro de 2013 pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, sendo a ABNT NBR 15575 “Edificações Habitacionais – Desempenho – Partes 1 a 6”, a qual é considerada um marco divisório na construção civil do Brasil, fundando conceitos, apontando responsabilidades e estabelecendo padrões da qualidade como nenhum outro setor produtivo havia proposto (CBIC, 2015).

No que diz respeito aos participantes da cadeia habitacional, a norma separa as obrigações e responsabilidades pertinentes a cada um deles, iniciando pelo incorporador e construtor. Ela, ainda, inova no que se refere aos projetistas, de acordo com alguns especialistas, os mais impactados com a mudança. Além disso, induz fabricantes a desenvolverem produtos que atendam a requisitos mínimos e se aproxima dos usuários, que terão a incumbência da prática das atividades de preservação para conservar a vida útil, resultando em um novo e importante parâmetro para as relações de uso, uma vez que permitirá conferir os direitos, obrigações e responsabilidades das partes envolvidas (CBIC, 2013).

A maior mudança que ocorreu após a criação da ABNT NBR 15575/2013 foi a nomeação de responsabilidades, sendo assim, quando acontece algum problema em uma edificação; o proprietário sabe a quem recorrer. Como exemplifica Bôas (2013), coordenador de Revisão da Norma de Desempenho da ABNT, os problemas aparecem na maioria das vezes após o término da obra, quando os clientes moram de fato em sua nova residência. Para reverter os problemas, era necessário um processo judicial; muitas vezes demorado.

Com a ABNT NBR 15575/2013, todos os princípios são documentados, ajudando na autonomia do morador, pois; assim, o mesmo pode contatar um especialista para perícias em edificações e se o que lhe foi vendido está nas exigências da norma de desempenho. Após a criação da norma, todas as pessoas envolvidas no processo de uma construção tiveram as suas responsabilidades definidas, inclusive o cliente.

Segundo Michalski (2011), em grandes cidades a poluição sonora é um problema enorme. Esse barulho pode ser advindo de indústrias, vizinhos, tráfego, máquinas, atividades

comerciais ou outras fontes, que incomodam e danificam a qualidade de vida. O contato prolongado a níveis altos de ruído pode causar danos à saúde, desde efeitos psicológicos à perda auditiva, portanto, o conforto acústico de um ambiente é um fator decisivo para o bem-estar e para qualidade existencial da população.

Para dar conforto às necessidades do usuário, levando em conta o alto consumo de energia elétrica, é de suma importância projetar estudos que contribuam para edificações mais eficientes. Assim, Pereira (2009) afirma que em alguns países há discussões a respeito de economia de energia e melhoria do desempenho energético das edificações que levam, consequentemente, à questão do desempenho térmico de edificações. Dessa forma, eficiência energética e desempenho térmico devem ser regras de projeto.

Com este estudo, realizaram-se as medições em dois edifícios de Cascavel – PR, um em fase de execução da alvenaria e o outro já habitado, para verificar a existência ou não de atendimento as condições térmicas e acústicas da ABNT NBR 15575-4/2013, e propor formas para serem reparados.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Verificar a aplicação da ABNT NBR 15575-4/2013 - Edificações habitacionais - Desempenho Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas, em relação às condições mínimas de conforto térmico e conforto acústico, visando qualidade e segurança em duas edificações de Cascavel - PR.

1.2.2 Objetivos específicos

- Levantar *in loco* os valores do conforto térmico em vedações internas e externas;
- Levantar *in loco* os valores de conforto acústico em dormitórios e entre ambientes;
- Identificar os principais problemas nas edificações que não atendem à ABNT NBR 15575/2013;
- Indicar as prováveis maneiras para correção das falhas encontradas nas edificações.

1.3 JUSTIFICATIVA

As normas existentes antes da ABNT NBR 15575 (2013) de projetos estruturais são direcionadas na tecnologia das edificações e, apesar de mostrarem algumas sugestões de cuidados executivos e boas práticas, abrangem mais a avaliação do desempenho, realizando ensaios tecnológicos e não dão muito foco para a verificação e acompanhamento das técnicas construtivas.

A ABNT NBR 15575/2013 adotou novos elementos, como a definição de incumbências dos projetistas, construtores, incorporadores e usuários, para que cada um saiba a sua importância em um processo de execução. Além de relacionar itens que garantam comodidade e segurança na utilização do imóvel.

O engenheiro civil e advogado Francisco Maia Neto, diz em uma entrevista para o especial Estado de Minas em 2013, que a quarta parte da norma de desempenho abrange os sistemas de vedações verticais internas e externas das edificações habitacionais, bem como a volumetria e divisão dos ambientes que fazem parte de um edifício.

O engenheiro ainda salienta que as vedações também podem atuar junto com a estrutura e sofrer as ações decorrentes de sua movimentação, além de poder atribuir função estrutural. Assim, faz-se necessário que as análises sejam feitas junto com os elementos, componentes e sistemas que com elas interagem, tais como: esquadrias, pisos, caixilhos, instalações e cobertura. Além de interagir com aqueles que exercem outras funções, como vedação à água, isolamento acústica e térmica, capacidade de suporte a esforços de uso, capacidade de fixação de peças suspensas, compartimentação em casos de incêndio, entre outros.

Na função de abrigo, uma edificação precisa proteger o homem às condições climáticas do meio ambiente, proporcionando conforto independentemente de como estiver o clima no exterior da residência. A casa ou edificação deve criar condições internas para que o habitante não se sinta somente protegido do vento, da chuva e do sol, da umidade do solo, e do frio, mas possa estar em condições de conforto térmico em seu interior (PEPITONE, 2013).

Caroline Pepitone 2013, diz que o desempenho térmico é um item relevante a ser levado em consideração pelo consumidor no momento da compra. Alguns quesitos influenciam diretamente no desempenho térmico de uma edificação, como por exemplo, a orientação solar (face norte, face leste, face sul e face oeste), as aberturas, o método construtivo utilizado, revestimentos, etc. Uma edificação que demonstre bom ou mau

desempenho térmico impactará diretamente na saúde do morador (condições mínimas de salubridade), na economia de energia (eficiência energética), entre outros benefícios.

Com os apontamentos anteriores, percebe-se que as normas são muito importantes para a qualidade de uma edificação, principalmente a ABNT NBR 15575/2013, que aborda vários itens de uma edificação. Por isso, deve-se seguir criteriosamente para que não tenha reclamações dos usuários futuros.

1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

As edificações estudadas atendem aos requisitos de conforto térmico e acústico da parte 4 da ABNT NBR 15575/2013 - Edificações Habitacionais – Desempenho?

1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE

Muitos problemas na construção civil ocorrem pelo não atendimento às normas estabelecidas. Segundo a Engenharia Civil Luciani Somensi Lorenzi (2017), professora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em uma entrevista ao Jornal do Comércio, os usuários estão cada vez mais exigentes com o produto final, por isso as construtoras estão se atentando mais aos aspectos exigidos na norma de desempenho. Assim, espera-se que os edifícios estudados atendam a ABNT NBR 15575/20132.

1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi limitada ao estudo da ABNT NBR 15575/2013, parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas, especificamente os requisitos térmicos e acústicos em duas edificações localizadas na Rua Francisco Bartinik em Cascavel - PR.

O levantamento das falhas ocasionadas pelo não uso da norma foi por meio de visitas técnicas nos períodos de julho e agosto de 2017 em duas edificações (uma em construção e outra já construída e habitada a partir de 2013, que foi o ano em que a norma entrou em vigor). Os dados da pesquisa foram coletados por inspeção visual, testes *in loco* e

questionamentos aos proprietários de imóveis. As vedações verificadas foram esquadrias e paredes internas e externas.

CAPÍTULO 2

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão abordados os requisitos da parte 4 que discorrem sobre o sistema de vedações de uma edificação da ABNT NBR 15575/2013, com ênfase no conforto térmico e acústico.

2.1.1 ABNT NBR 15575/2013: “Edificações Habitacionais – Desempenho”

Segundo o guia de orientação do CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção) 2013, a última versão da Norma de Desempenho de Edificações Habitacionais da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) entrou em vigência em 2013, a qual estabelece requisitos de segurança e conforto em edificações residenciais. Essa versão da norma representa uma evolução conceitual sobre os princípios mínimos de qualidade para residências. A ABNT NBR 15575/2013 é a única norma brasileira que associa a qualidade de produtos ao resultado que eles pretendem ao consumidor, instruindo-os de como realizar essa análise.

As regras dão vantagens ao consumidor e separam as responsabilidades entre fabricantes, projetistas, construtores e usuários. Até então, as chamadas normas prescritivas definiam padrões para certos itens, como eles deveriam ser produzidos, em quais tamanhos, etc. Agora, a norma ABNT NBR 15575/2013 diz que níveis de conforto, resistência e segurança devem adequar cada um dos sistemas que compõem um imóvel: estrutura, vedações, pisos, coberturas e instalações.

O guia também destaca que a Norma de Desempenho de Edificações Habitacionais é composta por seis partes: uma de requisitos gerais do projeto/obra e as demais referentes aos sistemas que compõem o edifício (estrutural, vedações, pisos, cobertura e sistemas hidrossanitários). Para cada item a Norma estabelece regras de qualidade e os procedimentos para saber se os sistemas atendem aos requisitos.

A parte mais inovadora da norma diz respeito ao comprador, que o mesmo adquire um imóvel e passa a entender precisamente o tempo pelo qual cada sistema precisa preservar o seu desempenho, desde que usados de maneira certa. Isso permite um crescimento do nível

de cobrança de qualidade por parte dos usuários, além de sugestões de prazos de garantia que podem ser usados como referências pelos fabricantes. Assim, se o morador tiver algum problema em sua residência, saberá a quem culpar pelo dano. Sendo obrigação da construtora, verificar a relação de responsabilidade de seus fornecedores, averiguar se o erro foi devido à falha no projeto ou à baixa qualidade de materiais e/ou componentes e por último, se foi devido a não concordância nos processos de execução (CBIC 2013).

A Figura 1 exemplifica a aplicação dos sistemas da ABNT NBR 15575/2013 na edificação.

Figura 1: Sistemas da norma de desempenho.



Fonte: CAUBR, 2013.

2.1.2 Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas

Segundo a norma de desempenho ABNT NBR 15575/2013, na parte 4, ensaios são definidos para simular as solicitações que podem acontecer durante o uso, não somente em função de causas externas, mas também pelo usuário, como ações transmitidas por cargas em prateleiras, portas e impactos nos sistemas de vedações, por exemplo. Além disso, a norma define que não se deve tratar o sistema de vedações como uma parte isolada, mas sim, como uma parte que pode ser influenciada e que pode influenciar os outros elementos da construção.

Vedação vertical pode ser entendida como um subsistema do edifício constituído por elementos que definem e dividem os ambientes internos, controlando a ação de agentes, como chuva, animais, ruído e poeira (LORDSLEEM JUNIOR, 2004).

Lordsleem Junior (2004) complementa que as vedações verticais, quando embutidas, também servem de proteção e suporte para as instalações da edificação, criando condições de habitabilidade na mesma. Sendo assim, fazem parte das vedações verticais: as esquadrias, paredes e revestimentos.

2.1.2.1 Sistemas de vedação vertical interno e externo – SVVIE

A parte 4 da ABNT NBR 15575 (2013) cita que o sistema de vedação vertical interno e externo – SVVIE nada mais é do que partes da edificação habitacional que delimita verticalmente a edificação e seus ambientes, como paredes, fachadas ou divisórias internas.

Segundo Nascimento (2004), a principal função da alvenaria é separar os ambientes, principalmente a alvenaria externa que limita o espaço externo do interno, cumprindo isso, atua como uma barreira que controla várias ações do tempo e movimentos divergentes. O autor também cita algumas propriedades da alvenaria:

- Resistência a infiltrações de água pluvial;
- Resistência à umidade e aos movimentos térmicos;
- Resistência à pressão do vento;
- Isolamento térmico e acústico;
- Segurança para usuários e ocupantes.

O autor ainda define alvenaria de vedação como montagens de elementos destinados às compartimentações de ambientes, são consideradas vedação por fecharem as áreas sob estruturas, necessitando de cuidados básicos para o dimensionamento e para a estabilidade.

2.1.3 Desempenho

Para estabelecer o desempenho de uma edificação, existem alguns critérios que, segundo a ABNT NBR 15575-1 (2013), são especificações quantitativas dos requisitos de andamento (qualitativos), definido em termos de quantidades que podem se mensurar, para que objetivamente possam ser determinados. Esta prevê, para edifícios habitacionais, 12 critérios de desempenho baseados na norma ISO 6241 (1984) e que foram adaptados para a NBR 15575 do Brasil.

Tabela 1: Critérios de desempenho.

Itens	ISO 6241 (1984)	NBR 15575-1 (2013)
1	Estabilidade estrutural e resistência a cargas estáticas, dinâmicas e cíclicas	Desempenho estrutural
2	Resistência ao fogo	Segurança contra incêndio
3	Resistência à utilização	Segurança no uso e na operação
4	Estanqueidade	Estanqueidade
5	Conforto higrotérmico	Desempenho térmico
6	Conforto acústico	Desempenho acústico
7	Conforto visual	Desempenho lumínico
8	Durabilidade	Durabilidade e manutenibilidade
9	Higiene	Saúde, higiene e qualidade do ar
10	Conforto tátil	Funcionalidade e acessibilidade
11	Conforto antropométrico	Conforto tátil e antropodinâmico
12	Qualidade do ar	Adequação ambiental
13	Custos	

Fonte: POSSAN e DEMOLINER (2013).

A NBR 15575 conceitua desempenho como o comportamento do produto que está em uso. A avaliação do desempenho analisa se os produtos que estão em uso ou as técnicas construtivas estão cumprindo sua função, independentemente do material ou solução adotada.

2.1.4 Desempenho térmico

Para Gomes (2004), os estudos de conforto térmico estabelecem ou analisam condições para se ter ambiente térmico adequado à ocupação humana e às atividades que ali serão executadas. As normas existentes de desempenho térmico são fundamentadas em estudos realizados em câmaras climatizadas. Para alguns autores, quando o estudo é feito racionalmente, pode haver alguns problemas para estimar o desempenho térmico em estudos feitos em campo.

A ABNT NBR 15575/13 prevê dois métodos possíveis para o cumprimento aos requisitos de conforto térmico: o método simplificado e o método da simulação. O primeiro consiste em exigir que os projetos cumpram todos os requisitos prescritivos no que se diz respeito ao desempenho térmico de elementos opacos de coberturas e vedações verticais. Já o segundo permite que o projetista possa compor sua envoltória da forma que preferir com materiais de vidros, opacos e com áreas de exposição ao sol, desde que a simulação demonstre que a temperatura interna não ultrapassa a externa. Esse método deve se preocupar com os projetos que estão em exposição solar em grandes áreas de vidro (NUDEL, 2017).

Segundo Ruas (1999), os primeiros testes feitos para o estabelecimento de critérios de conforto térmico foram realizados no período de 1913 a 1923. Desde então esse tema tem sido estudado em diferentes partes do mundo, sendo que o grande desafio era encontrar os fatores que influenciam na sensação térmica e como eles se relacionam.

Ruas (1999) ainda define conforto térmico como a sensação de bem-estar sentida por uma pessoa, como resultado da combinação aceitável, nesse ambiente, da umidade relativa (UR), temperatura radiante média (trm), velocidade relativa do ar (vr), temperatura do ambiente (ta) com a atividade que está sendo desenvolvida e com a vestimenta usada pelas pessoas que estão no ambiente.

A definição de conforto térmico depende de fatores pessoais e ambientais. Do ponto de vista pessoal, o conforto térmico pode ser definido como uma condição mental que indica satisfação com o ambiente térmico. Já no ponto de vista ambiental, o conforto térmico pode ser esclarecido como as condições que permitem a manutenção da temperatura interna sem a necessidade de serem adicionados mecanismos termo reguladores (ISO 7730/94).

Em complemento, Ruas (1999) diz que as sensações são subjetivas, isto é, dependem das pessoas, portanto, certo ambiente confortável termicamente para uma pessoa pode ser quente ou frio para outra. Assim, entende-se como condições ambientais de conforto aquelas que proporcionam bem-estar ao maior número possível de pessoas.

Lamberts (2011) define conforto térmico como o estado mental que evidencia a satisfação do homem com o ambiente térmico que o cerca. A não satisfação pode ser causada pela sensação de incômodo, tanto pelo frio quanto pelo calor, quando há distinção entre o calor causado pelo corpo e o calor perdido para o ambiente.

Quando ocorrem as trocas de calor entre o ambiente e o corpo humano sem grande esforço, o indivíduo sente a sensação de conforto térmico e a capacidade dessa transferência, desse ponto de vista, é máxima. Se as condições térmicas ambientais causam sensação de calor ou frio, é porque nosso organismo está perdendo menos ou mais do que deveria para a manutenção da temperatura constante, podendo; assim, ocorrer incômodo no ambiente em que se está, além de queda, no rendimento de trabalho e/ou problemas de saúde (FROTA; SCHIFFER, 2001).

2.1.4.1 Variáveis para um bom desempenho térmico

Em uma entrevista ao núcleo de referência parede de concreto, o arquiteto e professor da UFSCar Maurício Roriz (2013), diz que o entorno do edifício deve ser como um filtro em relação ao ambiente externo, pois deve impedir a entrada dos elementos indesejáveis, permitindo, apenas, que os ambientes internos se beneficiem dos elementos que contribuam para o conforto dos usuários. No entanto, para saber se o elemento é ou não desejável, é preciso considerar cada tipo de desocupação (habitação, indústria, escola, etc.), cada tipo de clima e diferenciar ambientes ventilados naturalmente de ambientes com sistemas eletromecânicos de condicionamento térmico.

O arquiteto Roriz 2013, menciona, também, as principais variáveis que podem interferir no conforto térmico das edificações.

- Variáveis arquitetônicas
 - Orientação: em relação aos movimentos entre a terra e o sol, deve-se ter cuidado com as fachadas orientadas a norte e sul, pois recebem menores intensidades de radiação solar.
 - Superfícies envidraçadas na envoltória: o vidro impede a saída do calor causado internamente (Efeito Estufa), porém permite a entrada dos raios solares. Por isso, precisa-se fazer sombra nas superfícies com vidro, para evitar o superaquecimento dos ambientes internos.
 - Áreas efetivas de aberturas para ventilação: deve-se reduzir a entrada de ventilação natural exterior, para evitar desperdício de energia, em ambientes dotados de equipamentos de ar-

condicionado. Nos casos em que for usar da ventilação natural, as posições e o dimensionamento das aberturas devem ser detalhados em função das fontes internas de calor de pessoas e equipamentos e da direção e velocidade dos ventos predominantes.

- Variáveis dos sistemas construtivos e dos materiais
 - Resistência térmica das vedações construtivas: a resistência térmica de uma placa homogênea é dada pela razão entre a espessura da placa (em metros) e a condutividade térmica (em $W/m.^{\circ}C$) do material de que é constituída. Como o ar tem condutividade muito baixa, materiais mais porosos geralmente apresentam condutividades mais baixas do que os mais densos. Isso determina transmitância térmica de um corpo ao inverso de sua resistência e aquela é a condição usualmente mencionada em normas técnicas.
 - Capacidade térmica das vedações construtivas: é a capacidade de um corpo para armazenar calor. De modo geral, esta característica é mais alta em corpos cujas densidades e massa sejam também mais altas. Em climas, com maiores amplitudes térmicas (diferenças entre as temperaturas máximas e mínimas), os sistemas construtivos mais espessos e mais densos acrescentam calor nos horários mais quentes do dia e o liberam durante a madrugada, quando o ar é normalmente mais frio, contribuindo; assim, para reduzir as oscilações das temperaturas internas e proporcionar mais conforto aos usuários.

2.1.5 Desempenho acústico

A parte 4 da ABNT NBR 15575 diz que as vedações verticais devem proporcionar isolamento sonoro entre o meio interno e externo, entre unidades condominiais diferentes, além de isolamento sonoro entre cômodos de uma mesma unidade, principalmente o dormitório. O requisito definido para acústica é chamado de níveis de ruído admitidos na habitação e, para constatar seu cumprimento, as medições de isolamento acústico podem ser feitas em laboratório ou campo com um dos três métodos a seguir:

a) método de precisão, realizado em laboratório de acordo com a ISO 140-3, para obter o índice de redução sonora R de componentes construtivos e de elementos com mais de um componente (parede com porta ou janela), fazendo os ensaios separados para cada componente e depois calculando o isolamento global do conjunto;

b) método de engenharia, realizado em campo, conforme a ISO 140-4; para vedações verticais internas ou, conforme a ISO 140-5, para vedações verticais externas e fachadas (somente fachada nos edifícios). É o método mais recomendado para medições em campo,

pois é rigoroso ao determinar o isolamento sonoro global das vedações. Entretanto, seu resultado se restringe a apenas esse sistema;

c) método simplificado, realizado em campo de acordo com a ISO 10052, que estima os valores do isolamento sonoro global da vedação interna ou externa (apenas fachada em edifício) (ABNT NBR 15575/2013).

Segundo a Associação Brasileira do *Drywall* - ABD, 2013, os principais motivos de desconforto acústico em uma edificação são definidos entre os ruídos externos, que passam através das fachadas, e os ruídos internos, que são propagados de um local para o outro. A alternativa para reparar esse problema é o uso de sistemas e materiais destinados ao isolamento acústico, que diminuem o alastramento desses ruídos.

A associação também menciona que a condição de desempenho acústico se diferencia de acordo com o tipo de edificação (residencial, industrial ou comercial), o local (rural ou urbano, com e sem tráfego intenso de caminhões e veículos ou próximos a aeroportos) e a necessidade e sensibilidade ao controle de ruídos dos indivíduos que convivem dentro e no entorno da edificação em questão.

Após a incidência a uma determinada superfície, a propagação de uma onda sonora se dá por meio de três fenômenos diferentes, em distintas proporções. São eles: reflexão, absorção e transmissão. Esta é uma parcela de energia que foi absorvida pelo obstáculo ou não se refletiu, atravessando; assim, a barreira fixada pela superfície. A do meio é definida como a parte da onda que é dissipada e captada por meio da superfície de incidência. Já a primeira representa a parcela da onda que, ao se chocar com uma superfície, retorna ao meio que a originou. Tal parcela depende de quão densa e estanque a superfície se apresenta. Maiores índices de densidade e estanqueidade correspondem, assim, a maiores graus de reflexão (ABD, 2013).

O isolamento acústico é fundamental para que os ruídos originados do exterior e de outros locais do edifício não causem incômodo. O edifício deve estar isolado acusticamente do exterior, por meio das janelas e de todos os vãos, bem como de toda a sua estrutura, paredes, teto e piso e, no interior, com as paredes de alvenaria (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA A QUALIDADE ACÚSTICA, 2012).

Para Paixão (2002), parede que separa dois recintos, quando é atingida por uma onda sonora, pode ser levada a um estado vibratório. Essas vibrações, apesar de possuírem amplitudes pequenas, podem ser transmitidas ao ambiente receptor, podendo ser ouvidas.

2.1.6 Durabilidade e manutenibilidade

A durabilidade é descrita pela ABNT NBR 15575/2013 como uma condição econômica. Para determinar a durabilidade necessária, a norma define que os construtores, projetistas e incorporadores devem ser responsáveis pelos valores teóricos da vida útil de projeto. Outro tópico importante descrito é a avaliação da vida útil de projeto quando a edificação estiver em uso, que pode ser substituída por uma terceira parte, ou seja, por uma empresa de seguros.

Já a manutenibilidade é descrita como a capacidade de favorecer as visitas à obra e as intervenções de manutenções. Além disso, esta deve ser considerada como princípio de projeto. Também deve ser prevista uma gestão de manutenção, que deve constar no manual de uso, operação e manutenção, para que a vida útil de projeto seja atendida.

2.1.7 Saúde, higiene e qualidade do ar

A norma divide a exigência quanto à saúde, à higiene e à qualidade do ar em três requisitos, sendo eles a proliferação de microrganismos, os poluentes na atmosfera interna à habitação e os poluentes no ambiente de garagem, tendo em vista que todos devem atender à legislação vigente da região da edificação (ABNT NBR 15575/2013).

2.1.8 Conforto antropodinâmico

A exigência de conforto tátil e antropodinâmico estabelecida na norma de desempenho é dividida em: conforto tátil e adaptação ergonômica, adequação ergonômica de dispositivos de manobra e adequação antropodinâmica de disposição de manobra. O primeiro consiste em não prejudicar as atividades normais dos usuários, como: caminhar, brincar ou ações semelhantes. O segundo consiste em projetar e construir elementos de forma a não provocar lesões nos usuários e o terceiro consiste em apresentar um formato compatível com a vida humana (ABNT NBR 15575/2013).

2.1.9 Adequação ambiental

A ABNT NBR 15575/2013 não estabelece nenhum critério ou métodos de avaliação para este item, pois as técnicas de avaliação do impacto ambiental resultante das atividades da cadeia produtiva ainda estão em fase de pesquisa. Porém, é sugerido que os projetos sejam elaborados de forma a diminuir as alterações no ambiente, que seja eficiente na diminuição do consumo de água e energia. Também é exigido que o canteiro de obras tenha um sistema de gestão de resíduos, para melhor destinação do material.

CAPÍTULO 3

3.1 METODOLOGIA

3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

Tratou-se de uma pesquisa bibliográfica, com a aplicação de conceitos e procedimentos metodológicos de conforto térmico e conforto acústico, prescritos na ABNT NBR 15575/2013, em dois edifícios localizados na Rua Francisco Bartinik em Cascavel, Paraná. Também foi utilizado o método qualitativo, por meio de questionários feitos para os moradores do edifício já habitado, para melhor compreensão da opinião de cada um.

A pesquisa se baseou em coleta de dados, por meio do equipamento decibelímetro, com a medição das espessuras dos revestimentos e investigação da opinião dos usuários, de forma a obter informações para os resultados, de acordo com os objetivos pré-estabelecidos nos requisitos de desempenho térmico e acústico pela ABNT NBR 15575/2013.

3.1.2 Caracterização da amostra

O estudo se realizou em duas obras de uma empresa. Uma que está em fase de execução da alvenaria e outra que já estava finalizada e habitada. Os dois edifícios estão localizados na Rua Francisco Bartinik, sendo que o edifício já construído possui dois blocos com subsolo, térreo e 9 pavimentos tipo, 4 apartamentos por andar e está localizado entre a Avenida Brasil e a Rua das Palmeiras, indicado na Figura 2. A obra em execução localiza-se entre a Rua Pernambuco e Rua Recife, como mostra a Figura 3, contendo 22 pavimentos e 68 apartamentos. As duas edificações são similares no padrão de acabamento.

O engenheiro responsável pelas duas obras, mostrou os projetos aprovados. O do Jacarandá Boulevard (já executado) foi aprovado em Fevereiro de 2013. Já o Oliva Garden (ainda em execução) aprovou em Maio de 2014.

Figura 2: Mapa com a localização do edifício executado.



Fonte: GoogleEarth, 2017.

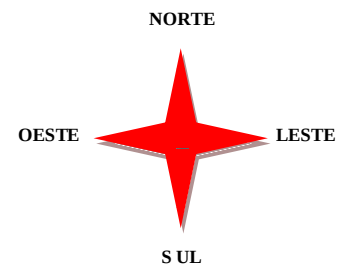
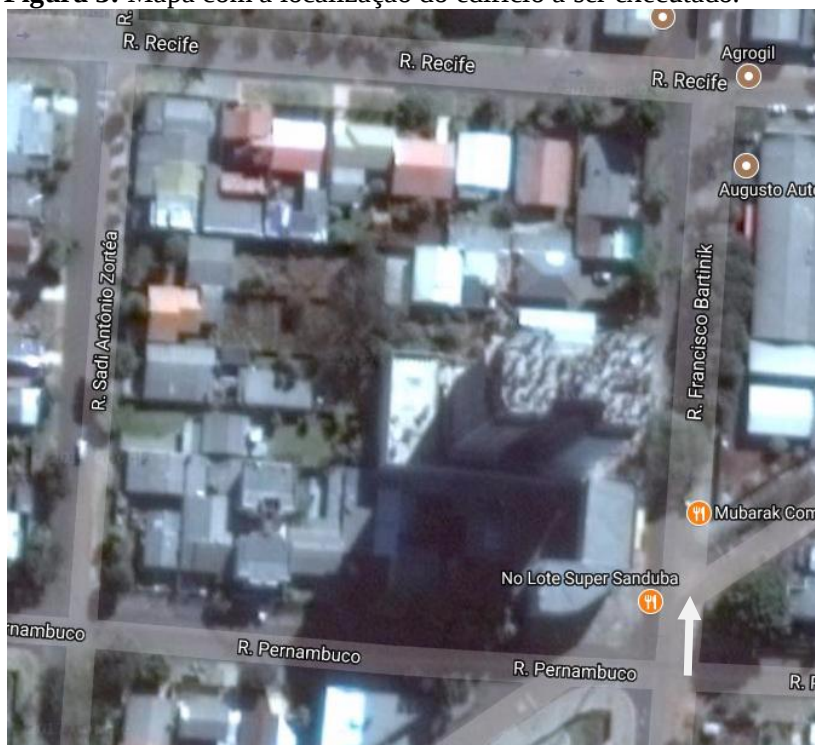
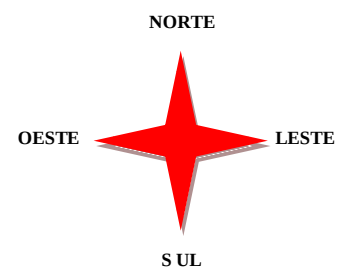


Figura 3: Mapa com a localização do edifício a ser executado.



Fonte: GoogleEarth, 2017.



3.1.3 Instrumentos para coleta de dados

A coleta de dados foi realizada *in loco*, por meio do decibelímetro, figura 4, para medir a sonoridade nas edificações e com perguntas aos funcionários da construtora sobre os revestimentos. As visitas técnicas aconteceram no mês de agosto de 2017, em que foram realizados registros fotográficos da edificação e registro dos sons em decibéis encontrados no equipamento. Os levantamentos foram realizados em vários períodos do dia, conforme a variação da intensidade do tráfego; para o desempenho acústico.

Figura 4: Decibelímetro.



Fonte: Google, 2017.

Também foram entregues questionários, cujo modelo está no Apêndice A, aos moradores que estavam no edifício e alguns cederam seus apartamentos para medição. Ao todo, 10 pessoas responderam às 10 perguntas. Sendo que nos dois blocos, descritos na caracterização da amostra, têm-se em média 60 apartamentos habitados, do total de 72 apartamentos. As respostas para análise foram mostradas em gráficos.

Para a comparação de resultados, utilizaram-se as tabelas da ABNT NBR 15575, referentes aos parâmetros para a medição em campo, em relação ao desempenho acústico representado nas Tabelas 2 e 3 e térmico representado nas Tabelas 4 e 5.

Tabela 2: Valores mínimos D2m, nT, w, da vedação externa de dormitório.

Classe de ruído	Localização da habitação	D2m, nT, w [dB]
I	Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas.	≥ 20
II	Habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis nas classes I e III.	≥ 25
III	Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, desde que conforme a legislação.	≥ 30
Nota 1: Para vedação externa de salas, cozinhas, lavanderias e banheiros, não há exigências específicas. Nota 2: Em regiões de aeroportos, estádios, locais de eventos esportivos, rodovias e ferrovias há necessidade de estudos específicos.		

Fonte: ABNT NBR15575/2013.

Foram avaliados os dormitórios da unidade habitacional pelo método simplificado de campo. Este método permite obter uma estimativa do isolamento sonoro global da vedação externa (conjunto fachada e cobertura, no caso de casas térreas e sobrados, e somente fachada nos edifícios multipiso), do isolamento sonoro global entre recintos internos, em situações onde não se dispõe de instrumentação necessária para medir o tempo de reverberação, ou quando as condições de ruído de fundo não permitem obter este parâmetro.

As medições foram executadas no 5º andar do edifício Oliva Garden e no 9º andar no edifício Jacarandá Boulevard, com portas e janelas fechadas, tais como foram entregues pela empresa construtora ou incorporadora. Também foi feita com a janela aberta, para saber a diferença de nível do som.

O SVVI (sistema de vedação vertical interna) teve de apresentar desempenho mínimo de diferença padronizada de nível ponderado, DnT , w, conforme mostrado na Tabela 3.

Tabela 3: Valores mínimos da diferença padronizada de nível ponderada, DnT, w , entre ambientes.

Elemento	DnT, w [dB]
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório.	≥ 40
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso em que pelo menos um dos ambientes é dormitório.	≥ 45
Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria nos pavimentos.	≥ 40
Parede cega de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual como corredores e escadaria dos pavimentos.	≥ 30
Parede cega entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas.	≥ 45
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo hall (DnT, w obtida entre as unidades).	≥ 40

Fonte: ABNT NBR 15575/2013.

Os valores máximos admissíveis para a transmitância térmica (U) das paredes externas foram apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Transmitância térmica de paredes externas.

Transmitância Térmica U W/m ² .K		
Zonas 1 e 2	Zonas 3, 4, 5, 6, 7 e 8	
$U \leq 2,5$	$\alpha^a \leq 0,6$	$\alpha^a > 0,6$
	$U \leq 3,7$	$U \leq 2,5$
α^a é absorptância à radiação solar da superfície externa da parede.		

Fonte: ABNT NBR15575/2013.

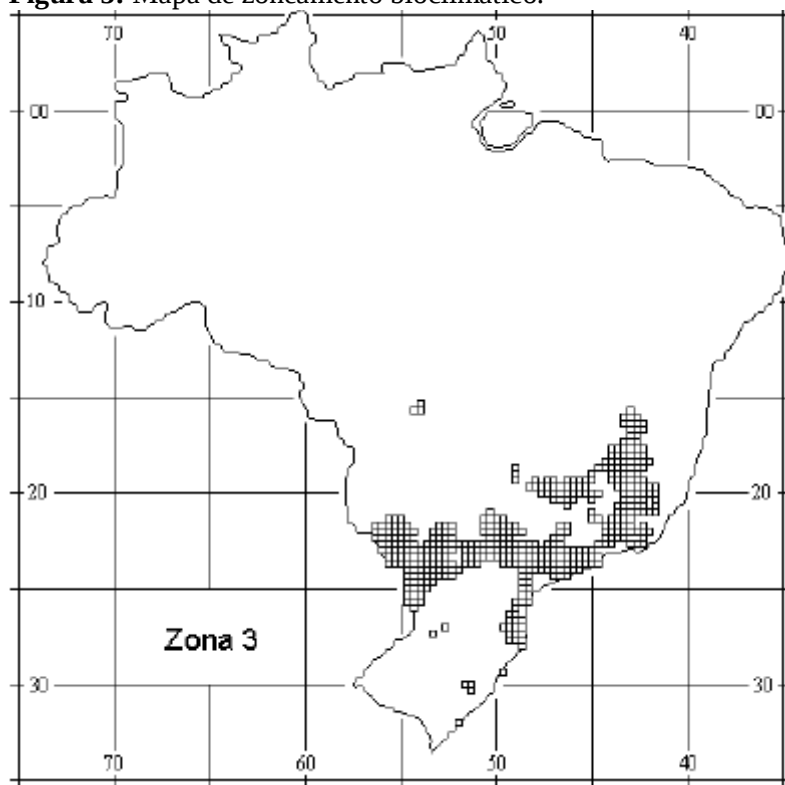
Os valores mínimos admissíveis para a capacidade térmica (CT) das paredes externas estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Capacidade térmica de paredes externas.

Capacidade térmica (CT) kJ / m ² .K	
Zona 8	Zonas 1,2, 3, 4, 5, 6 e 7
Sem exigência	≥ 130

Fonte: ABNT NBR 15575/2013.

Conforme o mapa de zoneamento bioclimático brasileiro, Cascavel - PR encontra-se na Zona 3, indicado na Figura 5. Por isso na comparação de resultados de transmitância e capacidade térmica, foram utilizados os valores referentes à Zona 3.

Figura 5: Mapa de zoneamento bioclimático.

Fonte: ABNT NBR 15220/2003.

Após coletar os dados, os mesmos foram tabulados em uma planilha para comparação com a ABNT NBR15575/2013.

3.1.4 Procedimentos para coleta de dados

A coleta dos dados de conforto acústico em relação aos dormitórios foi feita com o decibelímetro a aproximadamente um metro das aberturas, com início no dia 21 de Agosto de 2017, nos horários: 7h30min até 8h, 12h até 12h30min e 17h30min até 18h30min, visto que esses eram os horários de maior fluxo de carros na via em frente aos edifícios, também foi feita uma medição no período noturno. Já a coleta de dados entre ambientes foi feita quando os moradores estavam no apartamento, para medir o som entre os apartamentos.

Quanto ao conforto térmico, foram feitas medições nas paredes externas, nos mesmos horários da medição de conformo acústico, tendo em vista que eram os horários de incidência do sol, na semana da medição não houve dias nublados.

No edifício Jacarandá Boulevard, as medições foram feitas no apartamento 901, 9º andar, indicado na Figura 14, já no edifício Oliva Garden, foram feitas em 2 apartamentos do quinto andar, indicado na Figura 11. Todos localizados a leste.

3.1.5 Determinação de parâmetros para comparação

Segundo Lamberts (2014), transmitância térmica é uma variável que se dá pelas trocas térmicas entre os meios exterior e interior. Para o seu cálculo é utilizada a Equação 1,

$$U = \frac{1}{R_t} \text{ [W/m}^2\text{K]}, \text{ onde--} \quad (1)$$

U=transmitância térmica

R_t= resistência térmica total dos materiais.

A resistência térmica de um material é a sua capacidade em resistir à passagem do calor. Quanto mais espesso o material, maior a sua resistência à passagem do calor (LAMBERTS, 2014). A Equação 2 que define a resistência térmica é:

$$R = \frac{L}{\lambda} \left[\frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \right], \text{ onde:} \quad (2)$$

R = resistência térmica do material (m²K/W);

L = espessura do material (m);

λ = condutividade térmica do material (W/m K).

O coeficiente de condutividade térmica do material foi retirado das figuras no anexo A neste trabalho.

Lamberts (2014), diz ainda que a capacidade térmica indica a capacidade dos materiais de reter calor. A Equação 3 da capacidade térmica é a seguinte:

$$C_{Ta} = \sum_{i=1}^n e_i \cdot c_i \cdot \rho_i = (e \cdot c \cdot \rho)_1 + (e \cdot c \cdot \rho)_2 + \dots + (e \cdot c \cdot \rho)_n \quad [\text{kJ/m}^2 \text{K}] \quad (3)$$

Onde:

e= espessura do elemento (no sentido transversal ao fluxo de calor) (m);

c= calor específico do elemento (kJ/kg K);

ρ = densidade do elemento (kg/m³);

n= número de camada dos elementos.

Os coeficientes densidade e calor específico do elemento foram retirados das figuras no Anexo A.

Após a coleta de dados, foram utilizadas as Equações 1, 2 e 3 para obter os resultados que foram comparados com a ABNT NBR15575/2013.

3.1.6 Análise de dados

Com todas as informações, dados coletados tabulados e com os resultados obtidos, comparou-se com os parâmetros constantes na ABNT NBR 15575/2013, desempenho térmico e acústico, que constam nas Tabelas 2, 3, 4 e 5.

Para a comparação, foram realizados cálculos e gráficos, para melhor visualização e discussão dos resultados.

CAPÍTULO 4

4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a realização da pesquisa em campo com as visitas ao edifício habitado e o outro em construção, aplicaram-se questionários, modelo no apêndice A, aos usuários da edificação já habitada, com o intuito de identificar o grau de satisfação em relação aos seus apartamentos. O método de medição adotado foi *in loco* com um decibelímetro, que era reposicionado para cada leitura e por uma conversa com o responsável pela obra, o que falou a espessura dos revestimentos já utilizados e que ainda seriam feitos.

4.1.1 Tabulação das respostas do questionário

Ao todo foram 10 perguntas, cinco sobre o conforto térmico e cinco do conforto acústico, conforme Apêndice A. Dez moradores responderam às questões.

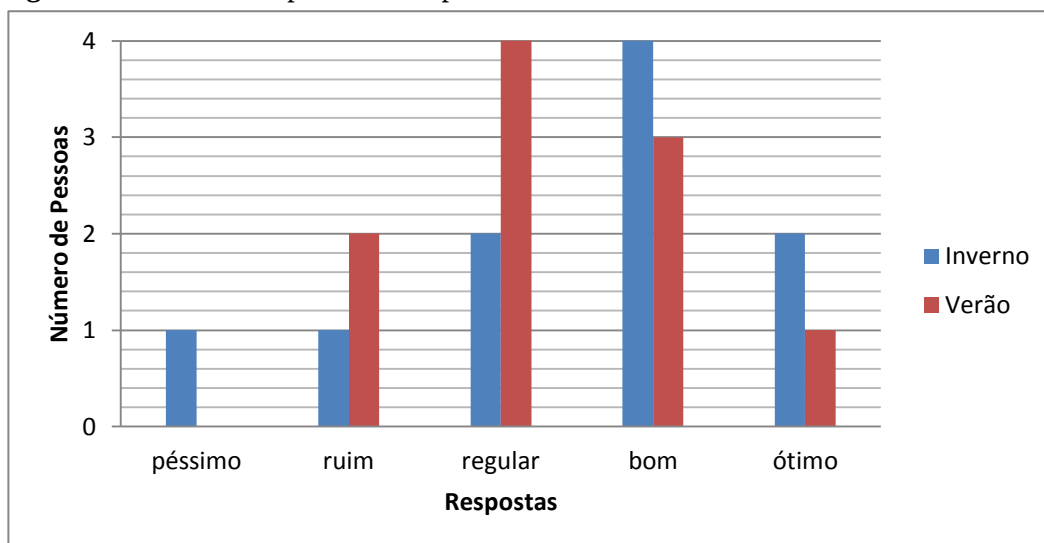
As respostas das perguntas foram classificadas conforme tabela 6.

Tabela 6: Definição das respostas aos questionários.

Ótimo: muito satisfeito	Ruim: insatisfeito
Bom: satisfeito	Péssimo: muito insatisfeito
Regular: aceitável	

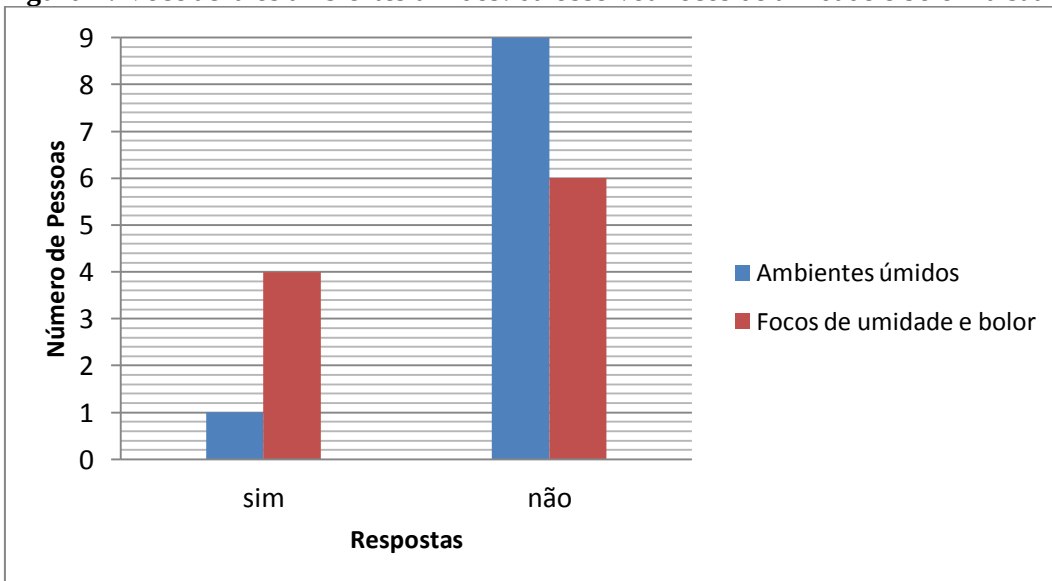
Fonte: AUTORA, 2017.

Na análise das respostas da Figura 6 e em algumas conversas com os moradores, pode-se perceber que 55% estão insatisfeitos com a temperatura da sua moradia no verão, destes 50% residem na fachada leste e 50% residem na fachada oeste. As maiores reclamações foram dos moradores que residem nos apartamentos a oeste, pois o sol incide nas janelas na maior parte do dia, o que torna quente os ambientes, os mesmos disseram que a sensação térmica no verão é de mais de 30 graus. No inverno a maioria (55%) dos usuários está satisfeita com a temperatura, pois os apartamentos que têm mais incidência de sol, a temperatura é agradável, porém os apartamentos que não têm muita incidência do sol consideram seus imóveis muito frios.

Figura 6: Como é a temperatura do apartamento no verão e no inverno?

Fonte: AUTORA, 2017.

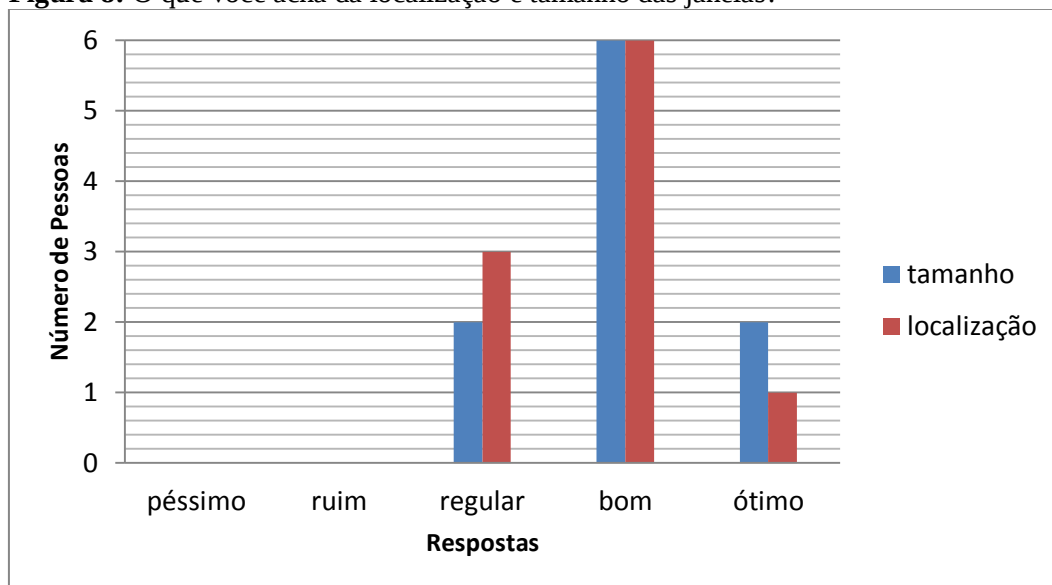
De acordo com a Figura 7, 25% dos moradores responderam que sim para as duas perguntas, os mesmos dizem que já encontraram bolor pelo fato do apartamento não ser ensolarado, fazendo com que ficassem úmidos. Também relataram que havia bolor nos quartos, suíte e banheiro.

Figura 7: Você acha os ambientes úmidos? Já observou focos de umidade e bolor na sua casa?

Fonte: AUTORA, 2017.

Pelas respostas e com a Figura 8, pode-se verificar que os habitantes estão satisfeitos com as posições e dimensões das janelas. Alguns sugeriram que as janelas tivessem veneziana, o que diminuiria a temperatura nos apartamentos com muita incidência de sol, pois não precisariam usar cortinas ou *blackout*.

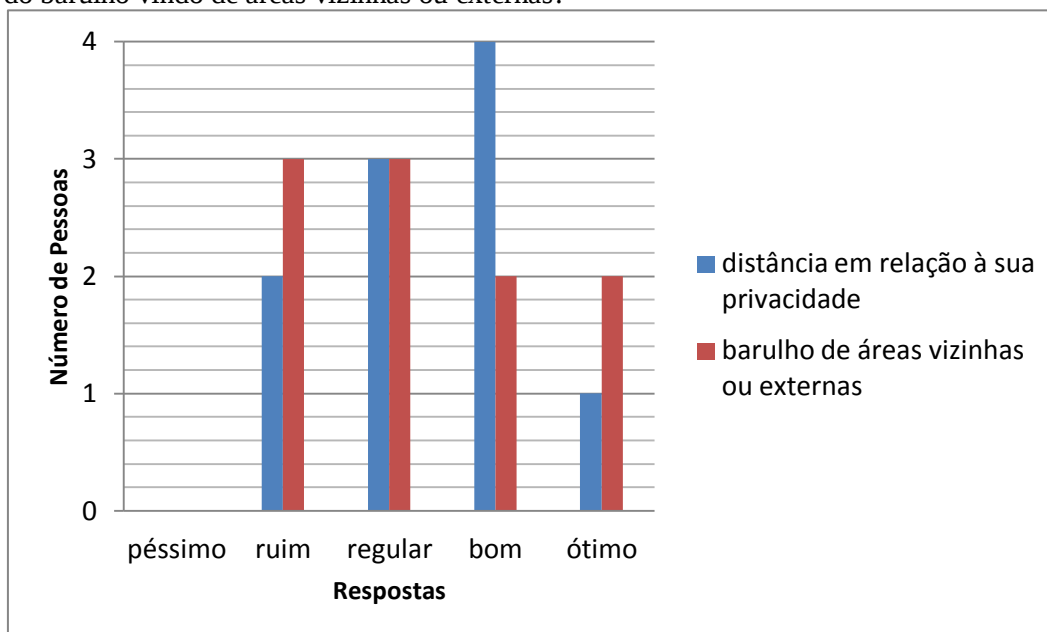
Figura 8: O que você acha da localização e tamanho das janelas?



Fonte: AUTORA, 2017.

Os moradores mencionaram que as janelas não interferem na sua privacidade, pois apenas uma de suas janelas fica de frente para outro apartamento. Os ruídos dos vizinhos não os atrapalham, contudo, os moradores comentam que os barulhos são do corredor do pavimento, pois o mesmo faz eco. Na Figura 9, pode-se ver que 75% estão satisfeitos.

Figura 9: O que você acha da distância das janelas das casas vizinhas em relação à sua privacidade? E do barulho vindo de áreas vizinhas ou externas?



Fonte: AUTORA, 2017.

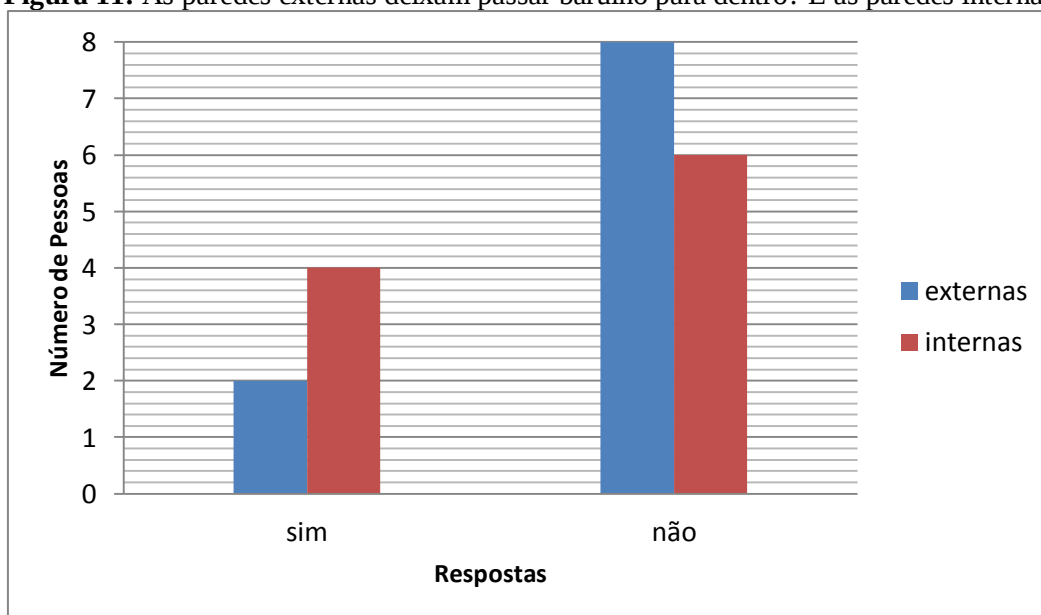
Como mostra o gráfico da Figura 10, 60% responderam que o que mais perturba é o trânsito, pois a rua que passa na frente do edifício é um binário que interliga Avenida Brasil ao Bairro Parque Verde, com o fluxo intenso nessa via em determinados horários de pico, como às 18h30, atrapalha o sossego de quem está em casa. Este é o horário que as pessoas retornam para casa depois do trabalho e que os estudantes vão para a FAG e Univel.

Na Rua das Palmeiras, lateral ao edifício, encontra-se o clube Asservel, que em determinados dias da semana realizam eventos e festas, alguns moradores relataram o desconforto com o barulho e o som que os carros fazem quando saem do clube.

Figura 10: De onde vem o barulho que lhe perturba?

Fonte: AUTORA, 2017.

Pelas respostas dos moradores, na Figura 11, pelas paredes não passam ruídos e as esquadrias não inibem o som vindo de fora, devido as espessuras dos vidros da janela serem de 4 mm.

Figura 11: As paredes externas deixam passar barulho para dentro? E as paredes internas?

Fonte: AUTORA, 2017.

4.1.2 Medições – Conforto Acústico

As medições foram iniciadas no dia 21 de Agosto de 2017 em quatro horários distintos do dia, no edifício Jacarandá Boulevard, já executado, e no edifício Oliva Garden, que se encontra em fase de execução da alvenaria, ambos localizados na Rua Francisco Bartinik.

a) Edifício Oliva Garden

No edifício Oliva Garden, foram feitas medições em dois apartamentos do 5º pavimento posicionados na fachada leste, conforme mostra a Figura 12, nos horários considerados de maior pico, como 07h30, 12h30, 15h e 18h.

Figura 12: Fachada do edifício em execução, Oliva Garden, indicando o apartamento 01.



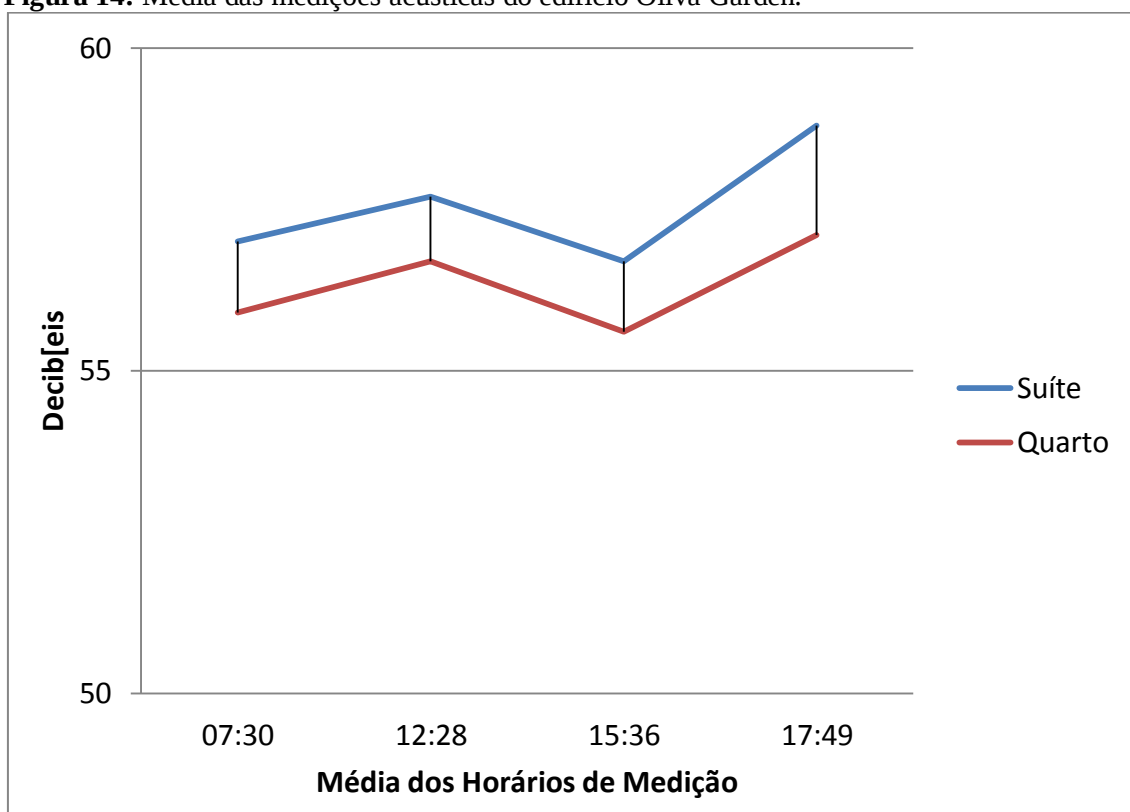
Fonte: Edifício Oliva Garden, 2017.

Figura 13: Planta baixa do apartamento analisado.



Fonte: Oliva Garden, 2017.

Para as medições de conforto acústico, o decibelímetro foi posicionado a aproximadamente um metro das aberturas, salientando que não havia esquadrias nos vãos, o ruído dentro da edificação tinha grande intensidade. As medições foram feitas no dormitório 01 e suíte, do apartamento indicado na Figura 13. Para melhor visualização dos resultados fez-se uma média dos resultados obtidos, conforme Figura 14. Os resultados encontrados estão nas Tabelas 11,12,13 e 14, no apêndice B.

Figura 14: Média das medições acústicas do edifício Oliva Garden.

Fonte: AUTORA, 2017.

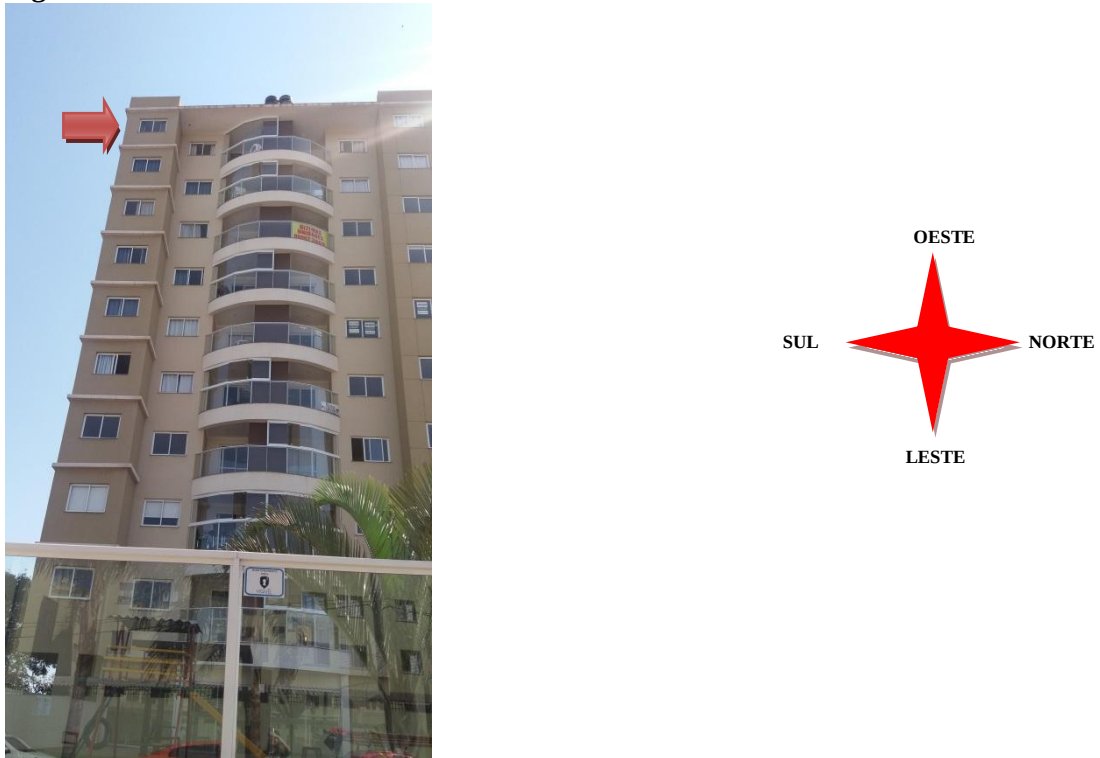
Ao observar o gráfico da Figura 14, pode-se comparar os resultados das medições do decibelímetro, com a Tabela 2. A localização do edifício Oliva Garden é classe de ruído III, pois as duas ruas no entorno do edifício têm tráfego intenso de carros, porém o mínimo permitido é 30dB, então os resultados estão em desconformidade com a NBR 15575/2013, Porém o mesmo ainda não está com as esquadrias, por isso o nível alto de ruído dentro da edificação.

Optou-se por fazer as medições com o decibelímetro apenas no apartamento 01, pois os apartamentos 01 e 02 estão localizados no 5º andar e os resultados seriam os mesmos.

b) Jacarandá Boulevard

Já no edifício Jacarandá Boulevard, as medições ocorreram em horários posteriores do edifício Oliva Garden, no apartamento 901, situado no 9º pavimento, na fachada leste, indicado na Figura 15.

Figura 15: Fachada do bloco 1 do edifício Jacarandá Boulevard.



Fonte: Edifício Jacarandá Boulevard, 2017.

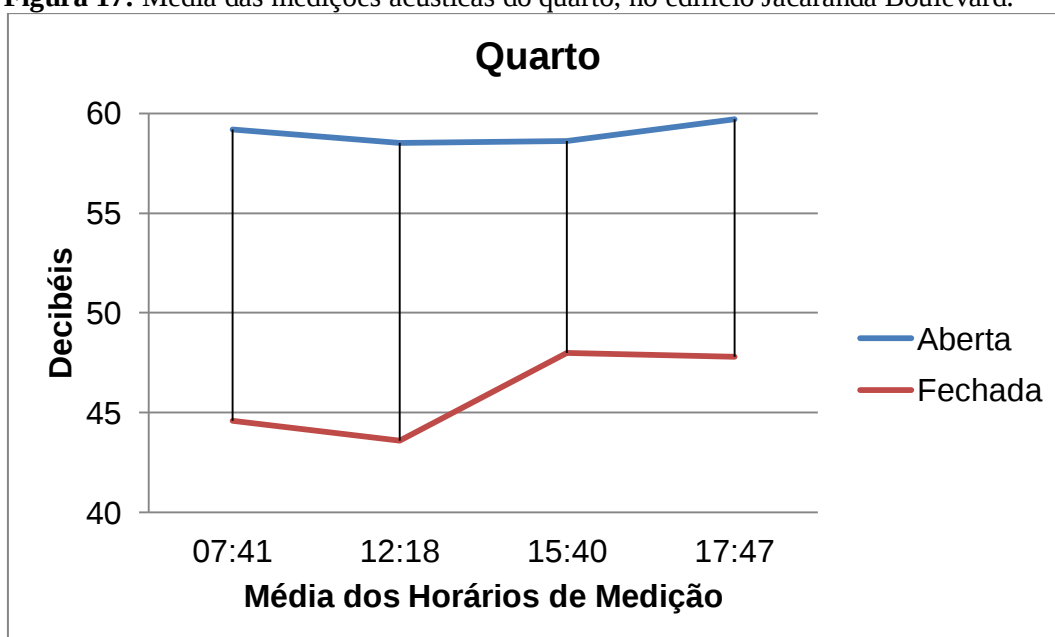
Figura 16: Planta baixa do apartamento analisado.



Fonte: Jacarandá Boulevard, 2017.

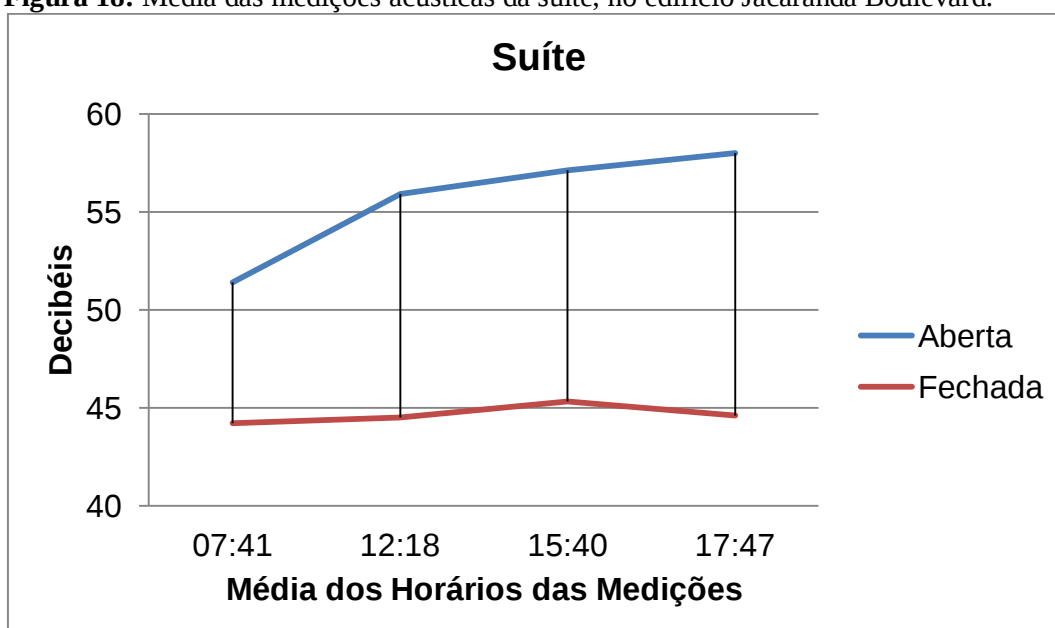
Como já havia as esquadrias, as medições foram feitas com a janela aberta e fechada, para analisar o quanto as janelas estariam absorvendo do som. Fez-se a coleta no quarto e na suíte, conforme mostra a Figura 16, pois cada um capta o ruído de uma rua. O quarto capta o som vindo da Rua Francisco Bartinik, que é considerada uma rua de muito movimento por ser de mão única e que dá acesso à Avenida Brasil. Já a suíte, fica para o lado da Rua das Palmeiras.

Figura 17: Média das medições acústicas do quarto, no edifício Jacarandá Boulevard.



Fonte: AUTORA, 2017.

Figura 18: Média das medições acústicas da suíte, no edifício Jacarandá Boulevard.



Fonte: AUTORA, 2017.

Ao comparar as Figuras 17 e 18, pode-se perceber que os resultados da janela do quarto, quando aberta, o som é mais alto do que a suíte, pelo movimento maior na Rua Francisco Bartinik.

Mesmo com as janelas fechadas, os valores em decibéis continuaram altos. Na Tabela 2, as vedações devem ter um nível de isolamento de 30 dB, porém ao analisar as Figuras 17 e 18 e as Tabelas 15, 16, 17 e 18, no Apêndice C, verificou-se que a esquadria do quarto isolou aproximadamente 15 dB, já a esquadria da suíte isolou aproximadamente 10dB, por isso estão em desconformidade com a ABNT NBR 15575/13, gerando um desconforto para os moradores.

Além dos testes das paredes externas, foi feito um teste entre o apartamento 901 e 902, para saber se as paredes internas estão de acordo com a ABNT NBR 15575. Foi emitido um som na sala de estar do apartamento 901, em que o decibelímetro marcou 69,7dB. Já a sala de estar do apartamento 902 recebeu 38,1dB. O som foi emitido ao mesmo tempo nos dois apartamentos.

O parâmetro que se encaixa nessa situação é o de parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não há dormitório, o aceitável de isolamento é até 40dB, conforme Tabela 3. Por isso, ao comparar o aceitável da Tabela 3 da norma e ver os resultados do decibelímetro, verifica-se que as paredes de separação entre os apartamentos também não estão aceitáveis, pelo fato de ter inibido apenas 31,6dB.

4.1.3 Medições – Conforto Térmico

a) Edifício Oliva Garden

Na Figura 12, verificou-se que o lado esquerdo do edifício estava emboçado e o direito não, porém no cálculo de capacidade térmica (3) e transmitância térmica (1) não se utiliza o emboço, por isso os resultados dos dois lados foi o mesmo.

Em conversa e inspeção com o engenheiro responsável e o mestre de obras, pediu-se as espessuras dos revestimentos, tabulados na Tabela 7, da parede indicada na Figura 13, do dormitório 02.

Tabela 7: Espessura dos revestimentos do edifício Oliva Garden.

REVESTIMENTOS	ESPESSURA (mm)
Chapisco	4
Emboço	25
Reboco interno	20
Tijolo	140

Fonte: AUTORA, 2017.

Com as equações do item 3.1.5 os resultados são mostrados na Tabela 8, que comparados com os parâmetros da ABNT NBR 15575/2013 conclui-se que a transmitância térmica e capacidade térmica estão em conformidade com a norma.

Tabela 8: Resultados do apartamento 01 do edifício Oliva Garden.

RESULTADO	
$U = 4,34 \text{ W/m}^2 \text{ K}$	$CT = 164,80 \text{ kJ / m}^2 \cdot \text{K}$
ACEITÁVEL PELA ABNT NBR 15575/2013	
$U \leq 3,7 \text{ W/m}^2 \text{ K}$	$CT \geq 130 \text{ kJ / m}^2 \cdot \text{K}$

Fonte: AUTORA, 2017.

Sem revestimento argamassado, a parede analisada tem absorção térmica elevada, pois o resultado da transmitância térmica foi de $0,64 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ a mais do que o aceitável em Cascavel-PR que se encontra na zona 3, por isso o edifício Oliva Garden não atendeu à NBR 15575/2013. Quanto menos camadas existir, mais calor os revestimentos absorvem para dentro da edificação, porém o edifício ainda está na fase de execução, então os resultados obtidos não foram levados em consideração para o conforto térmico dos futuros moradores.

b) Edifício Jacarandá Boulevard

Como o edifício já está habitado tem todas as camadas necessárias, não há como medir ou inspecionar as camadas, então o engenheiro informou que as espessuras utilizadas e as mesmas que constam na Tabela 9.

Tabela 9: Espessura dos revestimentos do edifício Jacarandá Boulevard.

REVESTIMENTOS	ESPESSURA (mm)
Chapisco	4
Emboço	25
Reboco externo	20
Reboco interno	20
Pintura	2
Tijolo	140

Fonte: AUTORA, 2017.

Ao analisar os resultados da Tabela 10 com os parâmetros da parte 4 da ABNT NBR15575/2013, percebe-se que os resultados de capacidade térmica e transmitância térmica estão de acordo com o que a norma estabelece, pois a transmitância térmica foi de 3,69 e o aceitável é até 3,70, já na capacidade térmica encontrou-se 200,8 e o aceitável é acima de 130, portanto, o edifício habitado apresenta conforto térmico aos seus usuários.

Tabela 10: Resultados do apartamento 901 do edifício Jacarandá Boulevard.

RESULTADO	
$U = 3,69 \text{ W/m}^2 \text{ K}$	$CT = 200,8 \text{ Kj / m}^2.\text{K}$
ACEITÁVEL PELA ABNT NBR 15575/2013	
$U \leq 3,7 \text{ W/m}^2 \text{ K}$	$CT \geq 130 \text{ kJ / m}^2.\text{K}$

Fonte: AUTORA, 2017.

CAPÍTULO 5

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos por meio da comparação de resultados encontrados *in loco* com o que está prescrito na ABNT NBR15575/2013 já foram discutidos e analisados no decorrer no item 4, porém é importante salientar novamente, para maiores esclarecimentos, o que se concluiu.

Ao comparar os resultados dos dois edifícios, o que está habitado e o que está sendo executado, houve diferenças. No desempenho térmico, observou-se a importância das camadas de revestimentos, pois o edifício Oliva Garden não atingiu os parâmetros da norma justamente pela falta de alguns revestimentos.

Já no conforto acústico, nenhum dos dois edifícios atendeu à ABNT NBR 15575/2013, o que pôde ser verificado no edifício Oliva Garden que ainda estar em execução, seus resultados ainda não são levados em consideração para o conforto dos futuros usuários. Mas no edifício Jacarandá Boulevard, além das reclamações dos próprios usuários e na análise dos resultados, percebeu-se que as vedações não estão proporcionando um conforto aos mesmos. As vedações deveriam apresentar 30 dB de inibição dos sons vindos de fora, porém os resultados foram de 10 a 15dB. Pela localização dos dois edifícios, o correto seria mudar as esquadrias, podendo colocar um vidro mais espesso, com 6mm os resultados poderiam ser mais satisfatórios.

Para o edifício que ainda está na fase de execução da alvenaria (Oliva Garden), são necessários, alguns cuidados nas questões executivas, atentando-se sempre para a prática do seguimento da ABNT NBR 15575/2013. Sugere-se que não façam as esquadrias iguais do edifício Jacarandá Boulevard, para dar conforto acústico no futuro aos usuários, além de continuar com as espessuras das camadas para manter o conforto térmico.

CAPÍTULO 6

6.1 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Tendo em vista as observações feitas no decorrer da pesquisa de campo, seria interessante:

- a) A abordagem do sistema lumínico da parte 4 NBR 15575/2013, para constatar se as aberturas estão de acordo com a norma;
- b) A realização dos mesmos testes em um edifício que tenha esquadrias com veneziana, para verificar o desempenho térmico e acústico das mesmas;
- c) A verificação se o uso de *insulfilm* nos vidros altera a condição térmica dos ambientes.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 15220 — **Desempenho térmico de edificações, Parte 1: Definições, símbolos e unidades**. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 15575-1 — **Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos**. Rio de Janeiro, 2013.

_____. ABNT NBR 15575-4, **Edificações habitacionais — Desempenho, Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas — SVVIE**. Rio de Janeiro, 2013.

AMARAL NETO, Celso de Sampaio; D'AVILA NETO, João Freire; MAIA NETO, Francisco; VITALE, Olivar. **Norma de Desempenho: um marco regulatório na construção civil. Manual de orientação**. Disponível em <<http://precisao.eng.br/public/manual-nd.pdf>> Acesso em: 21 mar. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA A QUALIDADE ACÚSTICA (2012). Disponível em <<http://www.proacustica.org.br>> Acesso em 28 mar. 2017.

BÔAS, Fábio Villas. **Entrevista a Fábio Villas Bôas: as soluções estão disponíveis**. Disponível em <<https://casasgurapuava.blogspot.com.br/2013/07/guarapuava-casas-e-apartamentos-com.html>> Acesso em 20 de mar. 2017.

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013**. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

DESEMPENHO ACÚSTICO EM SISTEMAS DRYWALL (2013). Disponível em Associação brasileira do Drywall: <<http://www.drywall.org.br>> Acesso em 28 mar. 2017.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de conforto térmico: arquitetura, urbanismo**. 5.ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

GOMES, Cesar Henrique de Godoy. **Análise dos níveis de conforto térmico em um edifício de escritório na cidade de Maringá** / César Henrique de Godoy Gomes. Florianópolis: UFSC, 2004.

GT NORMAS AsBEA - Grupo de trabalho de normas. **Guia para Arquitetos na aplicação da norma de desempenho.** Disponível em <http://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2015/09/2_guia_normas_final.pdf> Acesso em: 18 mar. 2017.

LAMBERTS, Roberto. **Desempenho Térmico de Edificações.** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2011.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R.; **Eficiência Energética na Arquitetura.** 3.ed.Eletrobras/Procel, 2014.

LORDSLEEM JÚNIOR, Alberto Casado. **Execução e inspeção de alvenaria racionalizada.** 3.ed.São Paulo: O nome da Rosa, 2004.

LORENZI, Luciani Somensi. **Regras da ABNT movimentam a construção - Jornal do Comércio.** Disponível em: <http://jcrs.uol.com.br/_conteudo/2017/08/especiais/construcao_civil_2017/581629-regras-da-abnt-movimentam-a-construcao.html> Acesso em 10 de out. de 2017.

MICHALSKI, Ranny Loureiro Xavier Nascimento. **Metodologias para medição de isolamento sonoro em campo e para expressão da incerteza de medição na avaliação do desempenho acústico de edificações** – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2011.

NASCIMENTO, Otávio Luiz do. **Alvenarias.** 2.ed. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2004.

NETO, Francisco Maia. **Norma de Desempenho - Parte 4: Vedações verticais internas e externas.** 2013. Disponível em: <https://estadodeminas.lugarcerto.com.br/app/noticia/colunas/francisco-maia-netto/2013/08/19/interna_franciscomaia,47485/norma-de-desempenho-parte-4-vedacoes-verticais-internas-e-externas.shtml> Acesso em 20 de mar. 2017.

PAIXÃO, Dinara Xavier da. **Caracterização do isolamento acústico de uma parede de alvenaria, utilizando análise estatística de energia (SEA).** Florianópolis, 2002. iv, 162 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

PEPITONE, Carolina. **Conforto térmico - Parte 3**. 2013. Disponível em : <<http://arq.ap1.com.br/conforto-termico-parte-3/>> Acesso em 20 de mar. de 2017.

PEREIRA, Cláudia Donald. **A Influência do Envelope no Desempenho Térmico de Edificações Residenciais Unifamiliares Ocupadas e Ventiladas Naturalmente / Cláudia Donald Pereira**. – Florianópolis: UFSC / PPGEC, 2009.

POSSAN, E. DEMOLINER, C. A. **Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: abordagem geral**. Revista Científica CREA-PR, 1 ed. 2013. Disponível em <<http://creaprw16.creapr.org.br/revista/Sistema/index.php/revista/article/view/14>> Acesso em 15 de mai. de 2017.

Revista Técnica Educação. **“Deficiências nos critérios de desempenho térmico da NBR 15575 permitem a proliferação de "edifícios estufa"”**. (Técnica educação, p.42-48, 17 de fev. de 2017).

REZENDE, Jardel Masciocchi Silva; MORAIS FILHO, Julio Cesar Gomes de; NASCIMENTO, Néio Lúcio Freitas. **O desempenho acústico segundo a norma de desempenho ABNT NBR 15575: Isolamento sonoro contra ruído aéreo de vedações verticais internas medido em campo**. Goiânia, 2014.

RORIZ, Marcelo. **Desempenho térmico e as paredes de concreto**. <<http://nucleoparededeconcreto.com.br/destaque-interno/desempenho-termico-e-as-paredes-de-concreto>> Acesso em 16 de mai. de 2017.

SPANNENBERG, Mariane Gampert. **Análise de desempenho térmico, acústico e lumínico em habitação de interesse social: Estudos de caso em Marau-RS**. Florianópolis, 2006. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO

Conforto térmico

- 1) Como é a temperatura do apartamento no verão?
☐ péssimo ☐ ruim ☐ regular ☐ bom ☐ ótimo
- 2) Como é a temperatura do apartamento no inverno?
☐ péssimo ☐ ruim ☐ regular ☐ bom ☐ ótimo
- 3) Você acha os ambientes úmidos?
☐ sim ☐ não _____
- 4) Você já observou focos de umidade ou bolor na sua casa?
☐ sim ☐ não. Onde? _____
- 5) O que você acha da localização das janelas?
☐ péssimo ☐ ruim ☐ regular ☐ bom ☐ ótimo

Conforto acústico

- 1) O que você acha da distância das janelas das casas vizinhas em relação à sua privacidade?
☐ péssimo ☐ ruim ☐ regular ☐ bom ☐ ótimo
- 2) O que você acha do tamanho das janelas?
☐ péssimo ☐ ruim ☐ regular ☐ bom ☐ ótimo
- 3) De onde vem o barulho que mais lhe perturba?
☐ apartamentos vizinhos ☐ trânsito ☐ som de carros
 Outros: _____
- 4) As paredes externas deixam passar barulho para dentro de casa?
☐ sim ☐ não _____
- 5) As paredes internas deixam passar barulho para dentro de casa?
☐ sim ☐ não _____

Observações:

Ótimo: muito satisfeito	Ruim: insatisfeito
Bom: satisfeito	Péssimo: muito insatisfeito
Regular: aceitável	

APÊNDICE B - MEDIÇÕES CONFORTO ACÚSTICO – OLIVA GARDEN

Tabela 11: Média das medições acústicas das 7h30min.

DIA	21/ago	22/ago	23/ago	24/ago	25/ago	MÉDIA
HORÁRIO	07:35	07:37	07:32	07:35	07:39	07:35
SUÍTE	59,3dB	58,5dB	58,8dB	56,2dB	52,2dB	57dB
QUARTO	55,4dB	60,1dB	55,3dB	54,1dB	54,7dB	55,9dB

Fonte: AUTORA, 2017.

Tabela 12: Média das medições acústicas do 12h00.

DIA	21/ago	22/ago	23/ago	24/ago	25/ago	MÉDIA
HORÁRIO	12:26	12:32	12:25	12:28	12:29	12:28
SUÍTE	58,3dB	58,4dB	57,4dB	58,3dB	56,1dB	57,7dB
QUARTO	59,4dB	57,6dB	56,7dB	52,8dB	57,3dB	56,7dB

Fonte: AUTORA, 2017.

Tabela 13: Média das medições acústicas das 15h30min.

DIA	21/ago	22/ago	23/ago	24/ago	25/ago	MÉDIA
HORÁRIO	15:20	15:27	16:11	15:47	15:18	15:36
SUÍTE	54,7dB	60,1dB	52,1dB	58,8dB	57,6dB	56,7dB
QUARTO	56,8dB	62,1dB	51,4dB	52,8dB	54,9dB	55,6dB

Fonte: AUTORA, 2017.

Tabela 14: Média das medições acústicas das 17h30min.

DIA	21/ago	22/ago	23/ago	24/ago	25/ago	MÉDIA
HORÁRIO	17:49	17:45	17:55	17:47	17:00	17:39
SUÍTE	57,6dB	55,4dB	58,4dB	66,8dB	55,8dB	58,8dB
QUARTO	61,2dB	59,4dB	54,6dB	55dB	55,4dB	57,1dB

Fonte: AUTORA, 2017.

APÊNDICE C - MEDIÇÕES CONFORTO ACÚSTICO – JACARANDÁ BOULEVARD

Tabela 15: Média das medições acústicas das 7h30min.

	DEC. INTERNO	DEC. EXTERNO	DEC. INTERNO	DEC. EXTERNO	DEC. INTERNO	DEC. EXTERNO	DEC. INTERNO	DEC. EXTERNO	DEC. INTERNO	DEC. EXTERNO
DIA	21/ago		22/ago		23/ago		24/ago		25/ago	
HORÁRIO	07:48		07:50		07:32		07:35		07:39	
QUARTO	49,4dB	55,9dB	42,5dB	60,1dB	44dB	59,2dB	41,2dB	60,2dB	45,7dB	60,4dB
SUÍTE	42,7dB	46,3dB	50,1dB	62,3dB	43,4dB	55,9dB	44,4dB	52,3dB	40,3dB	40,3dB

Fonte: AUTORA, 2017.

Tabela 16: Média das medições acústicas do 12h00.

	DEC. INTERNO	DEC. EXTERNO	DEC. INTERNO	DEC. EXTERNO	DEC. INTERNO	DEC. EXTERNO	DEC. INTERNO	DEC. EXTERNO	DEC. INTERNO	DEC. EXTERNO
DIA	21/ago		22/ago		23/ago		24/ago		25/ago	
HORÁRIO	12:22		12:19		12:17		12:16		12:18	
QUARTO	46,6dB	62,5dB	40,3dB	62,4dB	42,6dB	63,4dB	42dB	52dB	46,3dB	52,2dB
SUÍTE	50,4dB	60,8dB	39,4dB	64,4dB	49,4dB	57,6dB	40,7dB	49,3dB	42,7dB	47,4dB

Fonte: AUTORA, 2017.

Tabela 17: Média das medições acústicas das 15h30min.

	DEC. INTERNO	DEC. EXTERNO	DEC. INTERNO	DEC. EXTERNO	DEC. INTERNO	DEC. EXTERNO	DEC. INTERNO	DEC. EXTERNO	DEC. INTERNO	DEC. EXTERNO
DIA	21/ago		22/ago		23/ago		24/ago		25/ago	
HORÁRIO	15:07		15:46		16:05		15:33		15:07	
QUARTO	49,4dB	59,7dB	52,8dB	60,2dB	45,9dB	65dB	44,3dB	55,3dB	47,4dB	52,7dB
SUÍTE	51,3dB	63,8dB	47,4dB	63,8dB	42,5dB	60,4dB	38,8dB	46,3dB	46,6dB	51,2dB

Fonte: AUTORA, 2017.

Tabela 18: Média das medições acústicas das 17h30min.

	DEC. INTERNO	DEC. EXTERNO	DEC. INTERNO	DEC. EXTERNO	DEC. INTERNO	DEC. EXTERNO	DEC. INTERNO	DEC. EXTERNO	DEC. INTERNO	DEC. EXTERNO
DIA	21/ago		22/ago		23/ago		24/ago		25/ago	
HORÁRIO	17:32		17:30		17:49		18:03		18:02	
QUARTO	52,3dB	62,6dB	48,5dB	66,8dB	52,4dB	62,5dB	43,4dB	53,4dB	42,3dB	53,4dB
SUÍTE	50,9dB	64,2dB	40,7dB	60,4dB	49,7dB	59,2dB	42,1dB	53,9dB	39,4dB	52,5dB

Fonte: AUTORA, 2017.

ANEXO A - TABELAS UTILIZADAS NOS CÁLCULOS

Figura 19: Resistência térmica superficial interna e externa.

$R_{si} (m^2.K)/W$			$R_{se} (m^2.K)/W$		
Direção do fluxo de calor			Direção do fluxo de calor		
Horizontal	Ascendente	Descendente	Horizontal	Ascendente	Descendente
$\Rightarrow$	$\overline{\uparrow}$	$\overline{\downarrow}$	$\Rightarrow$	$\overline{\uparrow}$	$\overline{\downarrow}$
0,13	0,10	0,17	0,04	0,04	0,04

Fonte: ABNT NBR 15220/2003.

Figura 20: Densidade de massa aparente (ρ), condutividade térmica (λ) e calor específico (c) de materiais.

Material	ρ (kg/m^3)	λ ($W/(m.K)$)	c ($kJ/(kg.K)$)
Argamassas			
argamassa comum	1800-2100	1,15	1,00
argamassa de gesso (ou cal e gesso)	1200	0,70	0,84
argamassa celular	600-1000	0,40	1,00
Cerâmica			
tijolos e telhas de barro	1000-1300	0,70	0,92
	1300-1600	0,90	0,92
	1600-1800	1,00	0,92
	1800-2000	1,05	0,92

Fonte: ABNT NBR 15220/2003.

Figura 21: Características térmicas dos materiais.

Material	λ (W/m°C)	d (kg/m ³)	c (J/kg°C)
Água	0,58	1000	4187
Algodão	0,06	80	
Amianto	0,15	580	
Amianto projetado	0,05	160	
Areia seca	0,49	1600	2093
Areia úmida	2,35	variável	8374
Argamassa de cal e cimento (ou de cimento)	0,65	1600	754
	0,85	1800	754
	1,05	2000	754
Argamassa celular	0,30	600	1047
	0,51	1000	1047
	0,81	1400	1047
Argamassa de gesso (ou de cal e gesso)	0,53	1000	837
	0,70	1200	837
Argila	0,72	1720	
Asfalto puro	0,70	2100	
Asfalto com areia	1,15	2100	
Borrachas sintéticas			
— formofenólicas	0,40	1300	
— mastique para junta	0,40	1350	
— poliamida	0,40	1100	
— policlorure de vinil	0,20	1350	
— poliéster	0,40	1550	
— polietileno	0,40	1000	
Cerâmica	0,46	variável	837
Cimento-amianto	0,65	1600	
	0,95	2000	
Cimento-amianto-celulose	0,46	1600	
Concreto aparente	1,65	2200	1005
	1,91	2400	1005
Concreto armado	1,75	2400	1005
Terra argilosa seca	0,52	1700	837
Terra comprimida (bloco)	1,15	1800	837
Terra úmida	0,60	1800	1465
Tijolo de concreto furado (8 furos)			
19 × 19 × 39 (paredes 6 mm)	0,91	1700	1005
Tijolo maciço prensado	0,72	1600	921
Vidro	0,8	2200	

Fonte: Manual de Conforto Térmico, 2001.