



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
NÚCLEO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ISABELLE SALES ALVES DE SOUSA

**AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO ACÚSTICO DE RUÍDO AÉREO: um estudo de
caso em complexos habitacionais na cidade de Caruaru – PE**

Caruaru

2024

ISABELLE SALES ALVES DE SOUSA

**AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO ACÚSTICO DE RUÍDO AÉREO: um estudo de
caso em complexos habitacionais na cidade de Caruaru – PE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Civil do
Campus Agreste da Universidade Federal de
Pernambuco – UFPE, na modalidade de artigo
científico, como requisito parcial para obtenção
do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção Civil

Orientador: Prof. Dr. Humberto Correia Lima Júnior

Caruaru

2024

AGRADECIMENTOS

A Deus por me dar forças para nunca desistir, me acompanhar nos dias bons e me carregar nos dias ruins.

À Nossa Senhora, mãe de Deus, e aos santos que intercederam por mim ao Pai.

Aos meus pais, José Eraldo Alves de Sousa e Rozelane de Sales Marinho Sousa, que me ensinaram o significado de casa muito antes da faculdade de engenharia.

Aos meus irmãos Sávio Sales, Ágnes Sales, Mykaelly Sales, Miguel Arcanjo, Beatriz Sales e Catarina Sales, por estarem comigo em todas as fases da minha vida.

Ao meu noivo João Victor Mendes, por ser meu parceiro, confidente, sempre acreditar no meu potencial e me incentivar nas circunstâncias mais adversas.

Aos meus amigos de faculdade e futuros colegas de profissão, Allana Carvalho, Antonio Nascimento, Breno Vilela, Bruno Henrique, Daniel Queiroz, Érica Rafaela, Gheyson Melo, Ítalo Silvio, Iago Leopoldo, Jean Firmino, por dividirem comigo o peso da formação.

Aos meus amigos de escola, Ana Victória, Aline Gabrielly, Leonardo Cabral, Ana Carolina Moura, Ayza Manuela, Hiago Teófilo, Maria Eduarda Albuquerque, Ingrid Bergman, Raíssa Barros, Patrícia Pilar e Tércila Karine, por me ensinarem que as amizades que cativamos permanecem para a vida.

Aos meus auxiliares no experimento, Iago Leopoldo, Aline Gabrielly, Mykaelly Sales, Breno Vilela, por tornarem esse trabalho possível.

À Universidade Federal de Pernambuco, por me fornecer a oportunidade de estudar, com dedicação, seriedade e maestria.

Ao corpo docente, por compartilhar seus conhecimentos, amizade e amor pela engenharia, me capacitando para o exercício da profissão.

Aos colegas de profissão, que acompanharam meu desenvolvimento nos estágios, Maria Eduarda Rodrigues, Ronildo (Chefinho) e Anny Dannielly.

À Portis Jr., por ser a primeira a ver meu desempenho e potencial profissional.

Ao professor Humberto Correia, pelo acompanhamento, dedicação e supervisão durante as aulas, a escrita do trabalho e o estágio, sendo de extrema importância para o resultado deste trabalho e minha capacitação. À professora Maria Rita, pelo acompanhamento, orientação na escrita, sugestões e carinho.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão deste trabalho.

Avaliação de desempenho acústico de ruído aéreo: um estudo de caso em complexos habitacionais na cidade de Caruaru – PE

Acoustic performance assessment of airborne noise: a case study in housing complexes in the city of Caruaru – PE

Isabelle Sales Alves de Sousa¹

RESUMO

Diante das atuais transformações na configuração familiar e no setor habitacional, o mercado da construção civil busca constantemente novas tecnologias para reduzir custos e otimizar a produção. Contudo, essas inovações podem comprometer o conforto dos moradores no que diz respeito ao isolamento acústico e térmico. Para evitar tais inconvenientes, as normas ABNT NBR 15.575-1:2024 e ABNT NBR ISO 16.283:2018 estabelecem parâmetros de desempenho, das edificações e padrões de ensaio de desempenho acústico para ruídos aéreos, respectivamente. Essas normas exigem o isolamento acústico das paredes externas e internas, bem como entre pisos e paredes, o que pode aumentar o custo da construção. Para uma avaliação eficaz do desempenho acústico, é crucial considerar a propagação do som em diferentes materiais e estruturas, incluindo a absorção, reflexão e transmissão das ondas sonoras. Dessarte, este trabalho visou avaliar o desempenho acústico a ruído aéreo em complexos habitacionais, com ênfase nos métodos construtivos de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto e parede estrutural de concreto, na cidade de Caruaru, Pernambuco. Foram realizados ensaios e medições de desempenho acústico nessas tipologias construtivas, que podem ser implementadas em novas construções e edificações existentes. Através disso, foi possível avaliar as condições acústicas dessas residências, e contribuir para o avanço do conhecimento e das práticas na área da construção civil. Os resultados obtidos constataram que o método construtivo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto se mostrou inferior ao de parede estrutural de concreto em isolamento acústico, nos empreendimentos analisados. No entanto, em geral, não se apresentou grande necessidade de isolamentos adicionais mediante as normas.

Palavras-chave: isolamento acústico; ondas sonoras; concreto; método construtivo.

ABSTRACT

Given the current transformations in family structure and the housing sector, the construction market is constantly seeking new technologies to reduce costs and optimize production. However, these innovations may compromise residents' comfort concerning acoustic and thermal insulation. To avoid such inconveniences, the ABNT NBR 15.575-1:2024 and ABNT NBR ISO 16.283:2018 standards establish performance parameters for buildings and acoustic performance testing standards for airborne noise, respectively. These standards require acoustic insulation for external and internal walls, as well as between floors and walls, which can increase construction costs. For an effective evaluation of acoustic performance, it is crucial to consider the propagation of sound through different materials and structures, including sound wave absorption, reflection, and transmission. Thus, this study aimed to assess the airborne noise acoustic performance in housing complexes, with a focus on structural masonry made of hollow concrete blocks and concrete structural walls in the city of Caruaru, Pernambuco. Acoustic performance tests and measurements were conducted on these construction types, which can be implemented in new buildings and existing structures. Through this, it was possible to evaluate the acoustic conditions of these residences and contribute to the advancement of knowledge and practices in the construction sector. The results showed that the structural masonry method using hollow concrete blocks was inferior to the concrete structural wall in terms of acoustic insulation in the analyzed developments. However, in general, there was no significant need for additional insulation according to the standards.

Keywords: acoustic insulation; sound waves; housing; constructive method.

DATA DE APROVAÇÃO: 21 de outubro de 2024.

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Caixa Econômica Federal (CEF, 2011), nos últimos anos, o Brasil exibiu alterações no aspecto habitacional, devido à comutação das configurações familiares, do êxodo rural e da urbanização. Na década de 1960, houve alta na migração para os grandes centros, o que resultou na adequação das habitações em virtude do crescimento da população urbana e compactação das residências, concebendo a necessidade de padronização das exigências mínimas desses edifícios, a fim de atingir condições necessárias de conforto para os usuários.

Com as aglomerações habitacionais em crescimento, pelas constantes ampliações das necessidades humanas, surgem desafios relacionados à ausência de planejamento adequado, concepção arquitetônica deficiente e construções inadequadas. Além disso, a execução de ações humanas conduz à emissão de sons, criando um ambiente sonoro variado. Esses pontos influenciam diretamente na qualidade de vida dos usuários, principalmente na questão acústica (Villar, 2009).

Essa exposição contínua a ruídos pode acarretar efeitos adversos no bem-estar físico e mental das pessoas como estresse, fadiga, dores de cabeça, doenças ocupacionais e perda auditiva (Silva, 2011). Outrossim, há alterações fisiológicas que incluem dilatação das pupilas, vasoconstricção das veias, mudanças gastrointestinais e reação da musculatura do esqueleto. E mudanças bioquímicas na produção de cortisona, na produção de hormônio da tireoide, triiodotironina e tiroxina, na produção de adrenalina, na glicose sanguínea, na proteína do sangue, além do fracionamento dos lipídios do sangue (Fernandes, 2002). Isso está relacionado diretamente a fatores como o tempo de exposição e o nível do ruído, apresentados na Tabela 41 do Anexo A, que quando excedidos causam as sequelas apresentadas.

Ademais, as exposições causam de forma generalizada problemas de saúde, se tornando uma questão de saúde pública. Segundo o primeiro Relatório Mundial sobre Audição da Organização Mundial da Saúde (OMS) divulgado em 2021, 1 a cada 4 pessoas sofrerão com perda parcial ou total da audição até 2050. Das 2,5 bilhões de pessoas que sofrerão com essa condição, 700 milhões irão necessitar de assistência médica (Organização Pan-Americana da Saúde, OPAS, 2021).

Em contribuição a esse cenário, o mercado de construção civil busca tecnologias para a redução de custos de fabricação e otimização da produção. Essas alternativas podem custar o conforto dos futuros moradores, em aspectos de isolamento acústico e térmico (Oliveira, 2017). Dentre os métodos construtivos utilizados no Brasil, os blocos de concreto na alvenaria

estrutural estão se difundindo por sua economia nas construções e destacam-se por sua capacidade de resistir a cargas verticais e forças do vento, proporcionando solidez à estrutura.

Sua concepção do projeto, execução e ensaios são estabelecidos, respectivamente, pelas normas ABNT NBR 16868-1:2020 ("Alvenaria estrutural - parte 1: Projeto"), ABNT NBR 16868-2:2020 ("Alvenaria estrutural - parte 2: Execução e controle de obras") e ABNT NBR 16868-3:2020 ("Alvenaria estrutural - parte 3: Métodos de ensaio"). Além disso, atua como isolante acústico e térmico, promovendo conforto ambiental (Dantas, 2011). Acreditando nesse potencial, muitas construtoras optam por negligenciar o isolamento acústico em prol da redução do valor investido (Oliveira, 2017).

As paredes de concreto moldadas "in loco" por meio de fôrmas, são também uma opção tecnológica para vedação e estrutura, bastante utilizadas nas construções (Campos, 2023), cujas diretrizes são estabelecidas pela norma ABNT NBR 16.055:2012 ("Parede de Concreto Moldada no Local para a Construção de Edificações - Requisitos e Procedimentos"). Este método permite a incorporação dos elementos hidráulicos e elétricos do projeto, reduzindo a necessidade de retrabalho e aumentando a economia de materiais.

Ademais, apresenta outras vantagens, como alta velocidade de produção, maior industrialização do processo, maior controle de qualidade devido ao uso de materiais com maior controle tecnológico, sistema racionalizado, baixa geração de resíduos e economia em empreendimentos de alta repetitividade, como condomínios e edifícios residenciais (Baltokoski, 2015). Similar ao método de alvenaria estrutural com blocos de concreto, as construtoras optam por essa metodologia principalmente por razões econômicas, embora negligencie, igualmente, o isolamento acústico.

A norma brasileira ABNT NBR 15.575-1:2024, sob o título "Edificações habitacionais - Desempenho Parte 1: Requisitos gerais", foi criada para parametrizar as edificações e apresenta o desempenho básico para o uso, exigindo parâmetros quanto à expectativa de vida útil, ao desempenho, à eficiência, à sustentabilidade e à manutenção das edificações. Quanto à medição de campo do isolamento acústico nas edificações, deve-se seguir a ABNT NBR ISO 16283-1:2018, sob o título geral "Acústica - Medição de campo do isolamento acústico nas edificações e nos elementos de edificações Parte 1: Isolamento a ruído aéreo", que detalha os procedimentos necessários para realizar medições *in situ* do isolamento acústico aéreo em edificações.

Esses critérios, quando obedecidos, evitam problemas construtivos e futuros, além de estimular a inovação e a criação de novas tecnologias que estejam dentro dos parâmetros explícitos por norma, pois esta não é direcionada para um método construtivo específico. Portanto, apesar da eficiência dos blocos de concreto quanto ao isolamento acústico, a norma

ABNT NBR 15.575-1:2024, prevê isolamento acústico das paredes externas e ambientes internos, entre pisos e paredes de forma obrigatória em apartamentos, o que aumenta o valor investido na construção.

A análise do desempenho acústico está ligada ao estudo do comportamento acústico e da propagação do som em diferentes materiais. Segundo Pilling (2013), o som é a disseminação de uma perturbação mecânica em um meio material, isto é, uma onda de natureza mecânica. Essa onda apresenta atributos que influenciam a resposta acústica de uma estrutura, incluindo a frequência e a intensidade do som. O desempenho acústico de uma estrutura compartilha semelhanças com o desempenho térmico, uma vez que ambos se propagam por ondas. A distinção reside na forma de absorção, reflexão e transmissão das ondas, pelo elemento de vedação (Fernandes, 2002).

Na transmissão de ondas sonoras há a classificação dos ruídos em contínuos, flutuantes ou de impacto. Os ruídos contínuos são caracterizados pela pouca, ou nenhuma variação de intensidade sonora em função do tempo, como ventiladores, bombas, motores e compressores. Sua medição é dada pela aproximação do medidor de nível de pressão sonora na fonte do ruído. Em oposição, os ruídos flutuantes indicam exacerbadas oscilações em função do tempo, apresentados em sons do cotidiano como soldagem e trânsito intenso. Há muitos métodos de realizar essas medições, como a “Dose de Ruído” e o “Nível Médio de Som Contínuo Equivalente”. Os ruídos de impacto, também chamados de impulsivos, se caracterizam por picos de intensidade sonora elevada em um curto período, como britadeiras, explosões e impactos em geral. Sua medição não tem critérios totalmente definidos, sendo regulamentados por normas nacionais e internacionais, ou ainda realizando uma “Análise de Pico” (Fernandes, 2002).

O isolamento acústico, fator crucial na determinação do comportamento acústico de um material, refere-se à capacidade de refletir uma onda sonora, impedindo-a de atravessá-lo. Devido à menor porosidade de materiais mais densos, há maior isolamento acústico. Em oposição, a existência de poros em materiais menos compactos apresenta uma melhor capacidade de absorção acústica (Baltokoski, 2015). É apresentado no Anexo A, Tabela 42, o comportamento acústico nos materiais avaliados.

2 OBJETIVOS

Com base no exposto, este trabalho possuiu como objetivo geral analisar o desempenho acústico em conjuntos habitacionais, os quais possuem edifícios em alvenaria

estrutural de blocos vazados de concreto e parede estrutural de concreto na cidade de Caruaru, interior de Pernambuco. Com o intuito de verificar as condições acústicas desses conjuntos habitacionais, esse estudo buscou trazer informações mais precisas sobre o estado das unidades selecionadas quanto a ruídos aéreos através de experimentação.

O tratado acadêmico, ainda, realizou uma avaliação do desempenho acústico dos conjuntos habitacionais, conforme os parâmetros estabelecidos pela normativa ABNT NBR 15.575-3:2021 (Edificações habitacionais - Desempenho Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos) e ABNT NBR 15.575-4:2021 (Edificações habitacionais - Desempenho Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE), e seguirá os procedimentos para determinar o isolamento a ruído aéreo.

Quanto aos objetivos específicos, esse trabalho visou:

- a) Caracterizar a edificação em estudo, com detalhes físicos e construtivos das edificações;
- b) Conduzir a medição acústica conforme ABNT NBR ISO 16283-1:2018, utilizando um decibelímetro, para avaliar os níveis de ruído ambiente e realizar teste de isolamento acústico com ruído de buzina festiva;
- c) Contrapor os resultados obtidos com os valores estabelecidos na norma de desempenho ABNT NBR 15.575-3:2021 e ABNT NBR 15.575-4:2021 como parâmetro de isolamento acústico.

3 METODOLOGIA

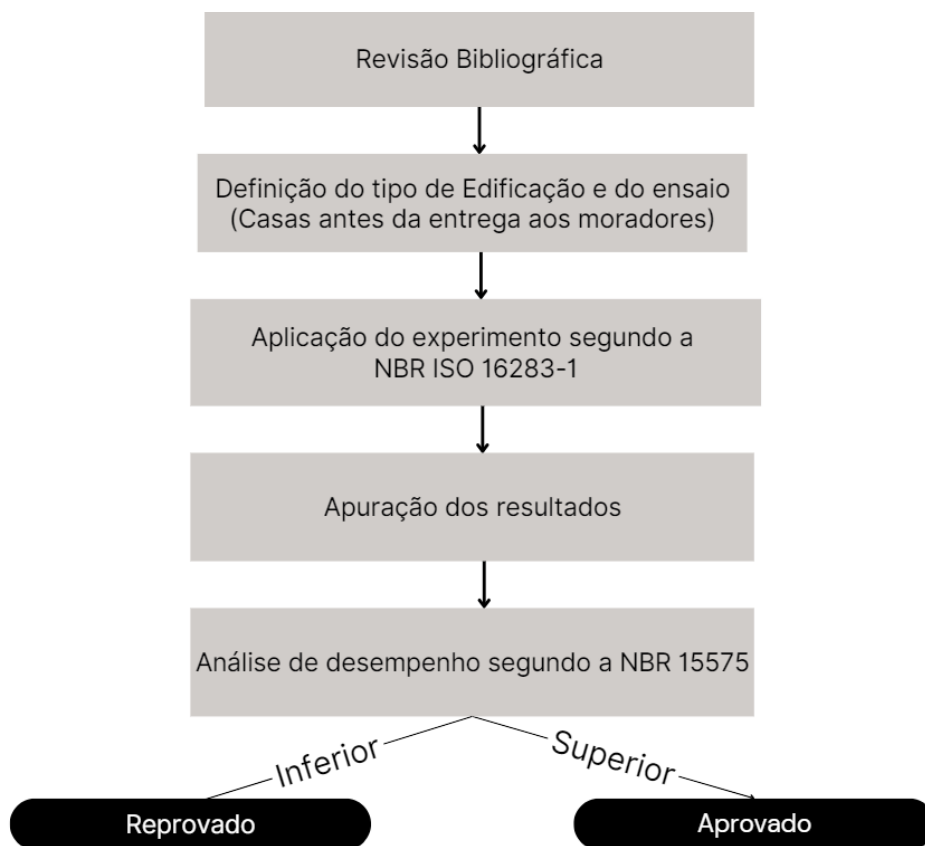
3.1 Desenho da pesquisa

As diretrizes estabelecidas pela norma ABNT NBR ISO 16283-1:2018, serviram de embasamento para a realização de ensaios *in situ*. Esses procedimentos são aplicáveis a salas com volumes entre 10 m³ e 250 m³ e frequências na faixa de 50 Hz a 5.000 Hz, conforme a mesma normativa. Com os resultados obtidos nesses ensaios foi possível quantificar, comparar e avaliar o isolamento acústico aéreo em ambientes não mobiliada, onde o campo sonoro pode ser difuso ou não. As habitações selecionadas enquadram-se na descrição exigida pela norma.

A abordagem presente nesse trabalho se classifica como quantitativa (Creswell, 2007), visto que busca avaliar o desempenho acústico conforme os critérios específicos e mensuráveis, como níveis máximos de ruído para diferentes tipos de ambientes, estabelecidos pela ABNT NBR 15.575-3:2021 e ABNT NBR 15.575-4:2021. A abordagem quantitativa envolve a coleta

e análise de dados numéricos para responder a perguntas de pesquisa e testar hipóteses. A metodologia de estudo é apresentada no fluxograma da Figura 1, com a sequência de atividades realizadas.

Figura 1 - Fluxograma da metodologia de estudo



Fonte: Autor (2024)

3.2 Habitações selecionadas para a realização dos ensaios

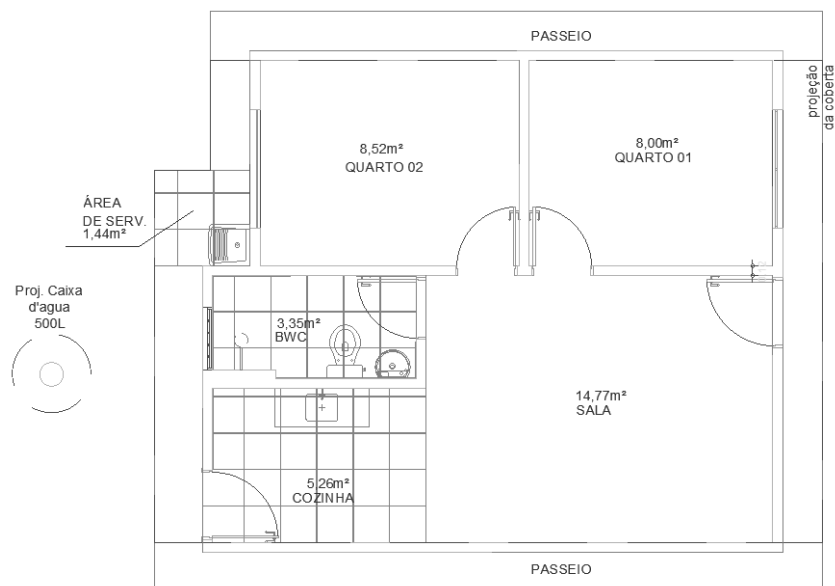
A realização dos ensaios contemplou uma seleção criteriosa de três locais distintos, com metodologias de construção inovadoras, no município de Caruaru-PE. Os Empreendimentos A e B estão sendo construídos pela mesma empresa, possuem mesma arquitetura e metodologia de construção, porém estão localizados em bairros distintos da cidade, com ambientações e vizinhança diferentes. Outra dissimilitude, consiste no tipo de empreendimento, o Empreendimento A é um residencial, com moradias sem vínculos financeiros após a entrega, caracterizando um bairro da cidade. Já o Empreendimento B contempla um condomínio fechado, o qual todos os moradores irão contribuir socialmente e financeiramente na manutenção do local. Em ambos, o método construtivo adotado pela construtora consiste em

paredes de alvenaria estrutural de blocos de concreto, caracterizando-se como uma escolha representativa da realidade habitacional de grande parte da população (ADEMI-AL, 2011).

O Empreendimento A conta com unidades independentes e geminadas, de um pavimento e foram construídas em terrenos individuais. Essas características possibilitam a ampliação de suas casas, mediante aprovação do banco financiador. É importante ressaltar que a legislação impõe restrições a determinados tipos de obras em imóveis financiados, devido ao potencial impacto negativo na segurança e estabilidade da edificação, como informado na Resolução do Conselho Monetário Nacional (CMN) nº 5119. Estabilidade Financeira: Crédito Imobiliário. Portanto, é imperativo obter a devida autorização do banco financiador antes de proceder com qualquer reforma ou alteração na estrutura do imóvel.

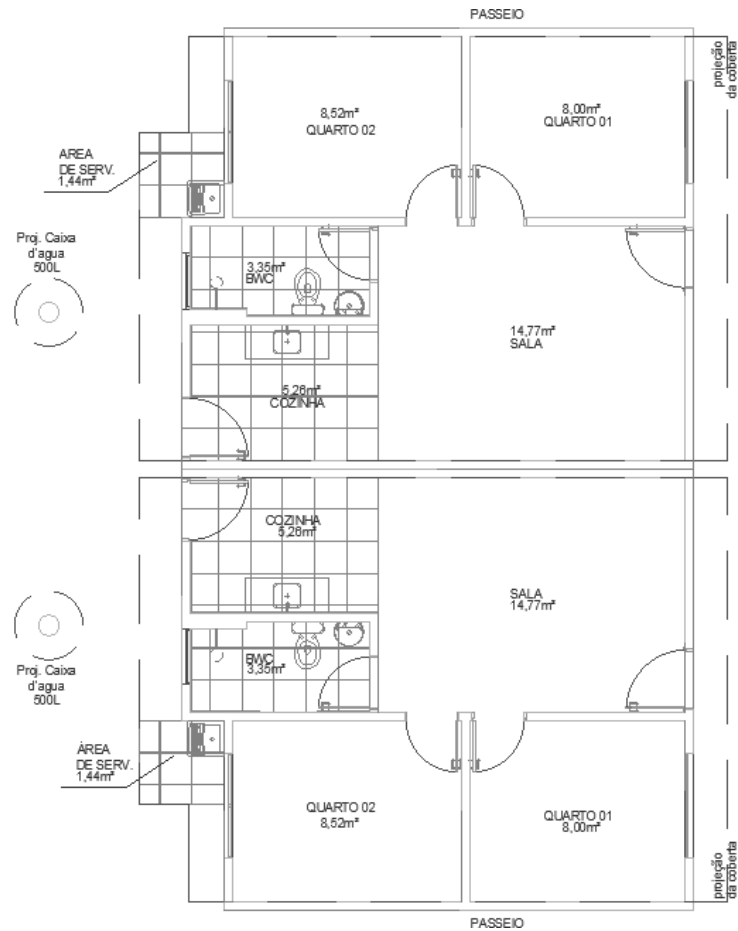
No Empreendimento B todas as unidades são independentes e sem possibilidade de mudanças externas. Por se tratar de um condomínio fechado possui regras para padronização das casas. Em ambos os empreendimentos, as residências possuem área construída de aproximadamente 52m² e contemplam os ambientes de sala, dois quartos, banheiro e cozinha, além de uma área de serviço externa. Essas características foram exibidas nas Figuras 2 e 3.

Figura 2 - Planta baixa de casa independente dos Empreendimentos A e B



Fonte: Autor (2024)

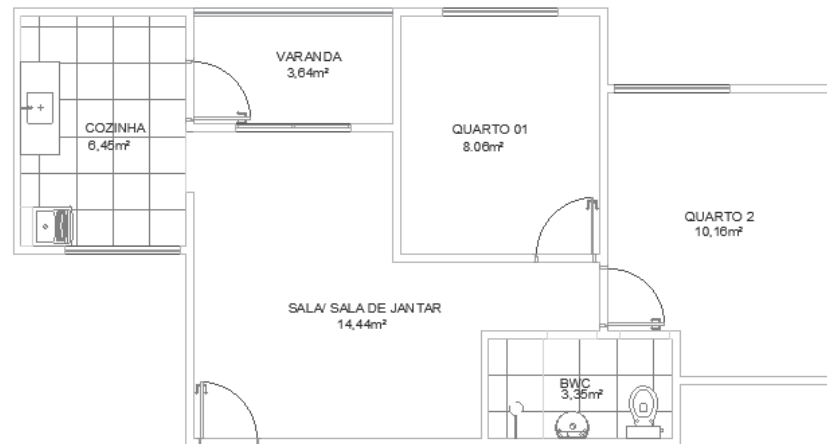
Figura 3 - Planta baixa de casas geminadas do Empreendimento A



Fonte: Autor (2024)

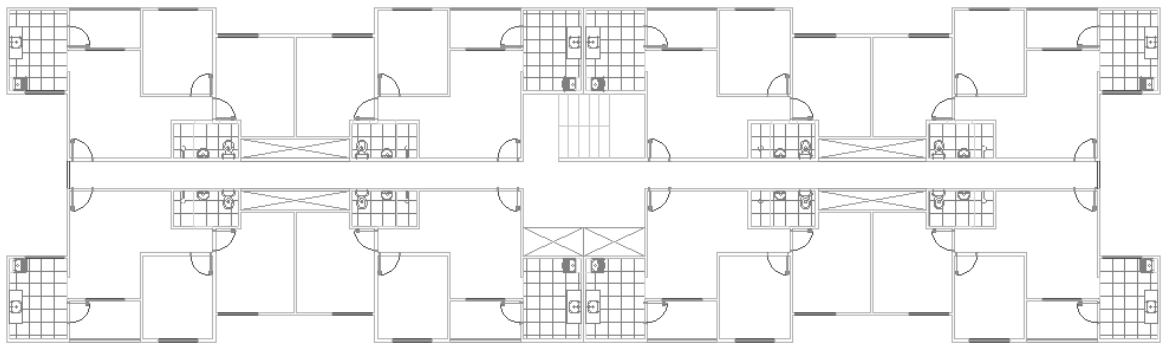
O terceiro local selecionado é conjunto habitacional de apartamentos de médio padrão, o qual foi cognominado de Empreendimento C, e está localizado em uma região de alto crescimento imobiliário na cidade. A empresa construtora dispõe da metodologia construtiva em paredes estruturais em concreto maciço, moldadas em formas metálicas. Esse método é caracterizado por ser uma alternativa rápida, segura e econômica na construção de empreendimentos (Leite, 2018). As unidades são apartamentos, distribuídos em blocos de três andares, com oito apartamentos por andar, que possuem 51m² de área interna cada. Na ambientação contemplam sala, dois quartos, banheiro reversível, e varanda e cozinha integrada com área de serviço. Essas particularidades podem ser observadas nas Figuras 4 e 5.

Figura 4 - Planta baixa de um apartamento do Empreendimento C



Fonte: Autor (2024)

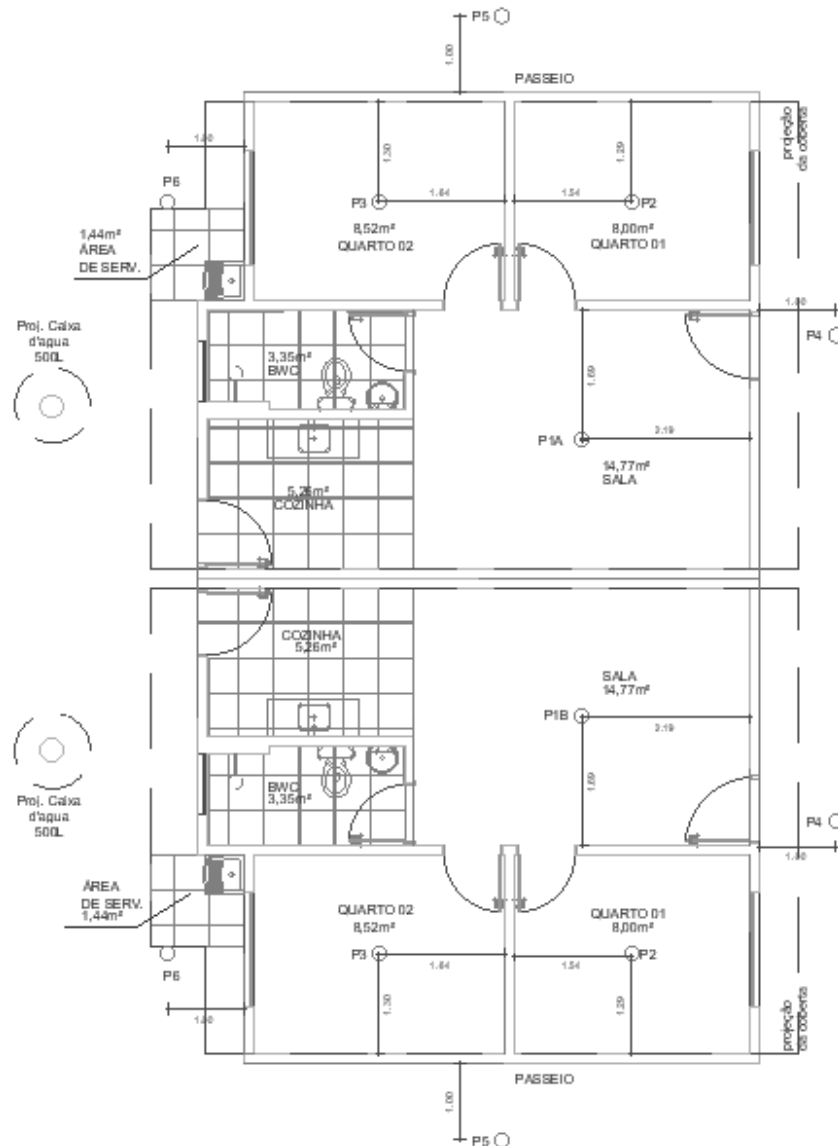
Figura 5 - Planta baixa de um andar do Empreendimento C



Fonte: Autor (2024)

A seleção dos complexos habitacionais incluiu que as unidades não estivessem habitadas, para evitar interferências nas medições. Isso permitiu evitar inconvenientes com os moradores e interferências nos resultados, como móveis muito próximos ao equipamento receptor ou fonte sonora e ruídos de atividade humanas. Houve ainda o critério de fase de evolução desses empreendimentos, sendo eles em fase de acabamento, com revestimentos cerâmicos e esquadrias. Isso é dado pela recomendação da ABNT NBR 15.575-3:2021, que indica a necessidade de ao menos o contrapiso nas unidades, isso garante que a estrutura básica do ambiente esteja consolidada, evitando distorções nos resultados devido à falta de elementos estruturais essenciais.

Figura 7 - Disposição dos pontos de medição das casas geminadas do Empreendimento A



Fonte: Autor (2024)

3.3 Materiais e equipamentos

3.3.1 Equipamento de Medição acústica

Os dispositivos de qualidade atendem aos padrões da Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC) e do Instituto Nacional de Padrões Americano (ANSI). Portanto, para a utilização do equipamento de medição de som, é necessário verificar a conformidade com uma dessas normas: IEC 651 (1979) - Medidores de nível de som ou IEC 804 (1985) - Medidores de nível

de som com integração e média (Fernandes, 2002). As medições foram possibilitadas pelos instrumentos:

- a) Medidor de nível de pressão sonora: Decibelímetro Digital Minipa Msl-1355b. Instrumento de alta performance, conforme com a norma internacional IEC PUB 651 classe 2 para medidores de nível sonoro. Dois tipos de sinais de saída em AC e PWM. Disponíveis duas opções de seleção de tempo de resposta (Rápido e Lento), o que possibilita a avaliação de diferentes tipos de sinais. Além disso, o dispositivo oferece uma faixa de medição que varia de 30 a 130 dB. Conta também com uma interface para conexão com o computador, permitindo o download de dados ou a realização de análises em tempo real.
- b) Fonte Sonora: Buzina a gás com corneta. Esse equipamento é utilizado para gerar um som de intensidade conhecida, que é utilizado como fonte sonora durante os testes de isolamento acústico.
- c) Microfone de Precisão: Microfone Eletreto 1/2 polegada. Incorporado ao Decibelímetro.

3.3.2 Ferramentas de construção e auxiliares

- a) Trena: Instrumento que permite determinar com precisão as distâncias entre os pontos de medição, garantindo que as medições sejam feitas de acordo com os padrões estabelecidos.
- b) Tripé: Tripé com altura mínima de 1 metro. Utilizado para fixar o sonômetro na altura necessária e reduzir as interferências do operador.

3.3.3 Equipamento de proteção Individual (EPI)

- a) Protetor Auricular: Protetor auricular de silicone com cordão Pomp Plus 3M. Fabricado em silicone hipoalergênico, o dispositivo oferece uma atenuação de ruído de 18 dB. Seu design cônico com três flanges concêntricas proporciona maciez e permite uma adaptação eficaz a diferentes formatos de ouvido.

3.3.4 Materiais de registro de dados

As medições devem ser registradas em uma planilha de anotação, incluindo informações sobre os locais de medição, os valores de pressão sonora e quaisquer outras observações relevantes. Esses registros são essenciais para uma avaliação precisa dos resultados e para garantir a conformidade com as normas e regulamentações aplicáveis.

3.4 Procedimento de coleta dos dados

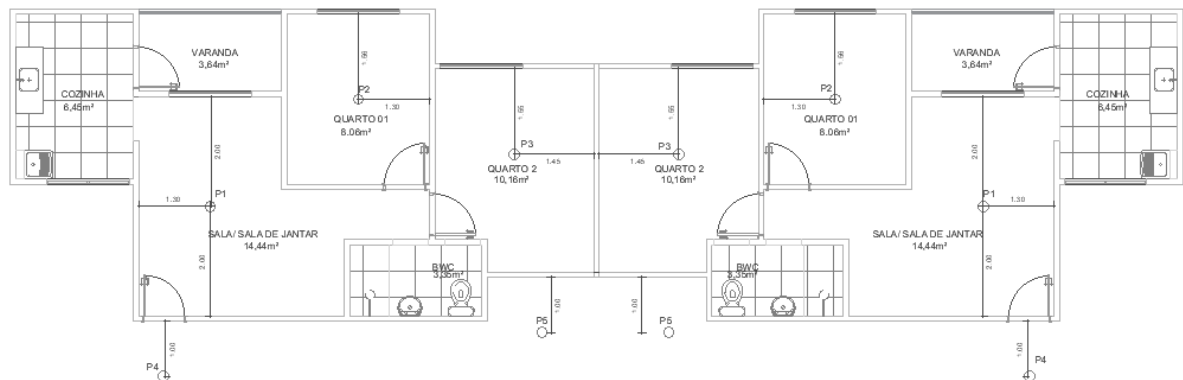
A determinação do isolamento acústico aéreo, conforme especificado pela ABNT NBR ISO 16283-1:2018, envolve a seleção de duas salas: uma como sala de emissão, contendo a fonte sonora, e outra como sala de recepção, contendo o sonômetro. As medições necessárias incluíram os níveis de pressão sonora em ambas as salas com a fonte em funcionamento, o ruído de fundo na sala de recepção com todas as fontes desligadas e os tempos de reverberação nessa sala. Para garantir a qualidade das medições, foi adotada a recomendação do procedimento padrão para a medição do nível de pressão sonora, tempo de reverberação e ruído de fundo.

A fonte sonora da sala de emissão foi posicionada em, ao menos, dois ambientes diferentes, chamados pontos de emissão, que possuem uma área de partição em relação à sala de recepção. Para garantir que a potência sonora da fonte seja significativamente maior que o ruído de fundo, foi utilizada uma buzina a gás com corneta, que emite uma pressão sonora média de 99,5 decibéis, conforme resolução nº 764, de 20 de dezembro de 2018 do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN).

O posicionamento selecionado para o microfone foi o fixo, que permite medições sem a presença de um operador na sala, usando um microfone fixo montado em um tripé. No entanto, um operador esteve presente para verificar os resultados no equipamento. O operador manteve a distância mínima do microfone, que é equivalente ao comprimento de um braço, para garantir medições mais precisas.

Seguindo a recomendação de que a distância mínima entre os limites da sala e a fonte sonora deve ser de 0,5 m e quando o limite for a própria parede divisória essa distância deve ser aumentada para 1,0 m, no experimento os pontos de localização de recepção e emissão ficaram centralizados nos cômodos das residências, foi denominado com pontos P_1 , P_2 , ..., P_n , como apresentado nas Figuras 6, 7, apresentadas anteriormente e na Figura 8. Além disso, foram respeitadas que as diferentes posições de fontes sonoras não estavam localizadas em planos paralelos aos limites da sala com uma distância menor que 0,7 m, seja para a fonte receptora ou emissora.

Figura 8 - Disposição dos pontos de medição de duas unidades do Empreendimento C



Fonte: Autor (2024)

As medições do ruído de fundo foram realizadas para garantir que o nível do sinal na sala de recepção não seja influenciado por ruídos indesejados, como ruídos externos, seja do maquinário das obras em questão, das conversas paralelas e movimentações, ruídos elétricos no sistema de recepção, *cross-talk* elétrico entre os sistemas de emissão e recepção, dispositivos mecânicos em movimento e operadores presentes na sala de ensaio. Esses ruídos intrusivos devem ser minimizados.

3.4.1 Precauções tomadas durante as medições

Para a medição dos níveis de ruído cautelas foram tomadas em relação ao controle de qualidade do ensaio realizado e de sua execução. Nesse, redobrou-se a atenção em relação aos sons externos. Sendo eles emitidos pelo operador, ambiente ou se sonômetro introduz sinais espúrios ao pressionar botões para iniciar, pausar ou parar a medição. O principal causador de erros nas medições de ruído é o Ruído de Fundo. Trata-se do ruído do ambiente, que não faz parte do ruído daquele local.

O posicionamento da fonte sonora foi cuidadosamente considerado, com uma distância mínima de 0,7 m entre as diferentes posições e pelo menos 1,4 m entre duas posições afastadas de recepção e emissão. Quando medido o isolamento acústico de um piso com a fonte sonora em um ambiente superior ou inferior, a base da fonte sonora esteve ao menos 1,0 m acima do piso. Além disso, superfícies refletoras foram evitadas para que não sejam comuns ao ambiente, optando por habitações na fase de acabamento, com ausência de móveis, eletrodoméstico e pessoas habitando o local. Para o procedimento-padrão, as seguintes distâncias de separação são valores mínimos e foram excedidos sempre que possível:

- a) 0,7 m entre as posições de microfone fixo;
- b) 0,5 m entre qualquer posição do microfone e os limites da sala;
- c) 1,0 m entre qualquer posição do microfone e fonte sonora.

Para garantir a segurança auditiva, os operadores utilizaram proteção auricular ao medir o nível de pressão sonora na sala de emissão e, se necessário, na sala de recepção durante a medição do tempo de reverberação. Durante a medição dos níveis de pressão sonora na sala de recepção, que não representam riscos auditivos, é aconselhável remover a proteção auricular para permitir a detecção de eventos acústicos externos curtos que possam interferir na medição.

A fonte sonora permaneceu estática durante a medição e atender aos requisitos de diretividade conforme descrito na norma. A diretividade descreve a medida da concentração de energia irradiada ou recebida em uma determinada direção em relação a outras direções (Goes, 2023). O som emitido na sala de emissão esteve estável e contínuo ao longo da faixa de frequência medida.

3.5 Técnicas de análise de dados

Para os cálculos necessários e para a avaliação do desempenho acústico dos imóveis, foram utilizadas as normas ABNT NBR ISO 16283-1:2018, ABNT NBR 15.575-3:2021, ABNT NBR 15.575-4:2021, respectivamente.

3.5.1 Metodologias de cálculo

Para medir o nível de pressão sonora com uma única fonte sonora, operada em várias posições, a média energética dos níveis de pressão sonora nessas salas é calculada e, posteriormente, corrigida para considerar o ruído de fundo. Para cada posição da fonte sonora, a diferença de nível padronizada deve ser calculada usando as Equações (1) e (2).

$$D = L_1 - L_2 \quad (1)$$

na qual, L_1 é a média energética dos níveis de pressão sonora na sala de emissão, quando seu volume for maior ou igual a 25 m³, ou a média energética do nível de pressão sonora de baixa frequência (apenas bandas 50 Hz, 63 Hz e 80 Hz) na sala de emissão, quando o seu volume for inferior a 25 m³; L_2 é a média energética dos níveis de pressão sonora na sala de recepção, quando seu volume for maior ou igual a 25 m³, ou a média energética dos níveis de pressão

sonora de baixa frequência (apenas bandas 50 Hz, 63 Hz e 80 Hz) na sala de recepção, quando o seu volume for inferior a 25 m³.

$$D_{nT} = D + 10 \cdot \lg \frac{T}{T_0} \quad (2)$$

na qual, T é o tempo de reverberação na sala de recepção; T₀ é o tempo de reverberação de referência; para habitações, T₀ = 0,5 s.

A área de absorção sonora que é calculada usando a Equação de Sabine na Equação (3).

$$A = \frac{0,16V}{T} \quad (3)$$

na qual, V é o volume da sala de recepção, expresso em metros cúbicos (m³); T é o tempo de reverberação na sala de recepção e A é a área de absorção sonora (m²).

Da mesma forma, o índice de redução sonora aparente deve ser calculado conforme as Equações (1) e (4) para esta posição de fonte sonora.

$$R' = D + 10 \cdot \lg \frac{S}{A} \quad (4)$$

na qual, S é a área da partição comum (m²); A é a área de absorção equivalente da sala de recepção (m²). E R', índice de redução sonora aparente é expresso em decibéis.

O cálculo da média energética dos níveis de pressão sonora, para ensaios com o microfone em posição fixa e uma única fonte sonora, operada em uma posição, é determinado utilizando a Equação (5).

$$L = 10 \cdot \lg \left(\frac{p_1^2 + p_2^2 + \dots + p_n^2}{np_0^2} \right) \quad (5)$$

na qual, p₀, p₁, p₂, ..., p_n são as pressões sonoras quadráticas em n diferentes posições de microfone na sala; p₀ é a pressão sonora de referência, igual a 20 µPa.

Como na prática, os níveis de pressão sonora são medidos, a Equação (6) determina a média energética dos níveis de pressão sonora.

$$L = 10 \cdot \lg\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{10^{L_i}}{10}\right) \quad (6)$$

na qual, $L_1, L_2, \dots, L_n$ são os níveis de pressão sonora em n diferentes posições de microfone na sala.

Para o procedimento-padrão, o nível de ruído de fundo deve ser de pelo menos 6 dB (e de preferência mais do que 10 dB) inferior ao nível do sinal e ao ruído de fundo, combinados em cada banda de frequências. Se a diferença entre os níveis for inferior a 10 dB, mas superior a 6 dB, calcular correções para a média energética dos níveis de pressão sonora e níveis de pressão sonora de canto utilizando a Equação (7).

$$L = 10 \cdot \lg(10^{L_{sb} \cdot 10^{-1}} - 10^{L_b \cdot 10^{-1}}) \quad (7)$$

na qual, L é o nível do sinal ajustado, expresso em decibéis (dB); L_{sb} é o nível do sinal e do ruído de fundo combinados, expresso em decibéis (dB); L_b é o nível de ruído de fundo, expresso em decibéis (dB).

A diferença de nível padronizada pode ainda ser obtida pela Equação (8), correlacionando os Índices de Redução Sonora e seus dois fatores de influência, o Índice de Redução Sonora dos elementos do caminho de transmissão em questão, S , a área da partição comum e A , a área de absorção equivalente da sala de recepção (Freitas Nascimento; Curado Coelho, 2018).

$$D_{nT,W} = R'_W + 10 \cdot \log \frac{0,32V}{S_S} \quad (8)$$

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos no experimento de desempenho acústico seguiram rigorosamente as recomendações normativas. Em cada ponto de medição, foram realizadas quatro medições, para garantir maior precisão, e a média dos resultados foi calculada. A partir dessas medições, e utilizando as fórmulas apropriadas descritas nas normas ABNT NBR ISO 16283-1:2018, ABNT NBR 15.575-3:2021, ABNT NBR 15.575-4:2021, para o desenvolvimento do cálculo acústico, obteve-se o Nível de Pressão Sonora, Área de absorção Equivalente, o Índice de Redução Sonora e a Diferença de Nível Padronizada. As medidas dos cômodos avaliados e a área de absorção equivalente são expressadas nas Tabelas 1 a 4 do apêndice A. Os resultados dessas medições, estão detalhadamente apresentados nas Tabelas 5 a 16 do apêndice A.

4.1 Avaliação dos resultados

A avaliação dos resultados deu-se através da norma ABNT NBR 15.575-4:2021, que possui ênfase no sistema de vedações. As paredes foram separadas em externa, com interações entre unidades ou ambientes externos, e internas, com interações nos cômodos da unidade autônoma. Para o primeiro caso, foram avaliados os valores de desempenho mínimo e níveis de desempenho para o ruído aéreo, classificados como (M) mínimo, (I) intermediário, (S) superior, de acordo com o elemento de separação e a diferença de nível padronizada, indicados na Tabela 43 e Tabela 44 do Anexo B, respectivamente.

Segundo a norma citada anteriormente, no caso de habitações como estúdios, *lofts*, quitinetes e similares, isto é, locais com mais de uma função em um mesmo ambiente, deve prevalecer o seu uso de maior sensibilidade, não apresentando condições mínimas de referência. Portanto, para as paredes internas, foram observadas as condições de audibilidade e sua classificação em relação ao amortecimento da superfície avaliada, conforme a Tabela 45 do Anexo B, como proposto por Fernandes (2002). Na qual o “Muito bom” é adequado para paredes de edifícios de apartamento e “Excelente” recomendado para estúdios de rádio, auditório e indústria.

Para o Empreendimento C, em específico, foi utilizada ainda a norma ABNT NBR 15.575-3:2021, que possui ênfase no sistema de pisos, por se tratar de mais de um pavimento. Os valores de desempenho mínimo são classificados de acordo com o elemento de separação e a diferença de nível padronizada, indicados na Tabela 46 do Anexo B. Os níveis de desempenho para o ruído aéreo, são classificados como (M) mínimo, (I) intermediário, (S) superior, indicados na Tabela 47 do Anexo B.

4.2 Análise dos resultados

4.2.1 Análise dos resultados das casas independentes do Empreendimento A

Nas casas independentes dos Empreendimentos A e B as vedações em ambientes externos possuem a mesma classificação quanto a sua localização. Entre os pontos P_1 - P_4 e P_1 - P_7 são classificadas como parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos, nas situações em que não haja ambiente dormitório e possui valor mínimo estabelecido para desempenho de 30 dB.

Entre os pontos P_2 - P_4 , P_2 - P_5 , P_3 - P_5 e P_3 - P_6 são classificadas como parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas

nos pavimentos e possui valor mínimo estabelecido para desempenho de 40 dB.

Nas casas geminadas dos empreendimentos A não há análise dos pontos P₁-P₇, em vez disso, há os pontos P₁-P_{1A}. Essas paredes possuem classificação de paredes entre unidades habitacionais autônomas (paredes de geminação), nas situações em que não haja ambiente dormitório e possui valor mínimo estabelecido para desempenho de 40 dB.

4.2.1.1 Casa 01 Independente - Empreendimento A

Entre os pontos P₁-P₄ e P₁-P₇ possuem mesma e ambas foram aprovadas no desempenho, como (M) e (S), respectivamente. As paredes P₂-P₄ e P₃-P₆ foram reprovadas e P₂-P₅, P₃-P₅ aprovadas, ambas com desempenho (I). Como apresentado na Tabela 17 do Apêndice B.

As vedações verticais entre os pontos P₁-P₂, P₁-P₃, P₂-P₁, P₂-P₃, P₃-P₂ e P₃-P₁ resultaram em condições na qual a voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto, se classificando como “Pobre” em desempenho. Na parede entre os pontos P₂-P₃, o som da voz é percebido fracamente e a conversa pode ser ouvida, mas não nitidamente compreendida, classificando como “Suave” em desempenho. Como apresentado na Tabela 18 do Apêndice B.

4.2.1.2 Casa 02 Independente - Empreendimento A

A parede entre os pontos P₁-P₄ foi aprovada com classificação de desempenho (I), as paredes P₂-P₄ e P₃-P₆ foram reprovadas, enquanto as demais foram aprovadas, ambas com desempenho (S). Como apresentado na Tabela 19 do Apêndice B.

Entre os pontos P₁-P₂, P₁-P₃, P₂-P₁, P₃-P₂ e P₃-P₁ resultaram em condições na qual a voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto, se classificando como “Pobre” em desempenho. Na parede entre os pontos P₂-P₃, o som da voz é percebido fracamente e a conversa pode ser ouvida, mas não nitidamente compreendida, classificando como “Suave” em desempenho. Como apresentado na Tabela 20 do Apêndice B.

4.2.2 Análise dos resultados das casas geminadas do Empreendimento A

4.2.2.1 Casa 03 Geminada - Empreendimento A

Entre os pontos P₁-P₄ foi aprovada no desempenho, como (M), a parede P₁-P_{1B} foi aprovada no desempenho, como (S), superando em 10.25 dB o valor mínimo. As paredes P₂-P₄ e P₃-P₆

foram reprovadas e P_2-P_5 , P_3-P_5 aprovadas, ambas com desempenho (I). Como apresentado na Tabela 21 do Apêndice B.

As vedações entre os pontos P_1-P_2 , P_1-P_3 , P_2-P_1 e P_3-P_1 resultaram em condições na qual a voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto, se classificando como “Pobre” em desempenho. Entre os pontos P_2-P_3 e P_3-P_2 o som da voz é percebido fracamente e a conversa pode ser ouvida, mas não nitidamente compreendida, classificando como “Suave” em desempenho. Como apresentado na Tabela 22 do Apêndice B.

4.2.1.2 Casa 04 Geminada - Empreendimento A

As paredes P_1-P_4 , P_2-P_4 e P_3-P_6 foram reprovadas e as demais paredes foram aprovadas, ambas com desempenho (S). P_1-P_{1B} foi aprovada no desempenho, como (S), superando em 11.53 dB o valor mínimo. Enquanto os pontos P_2-P_5 , P_3-P_5 foram aprovadas, ambas com desempenho (S). Como apresentado na Tabela 23 do Apêndice B.

As paredes entre os pontos P_1-P_2 , P_1-P_3 , P_2-P_1 , P_3-P_2 e P_3-P_1 resultaram em condições na qual a voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto, se classificando como “Pobre” em desempenho. Entre os pontos P_2-P_3 , o som da voz é percebido fracamente e a conversa pode ser ouvida, mas não nitidamente compreendida, classificando como “Suave” em desempenho. Esse comportamento foi semelhante as casas independentes desse empreendimento. Como apresentado na Tabela 24 do Apêndice B.

4.2.3 Análise dos resultados nas casas do Empreendimento B

4.2.3.1 Casa 01 Independente - Empreendimento B

P_1-P_4 foi aprovada com classificação de desempenho (I), as paredes P_2-P_4 foi a única reprovada. A parede entre os pontos P_3-P_6 foi aprovada com classificação de desempenho (M) e as demais paredes foram aprovadas, ambas com desempenho (S). Como apresentado na Tabela 25 do Apêndice C.

As vedações verticais entre os pontos P_1-P_2 , P_1-P_3 , P_2-P_1 e P_3-P_1 resultaram em condições na qual a voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto, se classificando como “Pobre” em desempenho. Na parede entre os pontos P_2-P_3 e P_3-P_2 o som da voz é percebido fracamente e a conversa pode ser ouvida, mas não nitidamente compreendida, classificando como “Suave” em desempenho. Como apresentado na Tabela 26 do Apêndice C.

4.2.3.2 Casa 02 Independente - Empreendimento B

A parede entre os pontos P₁-P₄ foi aprovada com classificação de desempenho (I), as paredes P₂-P₄ foi a única reprovada. A parede entre os pontos P₃-P₆ foi aprovada com classificação de desempenho (M) e as demais paredes foram aprovadas, ambas com desempenho (S). Como apresentado na Tabela 27 do Apêndice C.

As paredes entre os pontos P₁-P₂, P₁-P₃ e P₃-P₁ resultaram em condições na qual a voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto, se classificando como “Pobre” em desempenho. Na parede entre os pontos P₂-P₁, P₂-P₃ e P₃-P₂ o som da voz é percebido fracamente e a conversa pode ser ouvida, mas não nitidamente compreendida, classificando como “Suave” em desempenho. Como apresentado na Tabela 28 do Apêndice C.

4.2.4 Análise dos resultados nos apartamentos do Empreendimento C

No Empreendimento C as vedações externas possuem a mesma classificação quanto a sua localização. A parede entre os pontos P₁-P₄ é classificada como parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos, nas situações em que não haja ambiente dormitório e possui valor mínimo estabelecido para desempenho de 30 dB.

As divisões P₁-P_{1.201}, P₁-P_{1.202}, P₁-P_{1.203}, P₁-P_{1.204}, P₁-P_{1.303} e P₁-P_{1.304} são classificadas como sistema de piso entre as unidades habitacionais autônomas, nas situações em que não haja ambiente dormitório e possui valor mínimo estabelecido para desempenho de 40 dB.

As divisões entre P₂-P_{2.201}, P₂-P_{2.202}, P₂-P_{2.203}, P₂-P_{2.204}, P₂-P_{2.303}, P₂-P_{2.304}, P₃-P_{3.201}, P₃-P_{3.202}, P₃-P_{3.203}, P₃-P_{3.204}, P₃-P_{3.303} e P₃-P_{3.304}, são classificadas como sistema de piso entre as unidades habitacionais autônomas, no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório e possui valor mínimo estabelecido para desempenho de 45 dB.

As paredes entre os pontos P₃-P₅ são classificadas como parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos e possui valor mínimo estabelecido para desempenho de 40 dB.

A parede entre os pontos P₃-P_{3.302}, P₃-P_{3.301}, P₃-P_{3.304}, P₃-P_{3.303}, P₃-P_{3.204}, P₃-P_{3.203}, são classificadas como paredes entre unidades habitacionais autônomas (paredes de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório e possui valor mínimo estabelecido para desempenho de 45 dB.

4.2.4.1 Apartamento 301 - Empreendimento C

Quanto às paredes externas ao apartamento, a parede entre os pontos P_1 - P_4 foi aprovada no desempenho, como (I), a divisão P_1 - $P_{1.201}$ foi aprovada no desempenho, como (S), as divisões entre P_2 - $P_{2.201}$ e P_3 - $P_{3.201}$ possuem mesma classificação e foram, respectivamente, reprovada e aprovada como (I) no desempenho. A parede entre os pontos P_3 - P_5 foi aprovada como (S) no desempenho. A parede entre os pontos P_3 - $P_{3.302}$ aprovada com desempenho (M). Como apresentado na Tabela 29 do Apêndice D.

Quanto às paredes internas do apartamento, a parede entre os pontos P_1 - P_2 , resultou em condições na qual a voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto, se classificando como “Pobre” em desempenho. Nas paredes entre os pontos P_2 - P_1 e P_3 - P_1 o som da voz é percebido fracamente e a conversa pode ser ouvida, mas não nitidamente compreendida, classificando como “Suave” em desempenho. Na parede entre os pontos P_2 - P_3 o som da voz pode ser ouvido, mas não compreendidas palavras com facilidade. A voz normal só será ouvida debilmente e às vezes não, classificando como “Bom”. Na parede entre os pontos P_3 - P_2 o som da voz pode ser ouvido fracamente sem ser compreendido. A conversação não é audível. Classificando como “Muito bom”. Como apresentado na Tabela 30 do Apêndice D.

4.2.4.2 Apartamento 302 - Empreendimento C

Quanto às paredes externas ao apartamento, a parede entre os pontos P_1 - P_4 foi aprovada no desempenho, como (I), a divisão P_1 - $P_{1.202}$ foi aprovada no desempenho, como (M), as divisões entre P_2 - $P_{2.202}$ e P_3 - $P_{3.202}$ possuem mesma classificação e foram reprovadas no desempenho, a parede entre os pontos P_3 - P_5 foi aprovada no desempenho, como (S), e a parede entre os pontos P_3 - $P_{3.301}$ aprovada com desempenho (M). Como apresentado na Tabela 31 do Apêndice D.

Quanto às paredes internas do apartamento, a parede entre os pontos P_1 - P_2 , resultou em condições na qual a voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto, se classificando como “Pobre” em desempenho. Na parede entre os pontos P_2 - P_1 e P_3 - P_1 o som da voz é percebido fracamente e a conversa pode ser ouvida, mas não nitidamente compreendida, classificando como “Suave” em desempenho. Na parede entre os pontos P_2 - P_3 e P_3 - P_2 os sons muito fortes como o canto, instrumentos de sopro, rádio tocando muito alto podem ser ouvidos fracamente e às vezes não, classificando como “Excelente”. Como apresentado na Tabela 32 do Apêndice D.

4.2.4.3 Apartamento 303 - Empreendimento C

Quanto às paredes externas ao apartamento, a parede entre os pontos P_1 - P_4 foi reprovada no desempenho, a divisão P_1 - $P_{1.203}$ foi aprovada no desempenho, como (I), as divisões entre P_2 - $P_{2.203}$ e P_3 - $P_{3.203}$ possuem mesma classificação e foram, respectivamente, reprovada e aprovada como (M) no desempenho, a parede entre os pontos P_3 - P_5 aprovada no desempenho, como (M) e a parede entre os pontos P_3 - $P_{3.304}$ aprovada com desempenho (M). Como apresentado na Tabela 33 do Apêndice D.

Quanto às paredes internas do apartamento, a parede entre os pontos P_1 - P_2 , P_2 - P_1 e P_3 - P_1 resultou em condições na qual a voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto, se classificando como “Pobre” em desempenho. Na parede entre os pontos P_2 - P_3 e P_3 - P_2 o som da voz é percebido fracamente e a conversa pode ser ouvida, mas não nitidamente compreendida, classificando como “Suave” em desempenho. Como apresentado na Tabela 34 do Apêndice D.

4.2.4.4 Apartamento 304 - Empreendimento C

Quanto às paredes externas ao apartamento, a parede entre os pontos P_1 - P_4 foi reprovada no desempenho, a divisão P_1 - $P_{1.204}$ foi aprovada no desempenho, como (I), as divisões entre P_2 - $P_{2.204}$ e P_3 - $P_{3.204}$ possuem mesma classificação e foram, respectivamente, aprovada como (M) no desempenho e reprovada no desempenho, a parede entre os pontos P_3 - P_5 foi aprovada no desempenho, como (I) e a parede entre os pontos P_3 - $P_{3.303}$ foi reprovada. Como apresentado na Tabela 35 do Apêndice D.

Quanto às paredes internas do apartamento, nas paredes entre os pontos P_1 - P_2 , P_2 - P_1 e P_3 - P_1 resultaram em condições na qual a voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto, se classificando como “Pobre” em desempenho. Na parede entre os pontos P_2 - P_3 e P_3 - P_2 o som da voz pode ser ouvido, mas não compreendidas palavras com facilidade. A voz normal só será ouvida debilmente e às vezes não, classificando como “Bom”. Como apresentado na Tabela 36 do Apêndice D.

4.2.4.5 Pontos externos - Apartamento 203 - Empreendimento C

Quanto às paredes externas ao apartamento, a parede entre os pontos P_1 - P_4 foi reprovada no desempenho, a divisão P_1 - $P_{1.303}$ foi aprovada no desempenho, como (I), as divisões entre P_2 -

P_{2,303} e P_{3-P_{3,303}} possuem mesma classificação e foram, respectivamente, reprovada, e aprovada como (M) no desempenho, a parede entre os pontos P_{3-P₅} foi aprovada no desempenho, como (I) e a parede entre os pontos P_{3-P_{3,204}} aprovada com desempenho (M). Como apresentado na Tabela 37 do Apêndice D.

Quanto às paredes internas do apartamento, nas paredes entre os pontos P_{1-P₂}, P_{2-P₁} e P_{3-P₁} resultaram em condições na qual a voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto, se classificando como “Pobre” em desempenho. Na parede entre os pontos P_{2-P₃} e P_{3-P₂} o som da voz pode ser ouvido, mas não compreendidas palavras com facilidade. A voz normal só será ouvida debilmente e às vezes não, classificando como “Bom”. Como apresentado na Tabela 38 do Apêndice D.

4.2.4.6 Pontos externos - Apartamento 204 - Empreendimento C

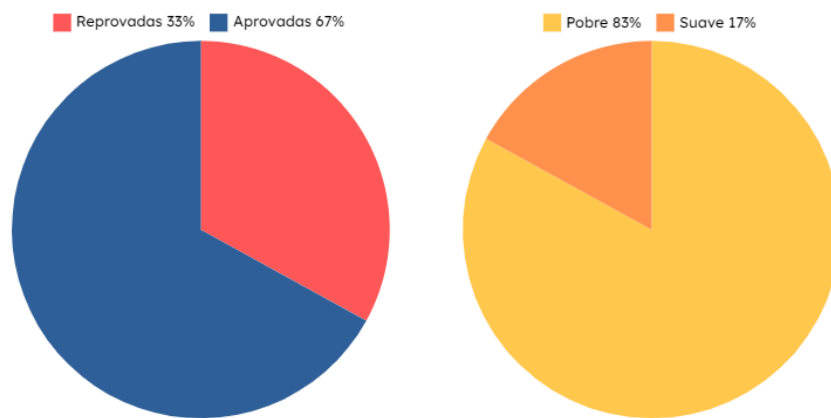
Quanto às paredes externas ao apartamento, a parede entre os pontos P_{1-P₄} foi reprovada no desempenho, a divisão P_{1-P_{1,304}} foi aprovada no desempenho, como (I), as divisões entre P_{2-P_{2,304}} e P_{3-P_{3,304}} possuem mesma classificação e foram, respectivamente, aprovada no desempenho, como (M), e reprovada, a parede entre os pontos P_{3-P₅} foi aprovada no desempenho, como (I), e a parede entre os pontos P_{3-P_{3,203}} aprovada com desempenho (M). Como apresentado na Tabela 39 do Apêndice D.

Quanto às paredes internas do apartamento, as que estão entre os pontos P_{1-P₂}, P_{2-P₁} e P_{3-P₁} resultaram em condições na qual a voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto, se classificando como “Pobre” em desempenho. Entre os pontos P_{2-P₃} e P_{3-P₂} o som da voz é percebido fracamente e a conversa pode ser ouvida, mas não nitidamente compreendida, classificando como “Suave” em desempenho”. Como apresentado na Tabela 40 do Apêndice D.

4.3 Discussão dos resultados

Mediante os resultados obtidos, as residências do Empreendimento A apresentaram resultados muito similares, na qual as paredes externas apresentaram uma reprovação de 33%, mas mesmas vedações. Quantos os testes entre cômodos da própria casa, 83% das vedações foram classificadas como “Pobre” em desempenho acústico. Como apresentado nos Gráficos 1 e 2.

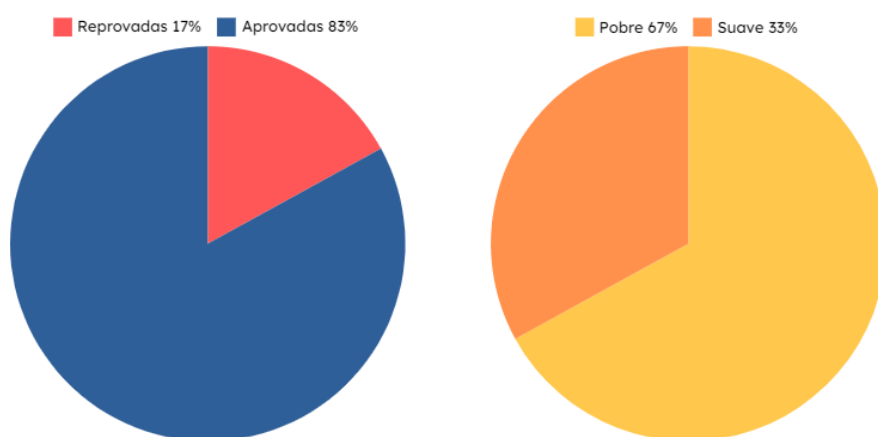
Gráficos 1 e 2 – Média de aprovações nas vedações externas e média de desempenho nas vedações internas das casas do Empreendimento A



Fonte: Autor (2024)

As residências do Empreendimento B apresentaram resultados também muito similares, na qual as paredes externas apresentaram uma reprovação de apenas 17%, mas mesmas vedações. Quanto os testes entre cômodos da própria casa, 67% das vedações foram classificadas como “Pobre” em desempenho acústico. Considerando que possuem a mesma arquitetura e método construtivo que o Empreendimento A, houve melhores resultados. Como apresentado nos Gráficos 3 e 4.

Gráfico 3 e 4 – Média de aprovações nas vedações externas e média de desempenho nas vedações internas das casas do Empreendimento B

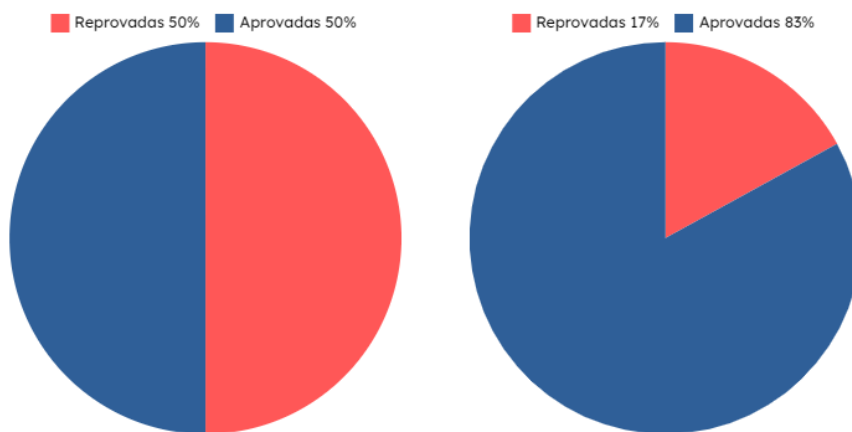


Fonte: Autor (2024)

Os apartamentos do Empreendimento C apresentaram resultados muito diversos, nas mesmas vedações das 6 residências analisadas, possuindo reprovações que variam entre 50% e

17%. Como apresentado nos Gráficos 5. O isolamento acústico interno teve resultados melhores entre quartos, com desempenho "Bom" ou "Excelente".

Gráfico 5 – Média de aprovações nas vedações externas das casas do Empreendimento C



Fonte: Autor (2024)

5 CONCLUSÃO

O isolamento acústico é um componente essencial para garantir o conforto e a qualidade de vida dos moradores em habitações unifamiliares. As normas ABNT NBR 15.575-1:2024 e ABNT NBR ISO 16.283:2018 desempenham um papel importante ao estabelecer parâmetros claros para o desempenho acústico, promovendo edificações que atendem aos padrões de segurança e proporcionam um ambiente habitacional mais agradável. Este trabalho se propôs a identificar as condições acústicas das moradias inspecionadas, avaliando o desempenho acústico de ruído aéreo em unidades selecionadas em cada lote. Para isso, foi considerada a propagação do som nas superfícies de vedação, levando em conta a absorção, reflexão e transmissão das ondas sonoras nesses materiais.

O Empreendimento A apresentou resultados similares em todas as casas analisadas. As paredes externas apresentaram 67% de aprovação. As casas geminadas possuíam aprovação entre 67% e 50%. As paredes reprovadas possuíam janelas bem próximo à fonte, sendo uma das opções de melhoria. As paredes internas das casas independentes foram classificadas com uma condição de audibilidade “Pobre” em 83% das paredes, e suave em 17%. Nas casas geminadas o isolamento apresentou uma condição de audibilidade “Pobre” em 67% das paredes, e Suave” em 33%.

No Empreendimento B, as paredes externas apresentaram 83% de aprovação. A parede reprovada está localizada na fachada e possui janela, sendo uma das opções de melhoria. As

paredes internas das casas independentes foram classificadas com uma condição de audibilidade “Pobre” em 67% das paredes, e “Suave” em 33%.

O Empreendimento C apresentou uma variação nos resultados, com aprovação de paredes externas de 50% e 83%, não necessariamente nas mesmas paredes. Quanto às paredes internas houve variações entre pobre para ambientes de sala e quarto, mas “Bom” ou “Excelente” entre quartos.

Com esses resultados é possível constatar que o método construtivo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto se mostrou inferior ao de parede estrutural de concreto em isolamento acústico. No entanto, em geral, não se apresentou grande necessidade de isolamentos adicionais mediante as normas. Contudo, para maior conforto acústico dos moradores, o tratamento acústico é uma opção a se considerar para os ambientes internos das residências.

A adoção de materiais e técnicas adequadas de isolamento acústico pode, de fato, aumentar os custos iniciais de construção, mas os benefícios a longo prazo, em termos de conforto dos moradores e valorização do imóvel, são significativos.

Em um cenário ideal, a implementação rigorosa das normas de desempenho acústico e o investimento em boas práticas de construção certamente contribuirão para a melhoria das condições habitacionais e o avanço do setor da construção civil. Isso não apenas eleva o padrão de conforto dos moradores, mas também fortalece a confiança no mercado imobiliário, resultando em edificações mais seguras, eficientes e valorizadas.

Sugestões para trabalhos futuros:

- a) Avaliação de desempenho acústico de ruído de impacto: um estudo de caso em complexos habitacionais na cidade de Caruaru – PE;
- b) Avaliação do conforto térmico: um estudo de caso em complexos habitacionais na cidade de Caruaru – PE.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15575-1: Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro. 2024.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15575-3: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos**. Rio de Janeiro. 2021.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15575-4: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas — SVVIE**. Rio de Janeiro. 2021.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 16283-1: Acústica — Medição de campo do isolamento acústico nas edificações e nos elementos de edificações Parte 1: Isolamento a ruído aéreo**. Rio de Janeiro. 2018.

ADEMI-AL, Associação das Empresas do Mercado Imobiliário de Alagoas. **Cresce a construção de edifícios de alvenaria com blocos de concreto**. ademi-al.com.br, 2011. Disponível em: <https://www.ademi-al.com.br/2011/09/cresce-a-construcao-de-edificios-de-alvenaria-com-blocos-de-concreto/>. Acessado em: 12 mar. 2024.

BALTOKOSKI, P. L. C. **Comparativo térmico e acústico entre os métodos construtivos, alvenaria convencional e parede de concreto moldada no local**. Pato Branco, Paraná, 2015, 64 p. Trabalho de conclusão de curso - Graduação em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Pato Branco. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/14459>. Acessado em: 12 mar. 2024.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Resolução CMN nº 5119**. Estabilidade Financeira: Crédito Imobiliário. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/exibenormativo?tipo=Resolu%C3%A7%C3%A3o%20CMN&numero=5119>. Acesso em: 24 jun. 2024.

BRASIL. Conselho Nacional de Trânsito. **Resolução nº 764, de 20 de dezembro de 2018**. Estabelece método de ensaio para medição de pressão sonora por buzina ou equipamento similar de veículos. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/resolucao7642018.pdf>. Acessado em: 12 mar. 2024.

CAMPOS, G. S.; COSTA, J. V. **Método construtivo de parede de concreto moldada in loco: um estudo de caso**. Revista de Engenharia e Tecnologia V.15, 12 p, Nº1, 2023. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/21322>. Acessado em: 23 mar. 2024.

CEF. Caixa Econômica Federal. **Demanda Habitacional no Brasil**. www.caixa.gov.br. 2012. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/Downloads/habitacao-documentos-gerais/demanda_habitacional.pdf. Acessado em: 24 nov. 2023.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa – Métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2. ed. Porto alegre: Artmed, 2007.

DANTAS, Silvio A. **Projeto de um Edifício Residencial em Alvenaria Estrutural de Blocos de Concreto**. Recife, Pernambuco, 2011, 78 p. Trabalho de conclusão de curso - Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE, PE). Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/45651/1/SILVIO%20AZEVEDO%20DANTAS%20%20PROJETO%20DE%20UM%20EDIFÍCIO%20RESIDENCIAL%20EM%20ALVENARIA.pdf>. Acessado em: 28 nov. 2023.

FERNANDES, João C. **Acústica e Ruídos**. Bauru, São Paulo, 2002, 51 p. Apostila para o desenvolvimento de disciplinas, Faculdade de Engenharia – Unesp – Bauru, Departamento de Engenharia Mecânica. Disponível em: <https://temseguranca.com/wp-content/uploads/2015/06/AC%DASTICA-E-RU%CDDOS-APOSTILA-1%BA-PARTE-Jo%E3o-Candido-Fernandes.pdf>. Acessado em: 24 nov. 2023.

FREITAS NASCIMENTO, N. L.; CURADO COELHO, F. **Estudo comparativo entre os valores de DnT,w ensaiadas em campo e simulados no sistema de cálculo simplificado da ISO 12354-1**. XXVIII Encontro da SOBRAC, 2018. Disponível em: <https://sinteseacustica.com.br/wp-content/uploads/2020/10/COMPARATIVO-ENTRE-OS-VALORES-DE-DNTW-ENSAIADAS-EM-CAMPO-E-SIMULADOS-2.pdf>. Acessado em: 11 set. 2024.

LEITE, Anna Luiza Queiroz. **Projetos e sistema construtivo de paredes de concreto moldados in loco em um empreendimento na cidade de Caruaru: um estudo de caso**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Engenharia Civil, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/43398>. Acessado em: 05 out. 2024.

OLIVEIRA, Danielle. **Norma prevê isolamento acústico como item obrigatório para apartamentos**. g1.globo.com, 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/goias/mercado-imobiliario/noticia/norma-preve-isolamento-acustico-como-item-obrigatorio-para-apartamentos.ghtml>. Acessado em: 02 dez. 2023.

OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. **OMS estima que 1 em cada 4 pessoas terão problemas auditivos até 2050**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 1994. Disponível em: [https://www.paho.org/pt/noticias/2-3-2021-oms-estima-que-1-em-cada-4-pessoas-terao-problemas-auditivos-ate-2050#:~:text=Genebra%2C%202%20de%20março%20de,terça-feira%20\(2\)](https://www.paho.org/pt/noticias/2-3-2021-oms-estima-que-1-em-cada-4-pessoas-terao-problemas-auditivos-ate-2050#:~:text=Genebra%2C%202%20de%20março%20de,terça-feira%20(2).). Acesso em: 27 fev. 2024.

PILLING, S. **Biofísica – ondas, som e introdução a bioacústica**. Disponível em: http://www1.univap.br/spilling/BIOF/BIOF_04_Ondas,%20som%20e%20bioacustica.pdf/. Acesso em: 12 mar. 2024.

SILVA, Kleyton S. **Conforto Acústico na Concepção do Projeto de Arquitetura. Estudo de Caso: Igrejas Evangélicas A Pioneira no Município de Macapá**. Santana, Amapá, 2011, 119 p. Trabalho de conclusão de curso - Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Amapá. Disponível em: <https://www2.unifap.br/arquitetura/files/2020/07/Silva-2011-Conforto-acustico-na-concepcao-do-projeto-de-arqui.pdf>. Acessado em: 28 nov. 2023.

VILLAR, Jorge Daniel. **O conforto pleno como referencial no processo de projeto arquitetônico**. Campinas, São Paulo, 2009, 415 p. Tese de Doutorado – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/471224>. Acessado em: 28 nov. 2023.

APÊNDICE A
(resultados)

TABELAS DE DADOS E RESULTADOS GERAIS

Tabela 1 - Medidas dos cômodos avaliados nos Empreendimentos A e B

Cômodo	Largura (m)	Área da parede	Comprimento (m)	Área da parede	Altura (m)	Área do cômodo (m²)	Volume (m³)
Sala	3.4	8.4	4.4	11.0	2.5	14.8	37.0
Quarto 1	2.6	6.5	3.1	7.7	2.5	8.0	20.0
Quarto 2	2.6	6.5	3.3	8.2	2.5	8.5	21.3

Fonte: Autor (2024)

Tabela 2 - Área de absorção Equivalente nos Empreendimentos A e B

Cômodo	Área (m²)
Sala	11.8
Quarto 1	6.4
Quarto 2	6.8

Fonte: Autor (2024)

Tabela 3 - Medidas dos cômodos avaliados nos Empreendimentos A e B

Cômodo	Largura (m)	Área da parede	Comprimento (m)	Área da parede	Altura (m)	Área do cômodo (m²)	Volume (m³)
Sala					2.6	14.5	37.8
Quarto 1	2.6	6.8	3.1	8.1	2.6	8.1	21.0
Quarto 2	2.9	7.5	3.7	9.6	2.6	10.7	27.9

Fonte: Autor (2024)

Tabela 4 - Área de absorção Equivalente no Empreendimento C

Cômodo	Área (m²)
Sala	12.1
Quarto 1	6.7
Quarto 2	8.9

Fonte: Autor (2024)

Tabela 5 - Dados e Resultados – Casa independente 01 - Empreendimentos A

	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA (L1)					
	Buzina	126.4	125.8	125.5	125.6	125.825					
AMBIENTE DE RECEPÇÃO - SALA - P1							Resultados				
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA (L2)	D	Dnt	S	R'	Dntw
P1	Ambiente	35.5	36.0			35.8					
P1	P2	102.6	102.4	102.1	102.1	102.3	23.5	23.5	7.7	23.3	23.5
P1	P3	100.5	98.4	96.9	96.5	98.1	27.8	27.8	2.8	27.1	27.8
P1	P4	94.3	91.4	92.8	92.9	92.9	33.0	33.0	8.4	32.8	33.0
P1	P7	78.1	74.7	77.4	77.9	77.0	48.8	48.8	11.0	48.8	48.8
AMBIENTE DE RECEPÇÃO - QUARTO 1 - P2							Resultados				
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA (L2)	D	Dnt	S	R'	Dntw
P2	Ambiente	34.5	36.5			35.5					
P2	P1	106.3	105.2	104.0	102.7	104.6	21.3	21.3	7.7	21.4	20.9
P2	P3	92.2	95.4	95.4	93.4	94.1	31.7	31.7	6.5	31.7	31.3
P2	P4	89.9	93.2	92.6	93.2	92.2	33.6	33.6	6.5	33.6	33.2
P2	P5	78.5	78.3	78.0	78.1	78.2	47.6	47.6	7.7	47.7	47.2
AMBIENTE DE RECEPÇÃO - QUARTO 2 - P3							Resultados				
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA (L2)	D	Dnt	S	R'	Dntw
P3	Ambiente	34.3	36.0			35.2					
P3	P5	76.8	78.1	76.4	76.1	76.9	49.0	49.0	8.2	49.1	48.6
P3	P6	92.2	93.4	92.4	92.4	92.6	33.2	33.2	6.5	33.2	32.8
P3	P2	92.0	92.4	94.1	92.0	92.6	33.2	33.2	6.5	33.2	32.8
P3	P1	100.7	98.3	98.1	98.1	98.8	27.0	27.0	2.8	26.6	26.6

Fonte: Autor (2024)

Tabela 6 - Dados e Resultados – Casa independente 02 - Empreendimentos A

	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA (L1)					
	Buzina	125.1	125.2	126.7	125.9	125.725					
AMBIENTE DE RECEPÇÃO - SALA - P1							Resultados				
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA (L2)	D	Dnt	S	R'	Dntw
P1	Ambiente	35.0	37.0			36.0					
P1	P2	99.7	100.3	101.4	101.0	100.6	25.2	25.2	7.7	25.0	25.2
P1	P3	98.7	98.9	99.1	102.0	99.7	26.2	26.2	2.8	25.5	26.2
P1	P4	93.3	95.0	92.5	93.7	93.6	32.2	32.2	8.4	32.1	32.2
P1	P7	77.2	75.8	78.6	74.5	76.5	49.3	49.3	11.0	49.3	49.3
AMBIENTE DE RECEPÇÃO - QUARTO 1 - P2							Resultados				
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA (L2)	D	Dnt	S	R'	Dntw
P2	Ambiente	34.7	36.0			35.4					
P2	P1	101.0	99.8	99.7	106	101.6	24.2	24.2	7.7	24.3	23.8
P2	P3	94.3	98.8	98.6	99.4	97.8	28.1	28.1	6.5	28.1	27.7
P2	P4	92.3	90.0	91.9	92.0	91.6	34.3	34.3	6.5	34.3	33.9
P2	P5	73.9	74.2	74.7	76.3	74.8	51.1	51.1	7.7	51.1	50.7
AMBIENTE DE RECEPÇÃO - QUARTO 2 - P3							Resultados				
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA (L2)	D	Dnt	S	R'	Dntw
P3	Ambiente	35.0	37.0			36.0					
P3	P5	75.5	75.1	74.8	74.6	75.0	50.8	50.8	8.2	50.9	50.4
P3	P6	91.7	92.1	92.7	92.8	92.3	33.5	33.5	6.5	33.5	33.1
P3	P2	91.5	92.8	91.5	91.5	91.8	34.0	34.0	6.5	34.0	33.6
P3	P1	98.8	97.0	99.2	99.5	98.6	27.2	27.2	2.8	26.8	26.8

Fonte: Autor (2024)

Tabela 7 - Dados e Resultados – Casa geminada 03 - Empreendimentos A

		Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA (L1)					
		Buzina	125.8	125.7	126.4	127.1	126.3					
AMBIENTE DE RECEPÇÃO - SALA - P1								Resultados				
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA (L2)	D	Dnt	S	R'	Dntw	
P1	Ambiente	36.0				36.0						
P1	P2	98.2	98.5	99.0	98.3	98.5	27.3	27.3	7.7	27.1	27.3	
P1	P3	100.0	100.9	99.8	99.5	100.1	25.8	25.8	2.8	25.2	25.8	
P1	P4	93.4	94.2	94.9	96.9	94.9	31.0	31.0	8.4	30.8	31.0	
P1	P1B	76.2	76.1	76.1	73.9	75.6	50.3	50.3	11.0	50.2	50.3	
AMBIENTE DE RECEPÇÃO - QUARTO 1 - P2								Resultados				
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA (L2)	D	Dnt	S	R'	Dntw	
P2	Ambiente	36.0				36.0						
P2	P1	97.4	99.0	100.8	99.7	99.2	26.6	26.6	7.7	26.7	26.2	
P2	P3	92.5	92.9	92.3	93.7	92.9	33.0	33.0	6.5	33.0	32.6	
P2	P4	90.9	94.1	92.0	91.3	92.1	33.8	33.8	6.5	33.8	33.4	
P2	P5	76.6	77.8	76.7	76.3	76.9	49.0	49.0	7.7	49.1	48.6	
AMBIENTE DE RECEPÇÃO - QUARTO 2 - P3								Resultados				
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA (L2)	D	Dnt	S	R'	Dntw	
P3	Ambiente	34.0	37.0			35.5						
P3	P5	79.3	77.1	78.1	78.7	78.3	47.5	47.5	8.2	47.6	47.1	
P3	P6	92.5	94.6	92.0	94.5	93.4	32.4	32.4	6.5	32.4	32.0	
P3	P2	92.3	91.4	91.7	92.1	91.9	34.0	34.0	6.5	33.9	33.6	
P3	P1	97.7	100.6	99.1	100.1	99.4	26.5	26.5	2.8	26.1	26.1	

Fonte: Autor (2024)

Tabela 8 - Dados e Resultados – Casa geminada 04 - Empreendimentos A

		Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA (L1)					
		Buzina	127.2	124.3	123.6	126.7	125.5					
AMBIENTE DE RECEPÇÃO - SALA - P1								Resultados				
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA (L2)	D	Dnt	S	R'	Dntw	
P1	Ambiente	34.5	38.0			36.3						
P1	P2	101.7	101.9	99.5	101.4	101.1	24.7	24.7	7.7	24.5	24.7	
P1	P3	100.4	100.1	100	99.7	100.1	25.8	25.8	2.8	25.2	25.8	
P1	P4	98.3	96.4	95.5	94.9	96.3	29.6	29.6	8.4	29.4	29.6	
P1	P1A	74.4	74.4	76.0	72.4	74.3	51.5	51.5	11.0	51.5	51.5	
AMBIENTE DE RECEPÇÃO - QUARTO 1 - P2								Resultados				
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA (L2)	D	Dnt	S	R'	Dntw	
P2	Ambiente	34.1	37.0			35.6						
P2	P1	97.3	101.2	100.3	99.3	99.5	26.3	26.3	7.7	26.4	25.9	
P2	P3	94.9	91.7	97.0	96.2	95.0	30.9	30.9	6.5	30.9	30.5	
P2	P4	91.4	90.0	94.1	94.1	92.4	33.4	33.4	6.5	33.4	33.0	
P2	P5	69.4	68.6	69.2	70.0	69.3	56.5	56.5	7.7	56.6	56.1	
AMBIENTE DE RECEPÇÃO - QUARTO 2 - P3								Resultados				
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA (L2)	D	Dnt	S	R'	Dntw	
P3	Ambiente	34.4	35.7			35.1						
P3	P5	71.2	70.7	70.4	71.7	71.0	54.8	54.8	8.2	54.9	54.4	
P3	P6	94.2	93.8	93.8	94.3	94.0	31.8	31.8	6.5	31.8	31.4	
P3	P2	99.7	99.2	97.5	97.9	98.6	27.3	27.3	6.5	27.2	26.9	
P3	P1	96.3	97.9	98.2	98.3	97.7	28.2	28.2	2.8	27.8	27.8	

Fonte: Autor (2024)

Tabela 9 - Dados e Resultados – Casa independente 01 - Empreendimentos B

	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA					
	Buzina	128.6	128.7	130.4	128.7	129.1					
AMBIENTE DE RECEPÇÃO - SALA - P1							Resultados				
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA	D	Dnt	S	R'	Dntw
P1	Ambiente	43	50.0			46.5					
P1	P2	106.2	108	104.2	106.3	106.175	22.9	22.9	7.7	22.7	22.9
P1	P3	106.5	103.9	105.3	106.4	105.5	23.6	23.6	2.8	23.0	23.6
P1	P4	94.4	94.3	92	95.4	94.0	35.1	35.1	8.4	34.9	35.1
P1	P7	78.3	80.3	76.2	76.3	77.8	51.3	51.3	11.0	51.3	51.3
AMBIENTE DE RECEPÇÃO - QUARTO 1 - P2							Resultados				
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA	D	Dnt	S	R'	Dntw
P2	Ambiente	45	50.0			47.5					
P2	P1	101.9	102.8	102	102.9	102.4	26.7	26.7	7.7	26.8	26.7
P2	P3	100.6	96	99.2	100.5	99.1	30.0	30.0	6.5	30.0	30.0
P2	P4	92.9	90.8	93	92.5	92.3	36.8	36.8	6.5	36.8	36.8
P2	P5	72.6	73.7	74.2	74.2	73.7	55.4	55.4	7.7	55.5	55.4
AMBIENTE DE RECEPÇÃO - QUARTO 2 - P3							Resultados				
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA	D	Dnt	S	R'	Dntw
P3	Ambiente	42	50.0			46.0					
P3	P5	71.1	65.3	65.3	65.5	66.8	62.3	62.3	8.2	62.4	62.3
P3	P6	90.1	85	85.4	87.3	87.0	42.2	42.2	6.5	42.1	42.2
P3	P2	89	93.7	92.8	93.1	92.2	37.0	37.0	6.5	36.9	37.0
P3	P1	101.7	101.4	100.5	101.6	101.3	27.8	27.8	2.8	27.4	27.8

Fonte: Autor (2024)

Tabela 10 - Dados e Resultados – Casa independente 02 - Empreendimentos B

	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA					
	Buzina	128.8	129.4	127.9	128.3	128.6					
AMBIENTE DE RECEPÇÃO - SALA - P1							Resultados				
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA	D	Dnt	S	R'	Dntw
P1	Ambiente	42	50.0			46.0					
P1	P2	99.8	99.1	102.7	101.2	100.7	28.4	28.4	7.7	28.2	28.4
P1	P3	106.2	99.7	102.3	101.5	102.4	26.7	26.7	2.8	26.1	26.7
P1	P4	92.5	87	90.5	87.5	89.4	39.7	39.7	8.4	39.6	39.7
P1	P7	74.4	74.3	75.3	74.2	74.6	54.6	54.6	11.0	54.5	54.6
AMBIENTE DE RECEPÇÃO - QUARTO 1 - P2							Resultados				
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA	D	Dnt	S	R'	Dntw
P2	Ambiente	45	49.0			47.0					
P2	P1	101.3	93.3	99.5	101.3	98.85	30.3	30.3	7.7	30.3	30.3
P2	P3	93.2	95.5	96.8	95.8	95.3	33.8	33.8	6.5	33.8	33.8
P2	P4	96.8	94.5	92.6	92.1	94.0	35.1	35.1	6.5	35.1	35.1
P2	P5	81.3	72.2	71.4	72	74.2	54.9	54.9	7.7	55.0	54.9
AMBIENTE DE RECEPÇÃO - QUARTO 2 - P3							Resultados				
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA	D	Dnt	S	R'	Dntw
P3	Ambiente	46.5				46.5					
P3	P5	74.8	72.8	72.8	72.7	73.275	55.8	55.8	8.2	55.9	55.8
P3	P6	90.5	85.8	85.8	85.6	86.9	42.2	42.2	6.5	42.2	42.2
P3	P2	92.2	91.7	91.6	91.4	91.7	37.4	37.4	6.5	37.4	37.4
P3	P1	103.2	98.8	99.1	99.7	100.2	28.9	28.9	2.8	28.5	28.9

Fonte: Autor (2024)

Tabela 11 - Dados e Resultados – Apartamento 301 - Empreendimentos C

		Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA				
		Buzina	129.6	128.4	122.1	120.4	125.1				
AMBIENTE DE RECEPÇÃO - SALA - P1								Resultados			
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA	D	Dnt	S	R'	Dntw
P1	Ambiente	52	55.0	49	68	56.0					
P1	P2	101.4	96.9	97.6	98.4	98.6	26.6	26.6	11.4	26.5	26.6
P1	P4	94.4	91.5	89.8	90.3	91.5	33.6	33.6	9.8	33.5	33.6
P1	P1.201	73.8	75	71.4	71.5	72.9	52.2	52.2	14.5	52.3	52.2
AMBIENTE DE RECEPÇÃO - QUARTO 1 - P2								Resultados			
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA	D	Dnt	S	R'	Dntw
P2	Ambiente	40	45.0	50	54	47.3					
P2	P1	98	92.8	93.8	93.2	94.45	30.7	30.7	11.4	30.9	30.7
P2	P3	85.2	84.5	90.4	90.5	87.7	37.5	37.5	5.5	37.4	37.5
P2	P2.201	82.6	85.8	84.8	83.9	84.3	40.9	40.9	8.1	40.9	40.9
AMBIENTE DE RECEPÇÃO - QUARTO 2 - P3								Resultados			
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA	D	Dnt	S	R'	Dntw
P3	Ambiente	40.4	44.0	50		44.8					
P3	P1	98.2	96.1	92	92.7	94.8	30.4	30.4	2.6	29.8	30.4
P3	P2	84.5	83.9	84.5	84.9	84.5	40.7	40.7	5.5	40.5	40.7
P3	P5	73.7	71.7	71.6	71.7	72.2	53.0	53.0	5.3	52.7	53.0
P3	P3.302	79.3	80.1	80.1	79.1	79.7	45.5	45.5	9.6	45.5	45.5
P3	P3.201	75.1	72.1	74.1	76.9	74.6	50.6	50.6	10.7	50.7	50.6

Fonte: Autor (2024)

Tabela 12 - Dados e Resultados – Apartamento 302 - Empreendimentos C

		Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA				
		Buzina	121.6	118.5	119.9	115.2	118.8				
AMBIENTE DE RECEPÇÃO - SALA - P1								Resultados			
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA	D	Dnt	S	R'	Dntw
P1	Ambiente	53	57.5	41		50.5					
P1	P2	94.8	96.3	95.8	95.2	95.5	29.6	29.6	11.4	29.6	29.6
P1	P4	89.3	87.7	86.2	85	87.1	38.1	38.1	9.8	38.0	38.1
P1	P1.202	82	80.5	80.3	77.8	80.2	45.0	45.0	14.5	45.1	45.0
AMBIENTE DE RECEPÇÃO - QUARTO 1 - P2								Resultados			
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA	D	Dnt	S	R'	Dntw
P2	Ambiente	35	40.0			37.5					
P2	P1	92.8	90.9	91.2	91.3	91.6	33.6	33.6	11.4	33.8	33.6
P2	P3	81.5	78.3	78.6	78.1	79.1	46.0	46.0	5.5	45.9	46.0
P2	P2.202	86	81.7	82	80.6	82.6	42.6	42.6	8.1	42.6	42.6
AMBIENTE DE RECEPÇÃO - QUARTO 2 - P3								Resultados			
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA	D	Dnt	S	R'	Dntw
P3	Ambiente	40	45.0			42.5					
P3	P1	96.5	92.0	90.7	86.2	91.4	33.8	33.8	2.6	33.2	33.8
P3	P2	79.2	78.9	78	78.8	78.7	46.4	46.4	5.5	46.2	46.4
P3	P5	69.6	71.6	69	64.2	68.6	56.5	56.5	5.3	56.3	56.5
P3	P3.301	74.5	76.6	79.8	82.2	78.3	46.9	46.9	9.6	46.9	46.9
P3	P3.202	87	83.6	85.6	90.1	86.6	38.6	38.6	10.7	38.6	38.6

Fonte: Autor (2024)

Tabela 13 - Dados e Resultados – Apartamento 303 - Empreendimentos C

	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA					
	Buzina	128.1	128.2	126.9	126.3	127.375					

AMBIENTE DE RECEPÇÃO - SALA - P1							Resultados				
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA	D	Dnt	S	R'	Dntw
P1	Ambiente	37	41.0			39.0					
P1	P2	105.7	103.5	104.5	105.7	104.9	20.3	20.3	11.4	20.3	20.3
P1	P4	103.8	102.8	103.2	101.2	102.8	22.4	22.4	9.8	22.3	22.4
P1	P1.203	80.3	77.7	77.1	78.2	78.2	46.9	46.9	14.5	47.0	46.9

AMBIENTE DE RECEPÇÃO - QUARTO 1 - P2							Resultados				
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA	D	Dnt	S	R'	Dntw
P2	Ambiente	35	40.0			105.4					
P2	P1	104.9	103.7	106	106.9	105.4	19.8	19.8	11.4	20.0	19.8
P2	P3	92.3	89.6	89.9	90.8	90.7	34.5	34.5	5.5	34.4	34.5
P2	P2.203	80.9	83.4	83.2	81.7	82.3	42.8	42.8	8.1	42.9	42.8

AMBIENTE DE RECEPÇÃO - QUARTO 2 - P3							Resultados				
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA	D	Dnt	S	R'	Dntw
P3	Ambiente	35				35.0					
P3	P1	102.9	102.0	102.2	101.6	102.2	23.0	23.0	2.6	22.4	23.0
P3	P2	92.9	94.6	92.3	92.6	93.1	32.0	32.0	5.5	31.8	32.0
P3	P5	82.2	80.6	81.2	81	81.3	43.9	43.9	5.3	43.7	43.9
P3	P3.304	89.1	83.1	82.8	83	84.5	40.6	40.6	9.6	40.7	40.6
P3	P3.203	84.3	78.1	76.8	76.5	78.9	46.2	46.2	10.7	46.3	46.2

Fonte: Autor (2024)

Tabela 14 - Dados e Resultados – Apartamento 304 - Empreendimentos C

	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA					
	Buzina	127.2	128.5	124.3	126.1	126.525					

AMBIENTE DE RECEPÇÃO - SALA - P1							Resultados				
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA	D	Dnt	S	R'	Dntw
P1	Ambiente	36	42.0	45	50	43.3					
P1	P2	103.3	102.1	102.5	102.4	102.6	22.6	22.6	11.4	22.5	22.6
P1	P4	102	103	103.3	102.1	102.6	22.5	22.5	9.8	22.4	22.5
P1	P1.204	81.5	77.3	76.5	80.3	78.9	46.2	46.2	14.5	46.3	46.2

AMBIENTE DE RECEPÇÃO - QUARTO 1 - P2							Resultados				
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA	D	Dnt	S	R'	Dntw
P2	Ambiente	40	44.0			42.0					
P2	P1	101.8	102.1	103.4	100.7	102	23.1	23.1	11.4	23.4	23.1
P2	P3	89.6	86.4	86.9	87.2	87.5	37.6	37.6	5.5	37.5	37.6
P2	P2.204	77.9	75	77.8	79.6	77.6	47.6	47.6	8.1	47.6	47.6

AMBIENTE DE RECEPÇÃO - QUARTO 2 - P3							Resultados				
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA	D	Dnt	S	R'	Dntw
P3	Ambiente	35	42.0			38.5					
P3	P1	103.2	102.0	101.3	102	102.1	23.0	23.0	2.6	22.5	23.0
P3	P2	88.2	88.0	85.5	87	87.2	38.0	38.0	5.5	37.7	38.0
P3	P5	81.2	79.4	80.6	79.1	80.1	45.1	45.1	5.3	44.8	45.1
P3	P3.303	83.2	80.2	78.9	81	80.8	44.3	44.3	9.6	44.3	44.3
P3	P3.204	79.6	81.6	83.1	81.3	81.4	43.7	43.7	10.7	43.8	43.7

Fonte: Autor (2024)

Tabela 15 - Dados e Resultados – Apartamento 203 - Empreendimentos C

	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA					
	Buzina	129.1	128.2	128.5	127.9	128.425					

AMBIENTE DE RECEPÇÃO - SALA - P1							Resultados				
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA	D	Dnt	S	R'	Dntw
P1	Ambiente	43				43.0					
P1	P2	102.2	95.2	98.3	98.8	98.6	26.5	26.5	11.4	26.5	26.5
P1	P4	100.4	98.6	97.2	100.2	99.1	26.0	26.0	9.8	25.9	26.0
P1	P1.303	77.9	76.3	75.3	74.5	76.0	49.1	49.1	14.5	49.2	49.1

AMBIENTE DE RECEPÇÃO - QUARTO 1 - P2							Resultados				
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA	D	Dnt	S	R'	Dntw
P2	Ambiente	37	40.0	36		37.7					
P2	P1	101.3	100.4	100.3	104.1	101.5	23.6	23.6	11.4	23.8	23.6
P2	P3	89.7	88.5	87.9	87.1	88.3	36.8	36.8	5.5	36.7	36.8
P2	P2.303	86.1	80.3	87.2	79.1	83.2	42.0	42.0	8.1	42.0	42.0

AMBIENTE DE RECEPÇÃO - QUARTO 2 - P3							Resultados				
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA	D	Dnt	S	R'	Dntw
P3	Ambiente	37	40.0	49	70	49.0					
P3	P1	99.8	100.4	99.7	95.9	99.0	26.2	26.2	2.6	25.6	26.2
P3	P2	88.9	89.3	87.8	87.2	88.3	36.8	36.8	5.5	36.6	36.8
P3	P5	75.6	75.8	75.5	75.6	75.6	49.5	49.5	5.3	49.3	49.5
P3	P3.204	79.7	78.9	80	81.3	80.0	45.2	45.2	9.6	45.2	45.2
P3	P3.303	76.8	81.2	79.2	78.6	79.0	46.2	46.2	10.7	46.3	46.2

Fonte: Autor (2024)

Tabela 16: Dados e Resultados – Apartamento 204 - Empreendimentos C

	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA					
	Buzina	127.1	128.4	127.4	128.5	127.85					

AMBIENTE DE RECEPÇÃO - SALA - P1							Resultados				
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA	D	Dnt	S	R'	Dntw
P1	Ambiente	43	60.0			51.5					
P1	P2	100.4	97.6	99.6	100.5	99.5	25.6	25.6	11.4	25.6	25.6
P1	P4	101.1	100.8	99.1	101.7	100.7	24.5	24.5	9.8	24.4	24.5
P1	P1.304	77.6	78	77.3	76.7	77.4	47.7	47.7	14.5	47.8	47.7

AMBIENTE DE RECEPÇÃO - QUARTO 1 - P2							Resultados				
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA	D	Dnt	S	R'	Dntw
P2	Ambiente	40				40.0					
P2	P1	102.3	100.7	101.9	101.2	101.5	23.6	23.6	11.4	23.8	23.6
P2	P3	93.3	90.2	89.7	90.6	91.0	34.2	34.2	5.5	34.1	34.2
P2	P2.304	77.3	78	77.9	79.3	78.1	47.0	47.0	8.1	47.1	47.0

AMBIENTE DE RECEPÇÃO - QUARTO 2 - P3							Resultados				
Receptor	Fonte	Valor dB	Valor dB	Valor dB	Valor dB	MÉDIA	D	Dnt	S	R'	Dntw
P3	Ambiente	39	47.5	47.5		44.7					
P3	P1	100.5	100.6	100.1	100.2	100.4	24.8	24.8	2.6	24.2	24.8
P3	P2	88.5	89.7	90.9	90.9	90.0	35.1	35.1	5.5	34.9	35.1
P3	P5	76.8	81.8	77.8	76.5	78.2	46.9	46.9	5.3	46.7	46.9
P3	P3.203	78	77.4	77.6	78.5	77.9	47.3	47.3	9.6	47.3	47.3
P3	P3.304	88.3	82.2	89.2	80.6	85.1	40.1	40.1	10.7	40.1	40.1

Fonte: Autor (2024)

APÊNDICE B
(resultados)

TABELAS DE RESULTADOS DO EMPREENDIMENTO A

Tabela 17 - Avaliação de pontos externos - Casa independente 01 - Empreendimento A

Receptor	Fonte	Diferença de nível padronizada (dB)	Classificação de Desempenho Mínimo - Elemento de Separação	Valor Mínimo Estabelecido para desempenho (dB)	Classificação de Desempenho Mínimo	Critério para ruído aéreo em sistema de paredes	Classificação de Desempenho
P1	P4	32.98	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos, nas situações em que não haja ambiente dormitório	30	APROVADO	30 a 34	M
P1	P7	48.80	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos, nas situações em que não haja ambiente dormitório	30	APROVADO	≥40	S
P2	P4	33.20	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos	40	REPROVADO	-	-
P2	P5	47.20	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos	40	APROVADO	45 a 49	I
P3	P5	48.58	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos	40	APROVADO	45 a 49	I
P3	P6	32.83	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos	40	REPROVADO	-	-

Fonte: Autor (2024)

Tabela 18 - Avaliação de pontos internos - Casa independente 01 - Empreendimento A

Receptor	Fonte	Diferença de nível padronizada (dB)	Classificação para as condições de audibilidade através de uma parede	Critério para ruído aéreo em sistema de paredes	Conclusão
P1	P2	23.53	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre
P1	P3	27.75	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre
P2	P1	20.88	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre
P2	P3	31.33	O som da voz é percebido fracamente. A conversa pode ser ouvida, mas não nitidamente compreendida	De 30 a 35 dB	Suave
P3	P2	32.80	O som da voz é percebido fracamente. A conversa pode ser ouvida, mas não nitidamente compreendida	De 30 a 35 dB	Suave
P3	P1	26.63	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre

Fonte: Autor (2024)

Tabela 19 - Avaliação de pontos externos - Casa independente 02 - Empreendimento A

Receptor	Fonte	Diferença de nível padronizada (dB)	Classificação de Desempenho Mínimo - Elemento de Separação	Valor Mínimo Estabelecido para desempenho (dB)	Classificação de Desempenho Mínimo	Critério para ruído aéreo em sistema de paredes	Classificação de Desempenho
P1	P4	32.20	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos, nas situações em que não haja ambiente dormitório	30	APROVADO	30 a 34	M
P1	P7	49.30	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos, nas situações em que não haja ambiente dormitório	30	APROVADO	≥40	S
P2	P4	33.88	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos	40	REPROVADO	-	-
P2	P5	50.65	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos	40	APROVADO	≥50	S
P3	P5	50.43	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos	40	APROVADO	≥50	S
P3	P6	33.10	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos	40	REPROVADO	-	-

Fonte: Autor (2024)

Tabela 20 - Avaliação de pontos internos - Casa independente 02 - Empreendimento A**Pontos internos - Casa 02 Independente - Empreendimento A**

Receptor	Fonte	Diferença de nível padronizada (dB)	Classificação para as condições de audibilidade através de uma parede	Critério para ruído aéreo em sistema de paredes	Conclusão
P1	P2	25.23	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre
P1	P3	26.15	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre
P2	P1	23.80	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre
P2	P3	27.65	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre
P3	P2	33.60	O som da voz é percebido fracamente. A conversa pode ser ouvida, mas não nitidamente compreendida	De 30 a 35 dB	Suave
P3	P1	26.80	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre

Fonte: Autor (2024)

Tabela 21 - Avaliação de pontos externos - Casa geminada 03 - Empreendimento A

Receptor	Fonte	Diferença de nível padronizada (dB)	Classificação de Desempenho Mínimo - Elemento de Separação	Valor Mínimo Estabelecido para desempenho (dB)	Classificação de Desempenho Mínimo	Critério para ruído aéreo em sistema de paredes	Classificação de Desempenho
P1	P4	30.98	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos, nas situações em que não haja ambiente dormitório	30	APROVADO	30 a 34	M
P1	P1A	50.25	Paredes entre unidades habitacionais autônomas (paredes de geminação), nas situações em que não haja ambiente dormitório	40	APROVADO	≥40	S
P2	P4	33.35	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos	40	REPROVADO	-	-
P2	P5	48.58	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos	40	APROVADO	45 a 49	I
P3	P5	47.13	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos	40	APROVADO	45 a 49	I
P3	P6	32.03	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos	40	REPROVADO	-	-

Fonte: Autor (2024)

Tabela 22 - Avaliação de pontos internos - Casa geminada 03 - Empreendimento A

Receptor	Fonte	Diferença de nível padronizada (dB)	Classificação para as condições de audibilidade através de uma parede	Critério para ruído aéreo em sistema de paredes	Conclusão
P1	P2	27.33	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre
P1	P3	25.78	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre
P2	P1	26.20	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre
P2	P3	32.58	O som da voz é percebido fracamente. A conversa pode ser ouvida, mas não nitidamente compreendida	De 30 a 35 dB	Suave
P3	P2	33.55	O som da voz é percebido fracamente. A conversa pode ser ouvida, mas não nitidamente compreendida	De 30 a 35 dB	Suave
P3	P1	26.05	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre

Fonte: Autor (2024)

Tabela 23 - Avaliação de pontos externos - Casa geminada 04 - Empreendimento A

Receptor	Fonte	Diferença de nível padronizada (dB)	Classificação de Desempenho Mínimo - Elemento de Separação	Valor Mínimo Estabelecido para desempenho (dB)	Classificação de Desempenho Mínimo	Critério para ruído aéreo em sistema de paredes	Classificação de Desempenho
P1	P4	29.55	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos, nas situações em que não haja ambiente dormitório	30	REPROVADO	-	-
P1	P1A	51.53	Paredes entre unidades habitacionais autônomas (paredes de geminação), nas situações em que não haja ambiente dormitório	40	APROVADO	≥40	S
P2	P4	33.03	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos	40	REPROVADO	-	-
P2	P5	56.13	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos	40	APROVADO	≥50	S
P3	P5	54.43	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos	40	APROVADO	≥50	S
P3	P6	31.40	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos	40	REPROVADO	-	-

Fonte: Autor (2024)

Tabela 24 - Avaliação de pontos internos - Casa geminada 04 - Empreendimento A

Receptor	Fonte	Diferença de nível padronizada (dB)	Classificação para as condições de audibilidade através de uma parede	Critério para ruído aéreo em sistema de paredes	Conclusão
P1	P2	24.70	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre
P1	P3	25.78	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre
P2	P1	25.90	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre
P2	P3	30.48	O som da voz é percebido fracamente. A conversa pode ser ouvida, mas não nitidamente compreendida	De 30 a 35 dB	Suave
P3	P2	26.85	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre
P3	P1	27.75	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre

Fonte: Autor (2024)

APÊNDICE C (resultados)

TABELAS DE RESULTADOS DO EMPREENDIMENTO B

Tabela 25 - Avaliação de pontos externos - Casa independente 01 - Empreendimento B

Receptor	Fonte	Diferença de nível padronizada (dB)	Classificação de Desempenho Mínimo - Elemento de Separação	Valor Mínimo Estabelecido para desempenho (dB)	Classificação de Desempenho Mínimo	Critério para ruído aéreo em sistema de paredes	Classificação de Desempenho
P1	P4	35.08	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos, nas situações em que não haja ambiente dormitório	30	APROVADO	35 a 39	I
P1	P7	51.33	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos, nas situações em que não haja ambiente dormitório	30	APROVADO	≥50	S
P2	P4	36.80	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos	40	REPROVADO	-	-
P2	P5	55.43	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos	40	APROVADO	≥50	S
P3	P5	62.30	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos	40	APROVADO	≥50	S
P3	P6	42.15	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos	40	APROVADO	40 a 44	M

Fonte: Autor (2024)

Tabela 26 - Avaliação de pontos internos - Casa independente 01 - Empreendimento B

Receptor	Fonte	Diferença de nível padronizada (dB)	Classificação para as condições de audibilidade através de uma parede	Critério para ruído aéreo em sistema de paredes	Conclusão
P1	P2	22.93	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre
P1	P3	23.58	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre
P2	P1	26.70	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre
P2	P3	30.03	O som da voz é percebido fracamente. A conversa pode ser ouvida, mas não nitidamente compreendida	De 30 a 35 dB	Suave
P3	P2	36.95	O som da voz é percebido fracamente. A conversa pode ser ouvida, mas não nitidamente compreendida	De 30 a 35 dB	Suave
P3	P1	27.80	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre

Fonte: Autor (2024)

Tabela 27 - Avaliação de pontos externos - Casa independente 02 - Empreendimento B

Receptor	Fonte	Diferença de nível padronizada (dB)	Classificação de Desempenho Mínimo - Elemento de Separação	Valor Mínimo Estabelecido para desempenho (dB)	Classificação de Desempenho Mínimo	Critério para ruído aéreo em sistema de paredes	Classificação de Desempenho
P1	P4	39.73	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos, nas situações em que não haja ambiente dormitório	30	APROVADO	35 a 39	I
P1	P7	54.55	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos, nas situações em que não haja ambiente dormitório	30	APROVADO	≥50	S
P2	P4	35.10	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos	40	REPROVADO	-	-
P2	P5	54.88	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos	40	APROVADO	≥50	S
P3	P5	55.83	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos	40	APROVADO	≥50	S
P3	P6	42.18	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos	40	APROVADO	40 a 44	M

Fonte: Autor (2024)

Tabela 28 - Avaliação de pontos internos - Casa independente 02 - Empreendimento B

Receptor	Fonte	Diferença de nível padronizada (dB)	Classificação para as condições de audibilidade através de uma parede	Critério para ruído aéreo em sistema de paredes	Conclusão
P1	P2	28.40	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre
P1	P3	26.68	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre
P2	P1	30.25	O som da voz é percebido fracamente. A conversa pode ser ouvida, mas não nitidamente compreendida	De 30 a 35 dB	Suave
P2	P3	33.78	O som da voz é percebido fracamente. A conversa pode ser ouvida, mas não nitidamente compreendida	De 30 a 35 dB	Suave
P3	P2	37.38	O som da voz é percebido fracamente. A conversa pode ser ouvida, mas não nitidamente compreendida	De 30 a 35 dB	Suave
P3	P1	28.90	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre

Fonte: Autor (2024)

APÊNDICE D (resultados)

TABELAS DE RESULTADOS DO EMPREENDIMENTO C

Tabela 29 - Avaliação de pontos externos - Apartamento 301 - Empreendimento C

Receptor	Fonte	Diferença de nível padronizada (dB)	Classificação de Desempenho Mínimo - Elemento de Separação	Valor Mínimo Estabelecido para desempenho (dB)	Classificação de Desempenho Mínimo	Critério para ruído aéreo em sistema de paredes	Classificação de Desempenho
P1	P4	33.625	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos, nas situações em que não haja ambiente dormitório	30	APROVADO	35 a 39	I
P1	P1.201	52.2	Sistema de piso entre as unidades habitacionais autônomas, nas situações em que não haja ambiente dormitório	40	APROVADO	≥50	S
P2	P2.201	40.85	Sistema de piso entre as unidades habitacionais autônomas, no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	45	REPROVADO	-	-
P3	P5	52.95	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos	40	APROVADO	≥50	S
P3	P3.302	45.475	Paredes entre unidades habitacionais autônomas (paredes de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	45	APROVADO	45 a 49	M
P3	P3.201	50.575	Sistema de piso entre as unidades habitacionais autônomas, no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	45	APROVADO	50 a 54	I

Fonte: Autor (2024)

Tabela 30 - Avaliação de pontos internos - Apartamento 301 - Empreendimento C

Receptor	Fonte	Diferença de nível padronizada (dB)	Classificação para as condições de audibilidade através de uma parede	Critério para ruído aéreo em sistema de paredes	Conclusão
P1	P2	26.55	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre
P2	P1	30.675	O som da voz é percebido fracamente. A conversa pode ser ouvida, mas não nitidamente compreendida	De 30 a 35 dB	Suave
P2	P3	37.475	O som da voz pode ser ouvido, mas não compreendidas palavras com facilidade. A voz normal só será ouvida debilmente e às vezes não	De 35 a 40 dB	Bom
P3	P2	40.675	O som da voz pode ser ouvido fracamente sem ser compreendido. A conversação não é audível.	De 40 a 45 dB	Muito bom
P3	P1	30.375	O som da voz é percebido fracamente. A conversa pode ser ouvida, mas não nitidamente compreendida	De 30 a 35 dB	Suave

Fonte: Autor (2024)

Tabela 31 - Avaliação de pontos externos - Apartamento 302 - Empreendimento C

Receptor	Fonte	Diferença de nível padronizada (dB)	Classificação de Desempenho Mínimo - Elemento de Separação	Valor Mínimo Estabelecido para desempenho (dB)	Classificação de Desempenho Mínimo	Critério para ruído aéreo em sistema de paredes	Classificação de Desempenho
P1	P4	38.075	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos, nas situações em que não haja ambiente dormitório	30	APROVADO	35 a 39	I
P1	P1.202	44.975	Sistema de piso entre as unidades habitacionais autônomas, nas situações em que não haja ambiente dormitório	40	APROVADO	40 a 44	M
P2	P2.202	42.55	Sistema de piso entre as unidades habitacionais autônomas, no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	45	REPROVADO	-	-
P3	P5	56.525	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos	40	APROVADO	≥50	S
P3	P3.301	46.85	Paredes entre unidades habitacionais autônomas (paredes de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	45	APROVADO	45 a 49	M
P3	P3.202	38.55	Sistema de piso entre as unidades habitacionais autônomas, no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	45	REPROVADO	-	-

Fonte: Autor (2024)

Tabela 32 - Avaliação de pontos internos - Apartamento 302 - Empreendimento C

Receptor	Fonte	Diferença de nível padronizada (dB)	Classificação para as condições de audibilidade através de uma parede	Critério para ruído aéreo em sistema de paredes	Conclusão
P1	P2	29.6	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre
P2	P1	33.575	O som da voz é percebido fracamente. A conversa pode ser ouvida, mas não nitidamente compreendida	De 30 a 35 dB	Suave
P2	P3	46	Sons muito fortes como o canto, instrumentos de sopro, rádio tocando muito alto podem ser ouvidos fracamente e às vezes não	45 dB ou mais	Excelente
P3	P2	46.4	Sons muito fortes como o canto, instrumentos de sopro, rádio tocando muito alto podem ser ouvidos fracamente e às vezes não	45 dB ou mais	Excelente
P3	P1	33.775	O som da voz é percebido fracamente. A conversa pode ser ouvida, mas não nitidamente compreendida	De 30 a 35 dB	Suave

Fonte: Autor (2024)

Tabela 33 - Avaliação de pontos externos - Apartamento 303 - Empreendimento C

Receptor	Fonte	Diferença de nível padronizada (dB)	Classificação de Desempenho Mínimo - Elemento de Separação	Valor Mínimo Estabelecido para desempenho (dB)	Classificação de Desempenho Mínimo	Critério para ruído aéreo em sistema de paredes	Classificação de Desempenho
P1	P4	22.375	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos, nas situações em que não haja ambiente dormitório	30	REPROVADO	-	-
P1	P1.203	46.925	Sistema de piso entre as unidades habitacionais autônomas, nas situações em que não haja ambiente dormitório	40	APROVADO	45 a 49	I
P2	P2.203	42.825	Sistema de piso entre as unidades habitacionais autônomas, no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	45	REPROVADO	-	-
P3	P5	43.875	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos	40	APROVADO	40 a 44	M
P3	P3.304	40.625	Paredes entre unidades habitacionais autônomas (paredes de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	45	REPROVADO	-	-
P3	P3.203	46.2	Sistema de piso entre as unidades habitacionais autônomas, no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	45	APROVADO	45 a 49	M

Fonte: Autor (2024)

Tabela 34 - Avaliação de pontos internos - Apartamento 303 - Empreendimento C

Receptor	Fonte	Diferença de nível padronizada (dB)	Classificação para as condições de audibilidade através de uma parede	Critério para ruído aéreo em sistema de paredes	Conclusão
P1	P2	20.275	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre
P2	P1	19.75	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre
P2	P3	34.475	O som da voz é percebido fracamente. A conversa pode ser ouvida, mas não nitidamente compreendida	De 30 a 35 dB	Suave
P3	P2	32.025	O som da voz é percebido fracamente. A conversa pode ser ouvida, mas não nitidamente compreendida	De 30 a 35 dB	Suave
P3	P1	22.95	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre

Fonte: Autor (2024)

Tabela 35 - Avaliação de pontos externos - Apartamento 304 - Empreendimento C

Receptor	Fonte	Diferença de nível padronizada (dB)	Classificação de Desempenho Mínimo - Elemento de Separação	Valor Mínimo Estabelecido para desempenho (dB)	Classificação de Desempenho Mínimo	Critério para ruído aéreo em sistema de paredes	Classificação de Desempenho
P1	P4	22.525	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos, nas situações em que não haja ambiente dormitório	30	REPROVADO	-	-
P1	P1.204	46.225	Sistema de piso entre as unidades habitacionais autônomas, nas situações em que não haja ambiente dormitório	40	APROVADO	45 a 49	I
P2	P2.204	47.55	Sistema de piso entre as unidades habitacionais autônomas, no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	45	APROVADO	45 a 49	M
P3	P5	45.05	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos	40	APROVADO	45 a 49	I
P3	P3.303	44.3	Paredes entre unidades habitacionais autônomas (paredes de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	45	REPROVADO	-	-
P3	P3.204	43.725	Sistema de piso entre as unidades habitacionais autônomas, no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	45	REPROVADO	-	-

Fonte: Autor (2024)

Tabela 36 - Avaliação de pontos internos - Apartamento 304 - Empreendimento C

Receptor	Fonte	Diferença de nível padronizada (dB)	Classificação para as condições de audibilidade através de uma parede	Critério para ruído aéreo em sistema de paredes	Conclusão
P1	P2	22.55	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre
P2	P1	23.125	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre
P2	P3	37.6	O som da voz pode ser ouvido, mas não compreendidas palavras com facilidade. A voz normal só será ouvida debilmente e às vezes não	De 35 a 40 dB	Bom
P3	P2	37.95	O som da voz pode ser ouvido, mas não compreendidas palavras com facilidade. A voz normal só será ouvida debilmente e às vezes não	De 35 a 40 dB	Bom
P3	P1	23	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre

Fonte: Autor (2024)

Tabela 37 - Avaliação de pontos externos - Apartamento 203 - Empreendimento C

Receptor	Fonte	Diferença de nível padronizada (dB)	Classificação de Desempenho Mínimo - Elemento de Separação	Valor Mínimo Estabelecido para desempenho (dB)	Classificação de Desempenho Mínimo	Critério para ruído aéreo em sistema de paredes	Classificação de Desempenho
P1	P4	26.025	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos, nas situações em que não haja ambiente dormitório	30	REPROVADO	-	-
P1	P1.303	49.125	Sistema de piso entre as unidades habitacionais autônomas, nas situações em que não haja ambiente dormitório	40	APROVADO	45 a 49	I
P2	P2.303	41.95	Sistema de piso entre as unidades habitacionais autônomas, no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	45	REPROVADO	-	-
P3	P5	49.5	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos	40	APROVADO	45 a 49	I
P3	P3.204	45.15	Paredes entre unidades habitacionais autônomas (paredes de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	45	APROVADO	45 a 49	M
P3	P3.303	46.175	Sistema de piso entre as unidades habitacionais autônomas, no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	45	APROVADO	45 a 49	M

Fonte: Autor (2024)

Tabela 38 - Avaliação de pontos internos - Apartamento 203 - Empreendimento C

Pontos internos - Casa 203 - Empreendimento C						
Receptor	Fonte	Diferença de nível padronizada (dB)	Classificação para as condições de audibilidade através de uma parede	Critério para ruído aéreo em sistema de paredes		Conclusão
P1	P2	26.5	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos		Pobre
P2	P1	23.6	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos		Pobre
P2	P3	36.825	O som da voz pode ser ouvido, mas não compreendidas palavras com facilidade. A voz normal só será ouvida debilmente e às vezes não	De 35 a 40 dB		Bom
P3	P2	36.825	O som da voz pode ser ouvido, mas não compreendidas palavras com facilidade. A voz normal só será ouvida debilmente e às vezes não	De 35 a 40 dB		Bom
P3	P1	26.175	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos		Pobre

Fonte: Autor (2024)

Tabela 39 - Avaliação de pontos externos - Apartamento 204 - Empreendimento C

Receptor	Fonte	Diferença de nível padronizada (dB)	Classificação de Desempenho Mínimo - Elemento de Separação	Valor Mínimo Estabelecido para desempenho (dB)	Classificação de Desempenho Mínimo	Critério para ruído aéreo em sistema de paredes	Classificação de Desempenho
P1	P4	24.45	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos, nas situações em que não haja ambiente dormitório	30	REPROVADO	-	-
P1	P1.304	47.725	Sistema de piso entre as unidades habitacionais autônomas, nas situações em que não haja ambiente dormitório	40	APROVADO	45 a 49	I
P2	P2.304	47	Sistema de piso entre as unidades habitacionais autônomas, no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	45	APROVADO	45 a 49	M
P3	P5	46.9	Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos	40	APROVADO	45 a 49	I
P3	P3.203	47.25	Paredes entre unidades habitacionais autônomas (paredes de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	45	APROVADO	45 a 49	M
P3	P3.304	40.05	Sistema de piso entre as unidades habitacionais autônomas, no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	45	REPROVADO	-	-

Fonte: Autor (2024)

Tabela 40 - Avaliação de pontos internos - Apartamento 204 - Empreendimento C

Pontos internos - Casa 204 - Empreendimento C					
Receptor	Fonte	Diferença de nível padronizada (dB)	Classificação para as condições de audibilidade através de uma parede	Critério para ruído aéreo em sistema de paredes	Conclusão
P1	P2	25.6	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre
P2	P1	23.6	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre
P2	P3	34.175	O som da voz é percebido fracamente. A conversa pode ser ouvida, mas não nitidamente compreendida	De 30 a 35 dB	Suave
P3	P2	35.125	O som da voz é percebido fracamente. A conversa pode ser ouvida, mas não nitidamente compreendida	De 30 a 35 dB	Suave
P3	P1	24.775	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	30 dB ou menos	Pobre

Fonte: Autor (2024)

ANEXO A
(informativo)

TABELAS PARA REFERENCIAL TEÓRICO

Tabela 41 – Limites de Tolerância para ruído contínuo ou flutuante

NÍVEL DE RUÍDO dB(A)	MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 30 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas

Fonte: Fernandes (2002)

Tabela 42 – Isolamento acústico de algumas superfícies

MATERIAL	ATENUAÇÃO (PT)
Parede de tijolo maciço 45 cm de espessura	55 dB
Parede de 1 tijolo 23 cm de espessura	50 dB
Parede de meio tijolo de 12 cm de espessura, rebocado	45 dB
Parede de concreto 8 cm de espessura	40 dB
Parede de tijolo vazado de 6 cm de espessura, rebocado	35 dB
Porta de madeira maciça dupla 5 cm cada folha	45 dB
Janela de vidro duplo de 3 mm cada, separados 20 cm	45 dB
Janela com placas de vidro 6 cm de espessura	30 dB
Porta de madeira maciça 5 cm de espessura	30 dB
Janela simples com placas de vidro de 3 mm de espessura	20 dB
Porta comum sem vedação no batente	15 dB
Laje de concreto rebocada com 18 cm de espessura	50 dB

Fonte: Fernandes (2002)

ANEXO B
(informativo)

TABELAS PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

Tabela 43 – Critério e nível de desempenho mínimo $D_{nT,w}$, para ruído aéreo em sistema de vedações internas

ELEMENTO DE SEPARAÇÃO	$D_{nT,w}$ (dB)
Paredes entre unidades habitacionais autônomas (paredes de geminação), nas situações em que não haja ambiente dormitório	≥ 40
Paredes entre unidades habitacionais autônomas (paredes de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	≥ 45
Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos	≥ 40
Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos, nas situações em que não haja ambiente dormitório	≥ 30
Parede cega entre um dormitório ou sala de uma unidade habitacionais autônomas de áreas comuns de uso coletivo para atividades de lazer e esportes como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinha e lavanderias coletivas	≥ 45
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo <i>hall</i> ($D_{nT,w}$ obtida entre as unidades), nas situações em que não haja ambiente dormitório	≥ 40
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo <i>hall</i> ($D_{nT,w}$ obtida entre as unidades), caso pelo menos um dos ambientes ser dormitório	≥ 45

Fonte: ABNT NBR 15.575-4 (2021)

Tabela 44 – Critério e nível de desempenho $D_{nT,w}$ para ruído aéreo em sistema de paredes

ELEMENTO DE SEPARAÇÃO	$D_{nT,w}$ (dB)	NÍVEL DE DESEMPENHO
Paredes entre unidades habitacionais autônomas (paredes de geminação), nas situações em que não haja ambiente dormitório	40 a 44	M
	45 a 49	I
	≥ 50	S
Paredes entre unidades habitacionais autônomas (paredes de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	45 a 49	M
	50 a 55	I
	≥ 55	S
Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos	40 a 44	M
	45 a 49	I
	≥ 50	S
Parede cega de dormitórios entre unidades habitacionais e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas nos pavimentos, nas situações em que não haja ambiente dormitório	30 a 34	M
	35 a 39	I
	≥ 40	S
Parede cega entre um dormitório ou sala de uma unidade habitacionais autônomas de áreas comuns de uso coletivo para atividades de lazer e esportes como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinha e lavanderias coletivas	45 a 49	M
	50 a 55	I
	≥ 55	S
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo <i>hall</i> ($D_{nT,w}$ obtida entre as unidades), nas situações em que não haja ambiente dormitório	40 a 44	M
	45 a 49	I
	≥ 50	S
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo <i>hall</i> ($D_{nT,w}$ obtida entre as unidades), caso pelo menos um dos ambientes ser dormitório	45 a 49	M
	50 a 54	I
	≥ 55	S

Fonte: ABNT NBR 15.575-4 (2021)

Tabela 45 – Condições de audibilidade através de uma parede

AMORTECIMENTO DE SOM ATRAVÉS DE UMA PAREDE	CONDIÇÕES DE AUDIBILIDADE	CONCLUSÃO
30 dB ou menos	Voz normal pode ser compreendida com facilidade e modo distinto	Pobre
De 30 a 35 dB	O som da voz é percebido fracamente. A conversa pode ser ouvida, mas não nitidamente compreendida	Suave
De 30 a 40 dB	O som da voz pode ser ouvido, mas não compreendidas palavras com facilidade. A voz normal só será ouvida debilmente e às vezes não	Bom
De 40 a 45 dB	O som da voz pode ser ouvido fracamente sem ser compreendido. A conversa não é audível.	Muito bom
45 dB ou mais	Sons muito fortes como o canto, instrumentos de sopro, rádio tocando muito alto podem ser ouvidos fracamente e às vezes não	Excelente

Fonte: Fernandes (2002)

Tabela 46 – Critério e nível de desempenho mínimo $D_{nT,w}$, para ruído aéreo em sistema de pisos

ELEMENTO DE SEPARAÇÃO	$D_{nT,w}$ (dB)
Sistema de piso entre unidades habitacionais autônomas, no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	≥ 45
Sistema de piso separando unidade habitacionais autônomas de áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas situados em pavimentos distintos	≥ 40
Sistema de piso entre unidades habitacionais autônoma, nas situações em que não haja ambiente dormitório	≥ 40
Sistema de piso separando unidade habitacionais autônomas de áreas comuns de uso coletivo para atividades de lazer e esportes como <i>home theater</i> , salas d ginástica, são de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinha e lavanderias coletivas	≥ 45

Fonte: ABNT NBR 15.575-3 (2021)

Tabela 47 – Critério e nível de desempenho $D_{nT,w}$, para ruído aéreo em sistema de pisos

ELEMENTO DE SEPARAÇÃO	$D_{nT,w}$ (dB)	NÍVEL DE DESEMPENHO
Sistema de pisos entre unidades habitacionais autônomas, no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	45 a 49	M
	50 a 54	I
	≥ 55	S
Sistema de pisos entre unidades habitacionais autônomas de áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadas situados em pavimentos distintos	40 a 44	M
	45 a 49	I
	≥ 50	S
Sistema de piso entre unidades habitacionais autônoma, nas situações em que não haja ambiente dormitório	40 a 44	M
	45 a 49	I
	≥ 50	S
Sistema de piso separando unidade habitacionais autônomas de áreas comuns de uso coletivo para atividades de lazer e esportes como <i>home theater</i> , salas d ginástica, são de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinha e lavanderias coletivas	45 a 49	M
	50 a 54	I
	≥ 55	S

Fonte: ABNT NBR 15.575-3 (2021)

ISABELLE SALES ALVES DE SOUSA

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO ACÚSTICO DE RUÍDO AÉREO: um estudo de caso em complexos habitacionais na cidade de Caruaru – PE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Civil do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de artigo científico, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção Civil

Aprovado em 21 de outubro de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Humberto Correia Lima Júnior (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Flávio Eduardo Gomes Diniz (Avaliador)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Maria Victoria Leal de Almeida Nascimento (Avaliadora)
Universidade Federal de Pernambuco