



Análise de Simulações Acústicas para Atendimento da NBR 15575: Um Retrato de 10 Anos de Atuação no Nordeste

PAIM, Felipe B.¹; BARRETTO, Débora M.²; RODRIGUES, Lucas da C.³

^{1-3} Audium, Salvador, BA, Brasil, {felipe, debora, lucas}@audium.com.br

Resumo

A ABNT NBR 15575 completa 10 anos de publicação em 2023. Apesar de ter sido revisada em 2021, a norma não apresentou mudanças expressivas no que tange aos critérios de desempenho acústico. Entretanto, continua sendo um marco histórico no país por ter sido a primeira norma nacional a abordar requisitos de isolamento acústico para as edificações habitacionais multifamiliares. O objetivo deste artigo é fazer uma sinopse dos resultados de simulações acústicas realizadas durante a última década na Região Nordeste, destacando pontos de alerta para projetistas e construtoras em prol de uma melhor qualidade acústica para as edificações habitacionais e seus usuários. Ao longo destes anos a Audium teve a oportunidade de realizar diversas consultorias para atendimento do desempenho acústico destas edificações no território brasileiro. Foram coletados e analisados os dados das simulações acústicas de 199 empreendimentos de 74 clientes na Região Nordeste, abrangendo todos os 9 Estados. Dentre os resultados destaca-se: a preferência pelo cumprimento ao Nível Mínimo ao longo dos anos, independentemente do padrão socioeconômico da habitação; o elevado índice de não atendimento no caso dos dormitórios geminados de unidades habitacionais distintas; e a ocorrência constante de situações críticas para o conforto acústico como academias abaixo e/ou acima dos apartamentos, piscinas de uso coletivo da edificação acima de unidades privativas e geminações entre dormitórios e elevadores. Por fim, percebe-se uma necessidade de maior conscientização e comprometimento por parte das construtoras/incorporadoras e do próprio mercado imobiliário para que busquem alcançar melhores níveis de desempenho, visando o conforto e a qualidade de vida dos moradores.

Palavras-chave: norma de desempenho, Nordeste Brasileiro, simulações acústicas, edificações residenciais.

Analysis of Acoustic Simulations for Compliance with NBR 15575: A Portrait of 10 Years of Operation in the Northeast

Abstract

ABNT NBR 15575 completes 10 years of publication in 2023. Despite being revised in 2021, the standard did not present significant changes with regard to acoustic performance criteria. However, it remains a historic milestone in the country for being the first national standard to address acoustic insulation requirements for residential buildings. The objective of this article is to make a synopsis of the results of acoustic simulations carried out during the last decade in the Northeast Region, highlighting alert points for designers and builders in favor of a better acoustic quality. Over the years, Audium has had the opportunity to carry out several consultancies to address the acoustic performance of these buildings in Brazil. Data from acoustic simulations of 199 projects of 74 clients in the Northeast Region, covering all 9 states, were collected and analyzed. Among the results, the following stand out: the preference for compliance with the Minimum Level over the years, regardless of the socioeconomic standard of the building; the high rate of non-compliance in the case of vertical partition between bedrooms of different units; and the constant occurrence of critical situations for acoustic comfort such as gyms below and/or above the apartments, swimming pools above private units and bedrooms next to elevators. Finally, there is a need for greater awareness and commitment on the part of builders/developers and the real estate market itself so that they seek to achieve better levels of performance, aiming at the comfort and quality of life of residents.

Keywords: performance standard, Brazilian Northeast, acoustic simulations, residential buildings.

1. Introdução

A ABNT NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho, entrou em vigor no dia 19 de Julho de 2013 e estabeleceu parâmetros Mínimos, Intermediários e Superiores para avaliação do desempenho dos sistemas construtivos. Embora nem sempre o mercado imobiliário enxergue desta maneira, esta classificação das edificações não deve ser associada ao seu status socioeconômico ou ao poder aquisitivo dos usuários. Todos têm direito ao Mínimo obrigatório e todos deveriam almejar o alcance dos Níveis Intermediários ou Superiores que, atualmente, são opcionais, mas que promovem maior conforto e segurança ao morador.

No que tange ao desempenho acústico, esta norma pode ser considerada um marco fundamental no território nacional, pois foi a primeira a abordar critérios de isolamento acústico para as partições verticais e horizontais das edificações habitacionais, tanto com relação ao som aéreo como ao de impacto, além de caracterizar a inadequação acústica como uma doença construtiva.

Nos primeiros anos de publicação da NBR 15575, houve opiniões que o mercado não estaria preparado para absorver o custo das intervenções acústicas ou que as construções ficariam inviáveis. Foi necessário compreender que o objetivo da norma era aumentar a satisfação e qualidade de vida do usuário e, consequentemente, a credibilidade do projeto executado e dos profissionais envolvidos neste processo: projetistas, consultores, fabricantes, construtoras e incorporadoras.

Embora a Norma de Desempenho tenha sido revisada em 2021, do ponto de vista da acústica, o novo texto não trouxe mudanças expressivas com relação aos parâmetros Mínimos para atendimento. No requisito para os sistemas de pisos, por exemplo, o critério de Nível de Pressão Sonora de Impacto Padrão Ponderado ($L'_{nT,w} \leq 80\text{dB}$), continua muito permissivo, quando comparado à parâmetros normativos de outros países, não traduzindo, necessariamente, conforto ao usuário.

Em 2023 a ABNT NBR 15575 completou 10 anos de publicação. Durante este período foi notável o desenvolvimento de novas tecnologias e produtos adequados ao sistema construtivo brasileiro [1], assim como o aumento pela busca de consultorias especializadas ainda nas fases iniciais das etapas de estudo preliminar, anteprojeto ou projeto pré-executivo, atendo-se à problemática do som e a sua incidência nas diferentes partes.

Nos últimos anos, estas consultorias especializadas geraram numerosos dados referentes ao desempenho acústico de edifícios residenciais. No entanto, esses dados estão dispersos em relatórios individuais de cada empreendimento, o que torna difícil a realização de análises abrangentes capazes de contribuir para estudos de mercado imobiliário e pesquisas tecnológicas sobre sistemas e materiais de construção. Neste intuito, o presente artigo traz como objetivo um panorama acerca dos resultados das simulações acústicas de empreendimentos habitacionais situados na Região Nordeste do Brasil, nos últimos 10 anos, com o intuito de avaliar o atendimento dos principais requisitos estabelecidos pela NBR 15575, fornecer discernimento sobre a conformidade acústica dos projetos e construções na região estudada e destacar desafios e possíveis melhorias no contexto regional.

2. Metodologia e delimitação da amostragem

Para se chegar neste recorte, primeiramente, foi feito um levantamento acerca da atuação da empresa Audium em consultorias acústicas, para atendimento da Norma de Desempenho, realizadas em todo território nacional, entre Julho de 2013 e Maio de 2023. A Região Nordeste se destacou com 52% do total das consultorias realizadas ou em andamento (Figura 1), com 74 clientes distintos (construtoras/incorporadoras), apresentando objetos de estudo em cada um dos 9 Estados que compõem esta Região.

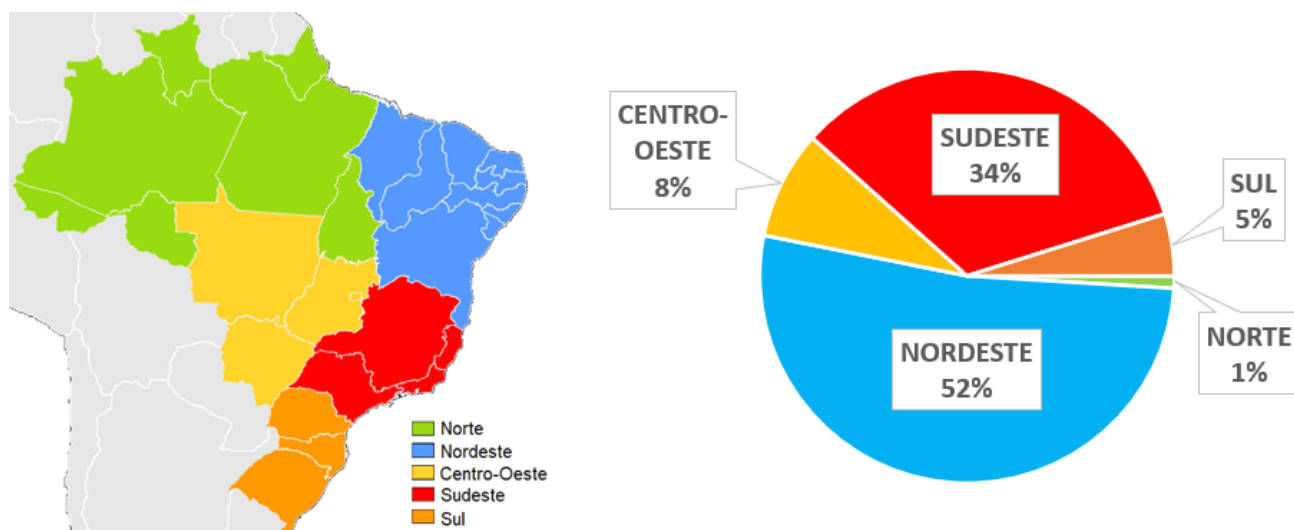


Figura 1: Consultorias acústicas para atendimento da NBR 15575 realizadas / em andamento no território nacional entre Julho de 2013 e Maio de 2023.

Em seguida, foram excluídas as consultorias em andamento e selecionadas apenas as que já se encontravam concluídas, onde foi possível fazer a leitura dos resultados obtidos na simulação acústica inicial, ou seja, aquela que considera os materiais e métodos construtivos inicialmente estabelecidos pela construtora/incorporadora, antes de serem realizadas as adequações necessárias para o atendimento normativo. Foram analisados, portanto, 199 empreendimentos habitacionais, distribuídos da seguinte forma (Figura 2):

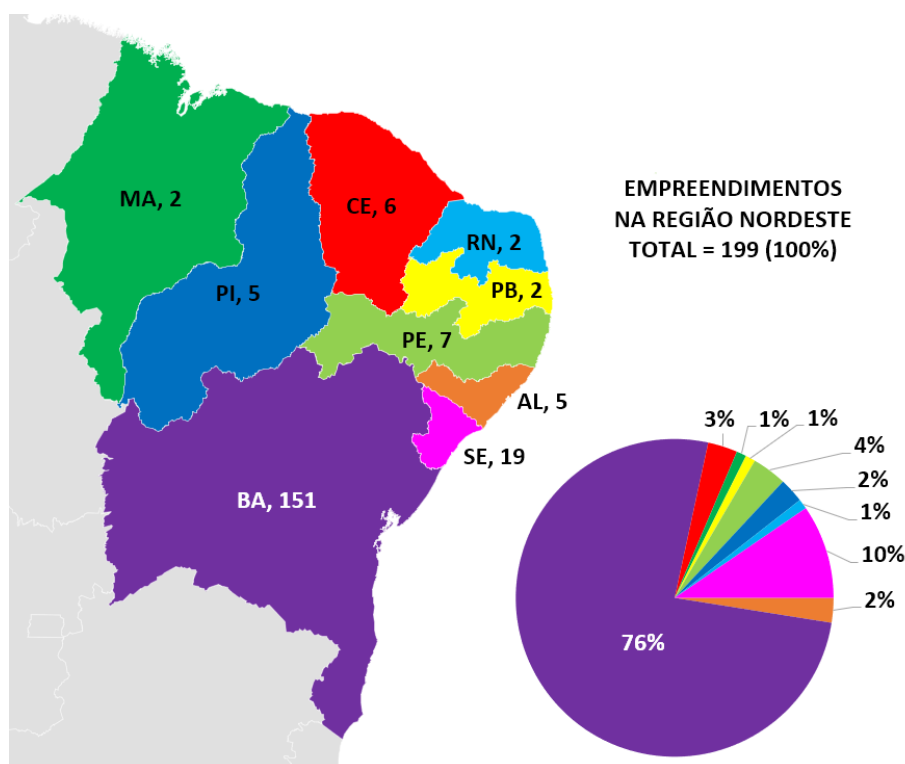


Figura 2: Quantidade de consultorias acústicas para atendimento da NBR 15575 realizadas na Região NE entre Julho de 2013 e Maio de 2023.

O estado da Bahia aparece em destaque com 76% das consultorias realizadas. Se focarmos apenas nesta Unidade Federativa, podemos visualizar na Figura 3 que a atuação na cidade de Salvador ressalta em relação aos demais municípios baianos.



Figura 3: Consultorias acústicas para atendimento da NBR 15575 realizadas na Bahia entre 2013 e 2023.

Durante o levantamento de dados destes 199 empreendimentos, foi realizada também uma classificação do status socioeconômico das edificações, sendo subdivididas então em 5 categorias: HIS (Habitação e Interesse Social), Econômico, Médio, Luxo e Alto luxo. Estas categorias foram definidas após consultas com as mais importantes instituições da construção civil da Bahia: Sindicato da Construção Civil (SINDUSCON) e Associação de Dirigentes de Empresas do Mercado Imobiliário (ADEMI). A classificação nestas categorias ainda é muito subjetiva e não há um parâmetro oficialmente definido. A partir do senso comum, foram utilizadas as seguintes características gerais, expostas no Quadro 1:

Quadro 1: Classificação socioeconômica dos empreendimentos.

Categoria	Características gerais
HIS	geralmente casas/prédios de baixo gabarito, com muitas repetições no terreno, subsídio do governo
Econômico	geralmente situados em bairros populares, fachadas simples, prédios baixos, geralmente sem elevador
Médio	geralmente com 2 elevadores, fachadas com texturas, quarto/sala ou 2/3 quartos, vidros incolores nas esquadrias
Luxo	geralmente com 3 elevadores, pastilhas na fachada ou fachada ventilada, vidros das esquadrias com películas
Alto Luxo	geralmente situados em bairros nobres, terreno grande com boa infraestrutura, apartamentos de 200m ² com 4 suítes, geralmente 1 ou 2 unidades por andar

Para a simulação do desempenho acústico dos empreendimentos analisados foi utilizado o *software* SONarchitect, desenvolvido pela *Sound of Numbers*. Esta ferramenta permite a modelagem da edificação e incorpora os modelos de cálculo, estabelecidos na EN ISO 12354 – *Building Acoustics*, que permitem, a partir das características acústicas dos elementos que compõem as partições construtivas, prever a performance como um todo na edificação e estimar o desempenho que será obtido em campo, com o objetivo de prevenir os problemas sonoros nas habitações e intervir com soluções otimizadas e compatibilizadas com as demais disciplinas. Para as simulações realizadas entre 2013 e 2020 foi utilizada a versão 2 do SONarchitect em conjunto com a versão 2000 da EN 12354. Já para as simulações realizadas entre 2020 e 2023 foi utilizada a versão 3 do SONarchitect em conjunto com a versão 2017 da ISO 12354. É importante observar que as simulações conforme a metodologia de cálculo da norma 12354:2017 são mais exatas do que as simulações conforme EN 12354:2000, embora esta também apresente valores próximos aos obtidos em campo [2].

3. Análise dos resultados

Considerando o total de empreendimentos analisados no nordeste brasileiro durante a última década, é possível verificar, ano a ano, qual foi o nível de desempenho solicitado para atendimento normativo, antes do início das simulações, ou seja, qual era o desejo, a expectativa de atendimento das construtoras/incorporadoras para cada consultoria acústica contratada (Figura 4). Embora haja um aumento considerável de solicitações de atendimento ao Nível Intermediário nos últimos 3 anos, é perceptível a preferência pelo atendimento ao Nível Mínimo. Já as solicitações de atendimento ao Nível Superior, possuem baixa expressividade.

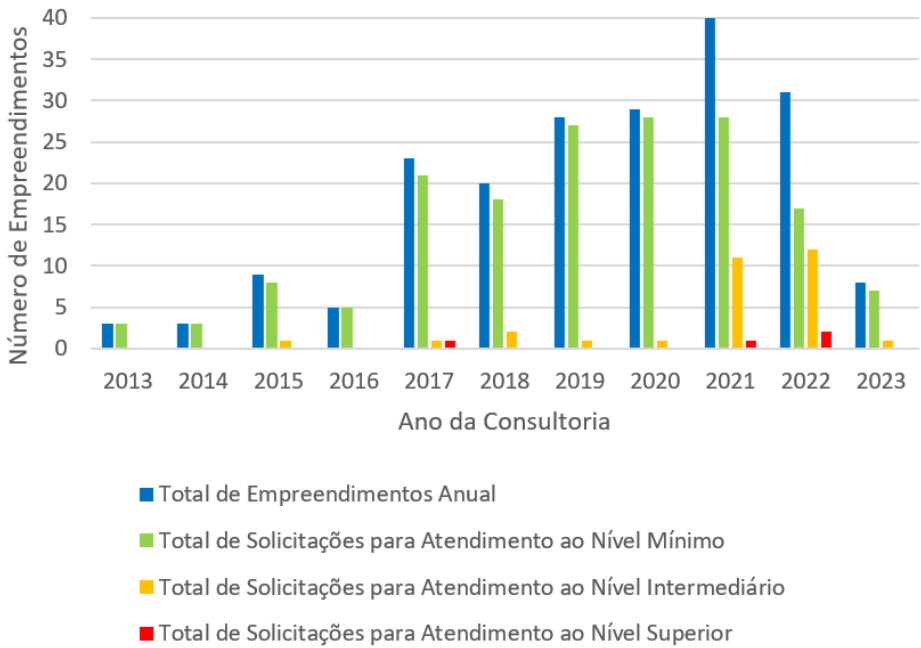
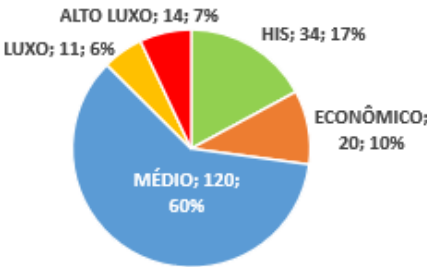
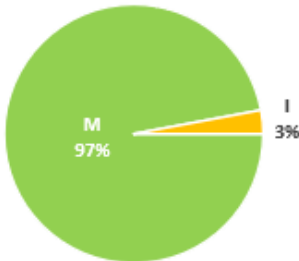


Figura 4: Níveis de atendimento solicitados pelas construtoras/incorporadoras no NE entre 2013 e 2023.

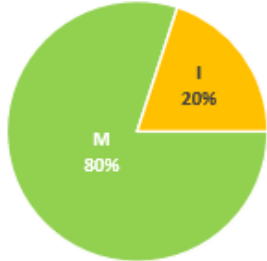
Dentro da amostragem, há uma maior predominância de empreendimentos padrão Médio (60%), seguido de HIS (17%), Econômico (10%), Alto Luxo (7%) e Luxo (6%), conforme pode-se observar na Figura 5a. Quando se cruza o padrão socioeconômico da edificação com os níveis solicitados para atendimento normativo (M; I; S), fica claro que, apesar da melhor infraestrutura, maior área privativa e acabamentos de maior requinte, o principal nível de desempenho acústico almejado para os empreendimentos de Luxo (Figura 5e) ou Alto Luxo (Figura 5f) é o mesmo dos empreendimentos de interesse social (Figura 5b), padrão Econômico (Figura 5c) ou Médio (Figura 5d), ou seja: o Mínimo.



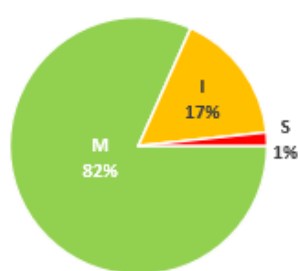
(a) Classificação socioeconômica.



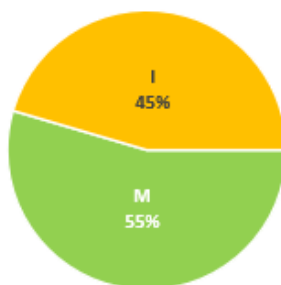
(b) Nível solicitado Padrão HIS.



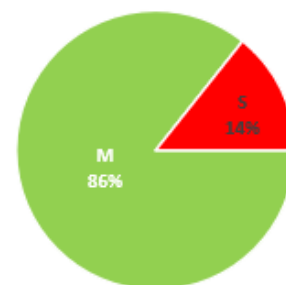
(c) Nível solicitado Padrão Econômico.



(d) Nível solicitado Padrão Médio.



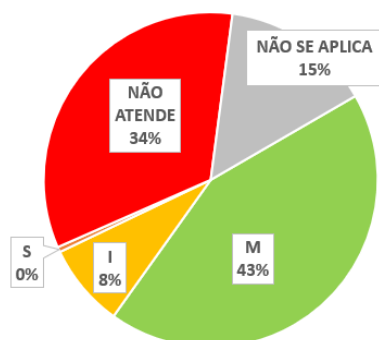
(e) Nível solicitado Padrão Luxo.



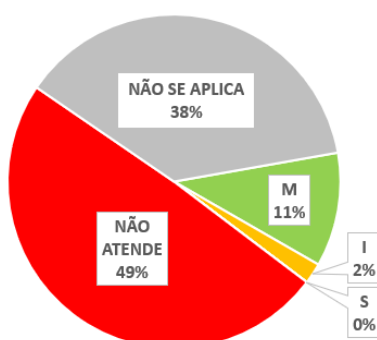
(f) Nível solicitado Padrão Alto Luxo.

Figura 5: Níveis de atendimento solicitados versus padrão socioeconômico dos empreendimentos analisados.

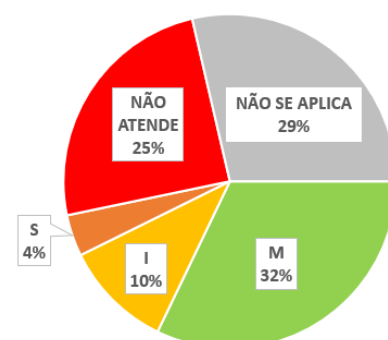
Para verificação do cumprimento aos parâmetros normativos foi utilizado o *software* SONarchitect para gerar as simulações acústicas. Segue abaixo, na Figura 6, os níveis de atendimento alcançados pelos 199 empreendimentos nos 3 principais critérios de acústica: Nível de Pressão Sonora de Impacto Padrão Ponderado ($L'nT,w$) entre dormitórios situados em pavimentos distintos (Figura 6a), Diferença Padronizada de Nível Ponderada (DnT,w) de Sistema de vedação vertical interna entre dormitórios de unidades habitacionais distintas (Figura 6b) e entre salas de unidades habitacionais distintas (Figura 6c).



(a) $L'nT,w$ entre dormitórios.



(b) DnT,w SVI entre dormitórios.



(c) DnT,w SVI entre salas.

Figura 6: Níveis de atendimento alcançados na simulação acústica inicial dos empreendimentos analisados.

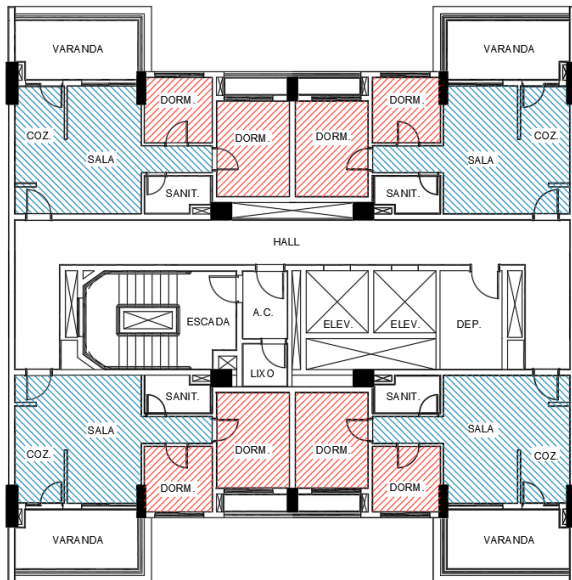
Com relação ao desempenho de ruído de impacto, há uma maior predominância no atendimento normativo, embora concentre-se no Nível Mínimo. É comum neste critério a ocorrência de uma situação, no mínimo, curiosa. Em geral, nas edificações de interesse social há uma certa dificuldade para o atendimento ao ruído de impacto, sendo usual o encontro de valores entre 82dB e 84dB, geralmente devido à uma solução construtiva com lajes muito esbeltas, sem contrapiso ou piso final, sem forro, com dormitórios de pé-direito baixo e área reduzida.

Nestas situações, dificilmente são aceitas soluções que envolvam aumento da espessura da laje, adição de contrapiso, forro ou mantas acústicas de piso flutuante. Uma das soluções aceitas tem sido a adoção de “emulsões acústicas” que possuem algo em torno de 3mm de espessura e que costumam promover reduções de Nível de Impacto na ordem de 10dB, fazendo com que os ambientes passem a atender o Nível Mínimo com 72dB a 74dB. Entretanto, em empreendimentos de melhor padrão socioeconômico, quando encontra-se na simulação acústica um resultado de 77dB a 78dB para o ruído de impacto, nenhuma medida costuma ser adotada, uma vez que o Nível Mínimo já está sendo cumprido, porém, em certos momentos, com valores piores do que os das habitações de interesse social.

Com relação ao isolamento ao ruído aéreo de paredes de geminação entre dormitórios de unidades habitacionais distintas é constante a ocorrência de situações de não atendimento, o que gera consequências para o projeto e para a obra, pois em geral, é a composição da parede de geminação que deve ser revista, ou adotando sistemas de parede dupla, ou aumentando a espessura e a densidade dos

revestimentos e do bloco, sendo comum o seu preenchimento, o que implica em alterações de medidas internas do dormitório e maior carga linear sobre a estrutura.

É necessário que o projetista tenha a consciência de que, numa planta baixa simples de uma edificação habitacional com sistema construtivo convencional, ao se desenhar as salas nas esquinas, os dormitórios de unidades distintas vão situar-se no meio da planta, aumentando a ocorrência deste tipo de geminação (Figuras 7a e 7b), devendo ser previsto em projeto paredes mais espessas para evitar perdas de espaço após as intervenções da consultoria acústica.



(a) Planta baixa com Salas nas esquinas.



(b) Planta baixa com Dormitórios nas esquinas.

Figura 7: Disposição de Salas e Dormitórios em plantas baixas de pavimentos tipo de duas edificações.

Já no caso do ruído aéreo de salas geminadas entre unidades distintas, é mais comum a ocorrência do atendimento normativo. Como geralmente são ambientes de grande volume geométrico, as intervenções nos casos necessários não costumam modificar de forma significativa o padrão construtivo previsto inicialmente, o que facilita a incorporação das soluções sugeridas.

O presente estudo também fez um levantamento acerca da Classe de Ruído dos empreendimentos analisados. A maior parte dos municípios abrangidos não possui um Mapa Acústico, sendo necessário, portanto, a análise das principais fontes sonoras do entorno imediato, a caracterização das vias e do fluxo de tráfego, além da realização de medições sonoras em conformidade com as orientações da NBR 10151.

Considerando os 199 empreendimentos, foram feitos 489 registros de ruído ambiental (Figura 8a), totalizando cerca de 122 horas de medição. Para a definição da Classe de Ruído (Figura 8b) foram realizados estudos simplificados de cálculo de propagação de fonte linear e pontual e/ou mapas acústicos locais (com uso do *software* CadnaA, da *DataKustic*) até um raio de 200m. Houve uma predominância das Classes I e II. Apenas 1 empreendimento teve os Níveis Incidentes ultrapassando o limite dos 70dB da Classe III, entrando na “Classe IV”, onde o isolamento da fachada deve ser definido pelo valor do Nível Incidente (L_{inc}) reduzido de 40dB para atendimento ao Mínimo nos dormitórios.

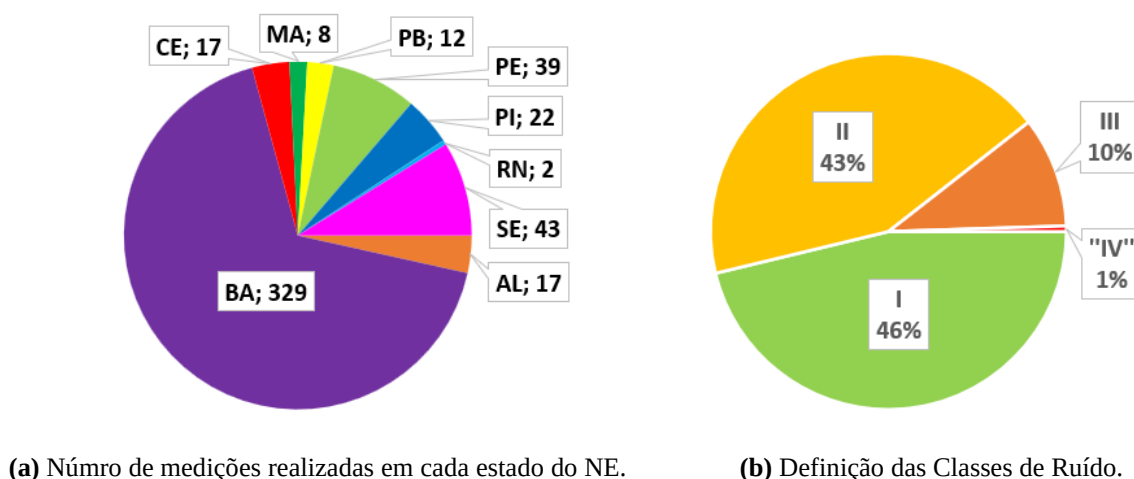


Figura 8: Levantamento das medições sonoras realizadas para a os estudos de Classe de Ruído.

Com a experiência obtida durante estas consultorias, percebeu-se a ocorrência de determinadas situações (Figura 9) consideradas críticas para o desempenho e, até mesmo, para o conforto acústico dos usuários.

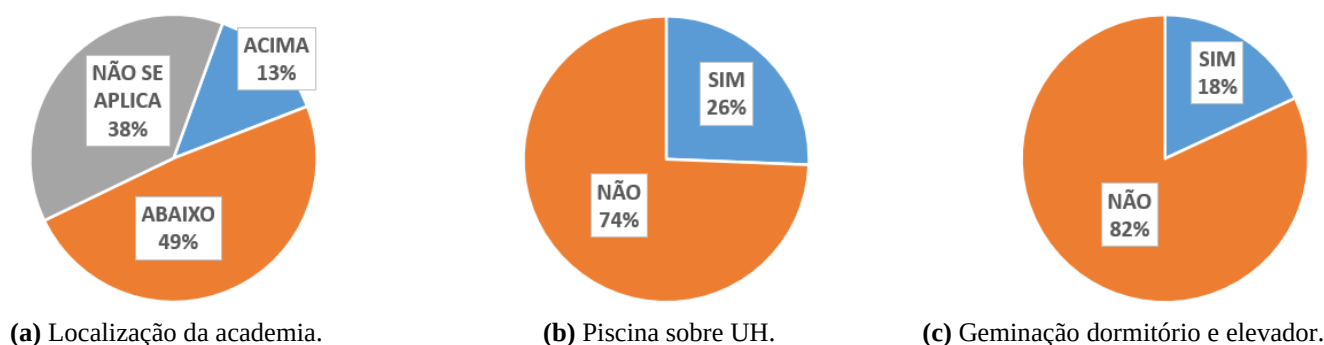


Figura 9: Ocorrência de situações críticas para o desempenho acústico nos empreendimentos analisados.

A primeira delas diz respeito à localização do ambiente da academia/fitness (Figura 9a), considerado pela Norma de Desempenho como um espaço de uso coletivo da edificação. Quando a academia está situada acima da unidade habitacional, a NBR 15575 é mais exigente quanto ao ruído de impacto, solicitando um $L'_{nT,w} \leq 55\text{dB}$. Por outro lado, quando a academia é localizada abaixo da unidade habitacional (Figura 10), é avaliado apenas o desempenho quanto ao isolamento do ruído aéreo para a unidade situada acima. Entretanto, é comum ocorrer a transmissão sonora de ruído de impacto, oriundo de quedas de pesos e dos equipamentos da academia para as unidades habitacionais superiores.

Apesar desta ser uma situação não abrangida pela Norma de Desempenho, pode implicar no não cumprimento de outras normas de acústica. Luz, J. L. *et al.* [3] destaca que corridas em esteiras, uso de equipamentos articulados, soltura de halteres e *kettlebell* costumam ser as fontes de ruído causadoras de incômodos e propõe uma metodologia padrão para a avaliação perante a NBR 10152:2017 – Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações.

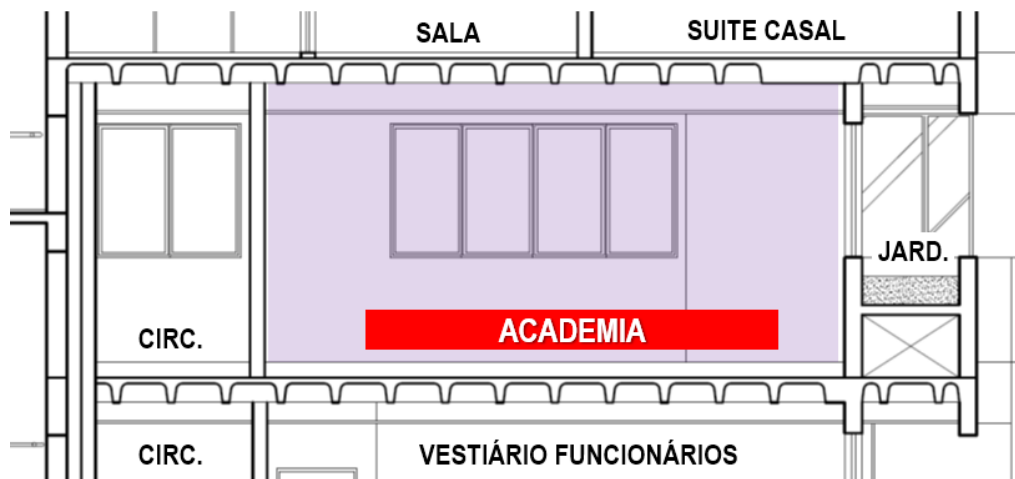


Figura 10: Academias situadas abaixo das unidades habitacionais.

A segunda situação é a ocorrência de piscinas sobre unidade habitacional (Figura 9b), situação de caráter informativo e não obrigatório de cumprimento se considerar a piscina não como um espaço, mas sim como um equipamento da edificação. Embora Schmitt, R. *et al.* [4] tenha proposto um caminho em potencial para o desenvolvimento de uma metodologia de ensaio com a *Slam Ball*, não há, ainda, um procedimento normativo nacional estabelecido para a avaliação da transmissão do ruído neste cenário. Schmitt, R. *et al.* [4] destaca que as fontes são diversas, como os impactos provocados por pulos, batidas nas laterais e pela própria movimentação da água.

Quando não há uma separação entre a laje de piso da piscina e a laje de teto da unidade habitacional (Figura 11), a solução mais eficaz perpassa pelo desacoplamento rígido da estrutura da piscina por meio de mantas acústicas específicas, o que implica em compatibilizações com os projetos de arquitetura, estrutura, paisagismo e impermeabilização. Nesta configuração é necessário também atenção especial aos equipamentos de força motriz da casa de bombas da piscina, que devem ser preferencialmente, apoiados sobre amortecedores helicoidais compressíveis, calculados de acordo com as informações técnicas de cada equipamento, para evitar a transmissão de ruído via vibração estrutural.

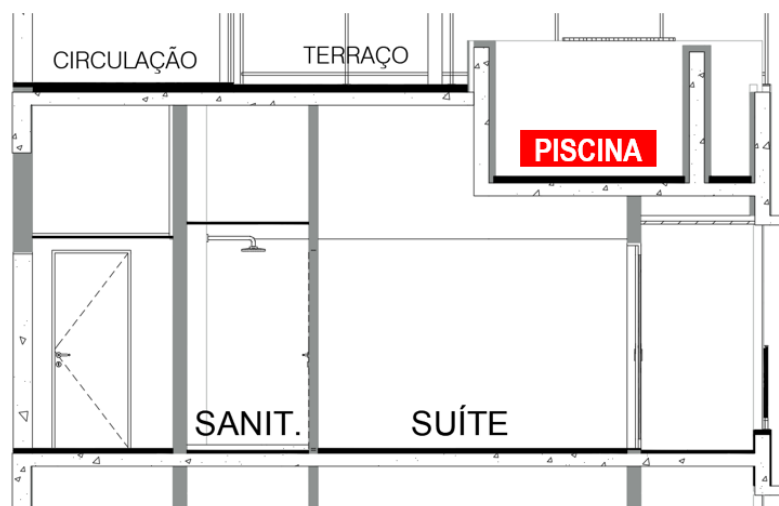


Figura 11: Piscinas situadas acima das unidades habitacionais.

A terceira situação é a geminação entre dormitórios e elevadores de circulação vertical da edificação (Figuras 9c e 12). Sales, G. O. *et al.* [5] afirma que “ambientes técnicos promovem, além da transmissão de ruído aéreo, ruídos causados por vibração. Portanto, também é necessária uma análise criteriosa quanto às ligações rígidas das fontes com os elementos construtivos como lajes, pilares, vigas e

elementos de vedação”. Neste caso, a melhor solução ainda reside no desenho arquitetônico, simplesmente evitando este tipo de ocorrência, pois trata-se de um ruído intermitente, variável, imprevisível, sujeito à conexões rígidas que promovem vibração estrutural e de difícil solução viável do ponto de vista executivo, uma vez que a maioria dos fabricantes de elevadores suspende a garantia dos equipamentos caso sejam adotados amortecedores no sistema de fixação dos trilhos.

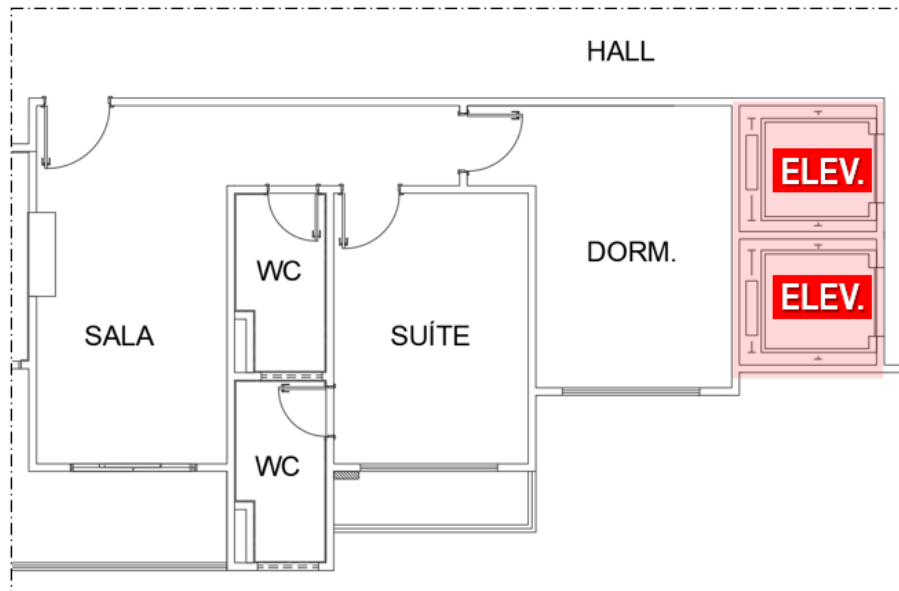


Figura 12: Elevadores geminados com dormitório.

4. Considerações finais/Conclusões

Ao completar 10 anos de publicação, a ABNT NBR 15575 continua sendo referência importante para a avaliação e melhoria do desempenho acústico das edificações habitacionais no Brasil. Buscou-se, com base nos dados coletados e analisados neste estudo, oferecer uma sinopse do desempenho acústico das edificações habitacionais na Região Nordeste para profissionais da construção civil, legisladores e pesquisadores interessados no tema do desempenho acústico em edificações residenciais.

Mudanças costumam incomodar. Sair da zona de conforto e repensar a forma de trabalhar para definir algumas alterações nas tipologias construtivas demanda tempo e dedicação. A preferência por atender apenas o Nível Mínimo de desempenho acústico, mesmo em empreendimentos de alto padrão socioeconômico, demonstra a necessidade de conscientização das construtoras e incorporadoras em relação ao conforto acústico. Concomitante, é necessário um maior comprometimento por parte do mercado imobiliário para buscar níveis de desempenho mais elevados, visando sempre o conforto, a saúde e a qualidade de vida dos moradores.

Diante da quantidade de dados coletados, em especial no município de Salvador/BA, recomenda-se o desenvolvimento de outros estudos, correlacionando os resultados obtidos nas simulações acústicas com os sistemas construtivos adotados e avaliando a influência do zoneamento e planejamento urbano nos registros sonoros efetivados durante a última década, nesta cidade.

Referências

1. ARAÚJO, Jéssica S., *Estado da arte dos componentes construtivos à luz do atendimento dos requisitos acústicos da Norma de Desempenho – ABNT NBR 15575:2013*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2020.
2. FENGLER, B.; ROCHA, R.R.; SÁ, K; GINER, J C. *Comparação da norma EN 12354 versões 2000 e 2017 aplicada às simulações de desempenho acústico em edificações*. XII Congresso Iberoamericano de Acústica e XXIX Encontro da Sobrac. Florianópolis/SC. 2022.
3. LUZ, J. L.; RIVIERA, L. M.; SCHMITT, R.; FREITAS, A. R.; MAQUEZ, J. C. *Estudo de soluções para o isolamento de ruído de impacto Gerado nas academias de edifícios multifamiliares*. XII Congresso Iberoamericano de Acústica e XXIX Encontro da Sobrac. Florianópolis/SC. 2022.
4. SCHMITT, R.; LUZ, J. L.; COELHO, F. C.; MACIEL, C. A.; NASCIMENTO, N. L. F. *Avaliação da transmissão sonora entre piscinas nas coberturas e unidades habitacionais de edifícios multifamiliares*. XII Congresso Iberoamericano de Acústica e XXIX Encontro da Sobrac. Florianópolis/SC. 2022.
5. SALES, G. O.; PIRES, J. L. G.; COELHO, F. C.; SILVA, L. J. M.; LACERDA, M. S. *Avaliação acústica de ambientes de uso coletivo e técnico em edificações habitacionais multifamiliares*. XII Congresso Iberoamericano de Acústica e XXIX Encontro da Sobrac. Florianópolis/SC. 2022.