



FIA 2020/22

XII CONGRESSO/CONGRESO IBEROAMERICANO DE ACÚSTICA

XXIX ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA - SOBRAC

Florianópolis, SC, Brasil

NORMAS DE DESEMPENHO ACÚSTICO DE EDIFICAÇÕES: Um comparativo entre a Espanha (CTE-2009) e o Brasil (NBR 15575:2013)

Silva, G. A. C.¹

¹ Coeficiência Acústica, Maringá, PR, Brasil, guilherme@coeficiencia.com.br

Resumo

Níveis de ruído elevados podem gerar desconforto, dificuldade de dormir e se concentrar. Em edificações é identificado como um dos principais motivos de reclamações entre vizinhos. A Norma de Desempenho, Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 15575:2013/Em2:2021 pauta os níveis de desempenho e parâmetros acústico com requisitos mínimos de desempenho para a qualidade da edificação o conforto dos usuários. Na Espanha, de maneira análoga, o Código Técnico da Edificação (CTE) pauta o tema, porém, além das exigências, também fornece documentos de apoio com procedimentos que se aplicados, pressupõem que os requisitos mínimos estão sendo atendidos. Este artigo tem como objetivo apresentar um comparativo da aplicação das normas brasileira e do código espanhol avaliando semelhanças e diferenças para avaliar viabilidade da criação de um documento de apoio que auxilie projetistas e construtores a atingirem os níveis de desempenho acústico para as edificações brasileiras. A metodologia aplicada é a de pesquisa bibliográfica consultando as partes 1,3,4 e 5 da ABNT NBR 15575:2013/Em2:2021, o CTE espanhol e seu, Documento Básico HR “*Protección frente al ruido*” de 2009, *Guía de Aplicación del DB HR Protección Frente Al Ruido (Versión V.03 Diciembre de 2016)*. Os resultados da comparação evidenciam que ambas as normas avaliam os mesmos parâmetros acústicos apesar de diferenças nos níveis requisitados e formas de comprovação do atendimento. Baseado na experiência espanhola demonstra-se que é possível a criação de um Documento Básico e um Guia nos moldes do Documento Básico HR espanhol e propõe-se diretrizes e sugere uma lista dos principais tópicos para sua estruturação e desenvolvimento.

Palavras-chave: desempenho acústico, edificações, NBR 15575, CTE, qualidade acústica.

Abstract

High noise levels can cause discomfort, difficulty sleeping and concentrating. In buildings, it is identified as one of the main reasons for complaints between neighbors. The Performance Standard, Brazilian Association of Technical Standards (ABNT) NBR 15575:2013/Em2:2021 guides performance levels and acoustic parameters with minimum performance requirements for building quality and user comfort. In Spain, in a similar way, the Technical Building Code (CTE) guides the theme, however, in addition to the requirements, it also provides supporting documents with procedures that, if applied, presuppose that the minimum requirements are being met. This article aims to present a comparison of the application of Brazilian standards and the Spanish code, evaluating similarities and differences to assess the feasibility of creating a support document that helps designers and builders to achieve acoustic performance levels for Brazilian buildings. The methodology applied is that of bibliographic research, consulting parts 1,3,4 and 5 of ABNT NBR 15575:2013/Em2:2021, the Spanish CTE and its Basic Document HR “*Protección Frente al Noise*” of 2009, *Guía de Aplicación del DB HR Protección Frente Al Ruido (Versión V.03 December 2016)*. The results of the comparison show that both standards assess the same acoustic parameters despite differences in the required levels and forms of proof of service. Based on the Spanish experience, it is shown that it is possible to create a Basic Document and a Guide along the lines of the Spanish Basic Document HR, and it proposes guidelines and suggests a list of the main topics for its structuring and development.

Keywords: acoustic performance, buildings, NBR 15575, CTE, acoustic quality.



1. INTRODUÇÃO

De acordo com [1] LORENZI, desde 2008 a [2] ABNT¹ NBR 15575:2013/Em2:2021 vinha sendo utilizada por órgãos financiadores e algumas empresas da construção civil como balizadora da abordagem tecnológica de desempenho de edificações e que os projetistas, considerados os impulsionadores da cadeia produtiva, têm papel de destaque no processo. No entanto, deve ser gerado o acultramento do setor por meio de ações de conscientização e motivação. A autora compreende que pesquisas na área de avaliação de desempenho de edificação alinhadas à produção de material didático podem suprir a falta de informação aos profissionais da área e promover mudanças significativas na tomada de decisão quanto a seleção e escolha de sistemas construtivos a serem incorporados às edificações.

[3] COVELO SILVA afirma que o país carece de banco de dados que sirva de auxílio para tomada de decisão do tipo de sistema construtivo aplicado a determinadas situações.

Segundo [4] TAKAHASHI para que o desempenho acústico da edificação seja obtido é necessário que na fase de concepção projeto do edifício sejam dimensionados e escolhidos corretamente os elementos construtivos dos sistemas: de piso, de vedação vertical interna e externa, de cobertura e de equipamentos prediais.

Verifica-se, portanto, que o cenário brasileiro carece de material didático para orientação de projetistas e construtores.

O [5] Documento Básico HR contido no [6] CTE² - de 2009 se baseia nos mesmos parâmetros acústicos para a definição de requisitos que a [2] ABNT NBR 15575:2013/Em2:2021 utiliza para avaliação do desempenho acústico das edificações. Além disso, o [6] CTE, fornece métodos e procedimentos para adequação a estes parâmetros, descritos no [5] Documento Básico HR de 2009.

Este artigo avalia a possibilidade de criação de um modelo de documentação básica aplicada às edificações habitacionais brasileiras nos moldes do “Documento Básico” disposto no [6] CTE¹ – para assegurar a conformidade de projetos de edificações habitacionais e guiar o atendimento aos níveis de desempenho acústico previstos na a [2] ABNT NBR 15.575:2013/Em2:2021.

Alguns objetivos específicos propostos para esta pesquisa são:

- Elencar pontos de convergência e disparidade entre a normativa brasileira e o código técnico espanhol nos tópicos, procedimentos de verificação, valores limites de isolamento, valores limites de tempo de reverberação, ruído e vibração de instalações.
- Confirmada a possibilidade de criação de “documento de apoio” brasileiro, propor diretrizes que a orientem e possíveis tópicos de estruturação o Documento Básico.

2. FUNDAMENTOS

Conforme [7] CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO a aplicação da [2] ABNT NBR 15575:2013/Em2:2021 é distribuída entre os principais agentes do setor de construção civil. A responsabilidade de demonstrar a qualidade do produto é do fornecedor. Portanto, cabe aos fornecedores de materiais e produtos comprovar o atendimento às normas técnicas, em geral prescritivas e anteriores à Norma de desempenho. Aos projetistas cabe especificar os requisitos dos materiais e produtos que devem ser utilizados, e às incorporadoras, ou construtoras, comprovar o atendimento à norma de desempenho de seus sistemas e exigir comprovação de atendimento das normas técnicas relativas a materiais e produtos.

Cabe ao empreendedor analisar estes dados quanto à capacidade de atenderem a condição de

¹ ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

² CTE – Código Técnico da Edificação Espanhola

desempenho em campo exigida pelo incorporador/construtor.

A especificação precisa se basear nestes dados e o incorporador/construtor deve saber, de antemão, as condições de execução e instalação necessárias para atender aos requisitos e critérios estabelecidos, garantindo a efetividade de sua aplicação. Qualquer sistema utilizado deve ser passível de demonstração quando necessário para que se possa efetivamente obter evidências de que os níveis mínimos exigidos serão atendidos.

Os resultados dos ensaios realizados pelos fabricantes devem ser registrados e evidenciados. O usuário, por sua vez, precisa ser informado sobre como suas ações de uso, operação e manutenção podem alterar o desempenho acústico dos sistemas que recebeu, tais como alterações de paredes, pisos, portas e esquadrias.

A normativa europeia [8] EN 12354 (*Building Acoustics – Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements.*), permite estimar o desempenho de isolamento acústico entre dois ambientes a partir da performance individual dos elementos (paredes, portas, janelas, lajes, pisos e forros), além de características de cada recinto que precisa ser isolado, como volume, reverberação e dimensões da superfície separadora. Portanto, para o projetista de acústica possuir dados confiáveis sobre os elementos que compõem o sistema construtivo confere mais precisão e segurança no dimensionamento e especificação de soluções.

Analogamente à experiência brasileira, na Espanha também há uma norma de desempenho semelhante à brasileira, chamado [6] CTE que é o marco normativo que estabelece as exigências que os edifícios devem cumprir em relação aos requisitos básicos de segurança e habitabilidade estabelecidos por Lei.

Porém, diferente da [2] ABNT NBR 15575:2013/Em2:2021 que apresenta limites e não oferece material para guiar o trabalho dos

profissionais e construtores sujeitos às novas exigências referentes a desempenho acústico, o Ministério do Fomento espanhol publicou uma série de documentos de apoio, disponíveis *online*.

Um desses documentos é o [5] DB HR³ que tem o objetivo de estabelecer não apenas regras, mas também procedimentos, assim como uma ferramenta de cálculo gratuita que permitem o projetista cumprir as exigências básicas de proteção ao ruído previstos no CTE. A correta aplicação deste documento pressupõe que os requisitos básicos de proteção ao ruído ou desempenho acústico foram contemplados durante as fases de projeto e execução.

2.1 Norma de desempenho de edificações – [2] ABNT NBR 15575:2013/Em2:2021

Na Norma brasileira o edifício é constituído de sistemas, elementos e componentes que interagem entre si, cada um com uma função determinada para a obtenção do desempenho global e de cada parte, como descrito nos itens a seguir:

3.4 Componente: unidade integrante de determinado elemento da edificação, com forma definida e destinada a cumprir funções específicas (exemplos: bloco de alvenaria, telha, folha de porta).

3.14 Elemento: parte de um sistema com funções específicas. Geralmente é composto por um conjunto de componentes (exemplo: parede de vedação de alvenaria, painel de vedação pré-fabricado, estrutura de cobertura)

3.39 Sistema: a maior parte funcional do edifício. Conjunto de elementos e componentes destinados a cumprir com uma macrofunção que a define (exemplo: fundação, estrutura, vedações verticais, instalações hidrossanitárias, cobertura), ([2] ABNT NBR 15575, 2013, Parte 1, p.7 e 10).

³ DB HR - Documento Básico HR de “Protección frente al ruido”



Para atingir o desempenho dos sistemas é necessário conhecer também o desempenho dos elementos e componentes, os requisitos de cada componente devem ser compatíveis com a vida útil dos sistemas fazem parte. Para que o desempenho e consequentemente as necessidades dos usuários sejam atendidas é necessário que exista um ambiente interno e externo às empresas e a todos os agentes do setor voltados ao alcance do desempenho.

2.1.1 Desempenho Acústico na Norma de Desempenho [2]ABNT NBR 15575:2013/Em2:2021.

A edificação deve atender aos requisitos mínimos de desempenho entre áreas comuns e privativas, entre áreas privativas de unidades autônomas diferentes e de vedações externas frente ao ruído proveniente do exterior da edificação.

As vedações externas, fachadas da edificação, devem proporcionar condições mínimas de desempenho acústico, com relação a fontes normalizadas de ruídos aéreos externos, como estabelecido nas partes 4 e 5 da norma.

As vedações internas, que abrangem sistemas de pisos e vedações verticais, devem atender aos requisitos mínimos presentes [2] ABNT NBR 15575-3 e 15575-4 para isolação ao ruído aéreo de fontes normalizadas entre áreas comuns, ambientes de unidades habitacionais e entre unidades habitacionais distintas.

Os sistemas de pisos devem atender aos requisitos presentes nas [2] ABNT NBR 15575-3 e [2] ABNT NBR 15575-5 em relação a fontes padronizadas de ruído de impacto.

A presente versão da norma não estabelece parâmetros mínimos a serem atendidos entre cômodos de uma mesma unidade.

2.1.2 Métodos de avaliação de desempenho acústico definidos na Norma de Desempenho [2]ABNT NBR 15575:2013/Em2:2021

A Parte 12.1 da [2] ABNT NBR 15575:2013/Em2:2021 apresenta os requisitos e critérios para avaliação do isolamento acústico entre os meios externo e interno, entre as

unidades autônomas e entre as dependências de uma unidade e áreas comuns.

O atendimento dos valores de desempenho, estabelecidos nesta Norma, é avaliado por meio de ensaios realizados em campo para os sistemas de vedações verticais da unidade habitacional. Este requisito aplica-se também as SVVIE com função estrutural.

Métodos de engenharia, realizados em campo para avaliação de Sistemas de vedação verticais internos e externos (SVVIE) e sistemas de piso (SVHI):

- Para SVVI (paredes internas) entre unidades autônomas e entre uma unidade e áreas comuns, caracterizando de forma direta o comportamento acústico do sistema, esse método de medição é descrito na norma [9] ABNT NBR ISO 16283-1:2018 Acústica - Medição de campo do isolamento acústico nas edificações e nos elementos de edificações - Parte 1: Isolamento a ruído aéreo [10] ISO 717-1 (Acústica — Classificação de isolamento acústico em edificações e elementos de edificações - Parte 1: Isolamento a ruído aéreo).
- Para sistemas de piso (SVHI) isolamento de ruído de impacto-padrão determina o nível de pressão sonora de impacto entre unidades autônomas, caracterizando de forma direta o comportamento acústico do sistema, esse método de medição é descrito na norma [11] ABNT NBR ISO 16283-2:2021 Acústica - Medição de campo do isolamento acústico nas edificações e nos elementos de edificações - Parte 2: Isolamento a ruído de impacto e [12] ISO 717-2:2020 Acústica — Classificação de isolamento acústico em edificações e elementos de edificações
- Para SVVE (fachada) ou conjunto (fachada e cobertura) é utilizado o método descrito nas [13] ISO 16283-3 Acústica - Medição de campo do isolamento acústico nas edificações e nos elementos de edificações - Parte 3: Isolamento de fachada a ruído aéreo e [10] ISO 717-1 Acústica —

Classificação de isolamento acústico em edificações e elementos de edificações - Parte 1: Isolamento a ruído aéreo.

Método simplificado realizados em campo para avaliação de SVVIE e SVHI:

- é utilizado quando o nível de ruído de fundo é muito elevado ou quando não se dispõe de equipamento para determinação do tempo de reverberação, sendo descrito pela [14] ABNT NBR ISO 10052:2004/Amd 1:2010 Acústica — Medições em campo de isolamento a ruído aéreo e de impacto e de sons de equipamentos prediais - Método simplificado e [10] e [12] ISO 717 (Acústica — Classificação de isolamento acústico em edificações e elementos de edificações. – Partes 1 e 2).

2.2. Código técnico de edificações espanhol (CTE)

Criado em 2006, conforme [15] KERN; SILVA; KAZMIERCZAK, é considerado um marco no setor da construção espanhola, estabelece os requisitos mínimos que as edificações devem obedecer em relação à segurança e à habitabilidade, cujo objetivo básico foi o de regular as exigências básicas de qualidade que os edifícios devem cumprir, estabelecendo as obrigações e responsabilidades dos agentes envolvidos na construção.

O processo de construção bem como as garantias necessárias para o bom desenvolvimento, garantindo a qualidade, satisfazendo as necessidades básicas dos edifícios e a proteção adequada dos interesses dos usuários. Conforme as autoras, em entrevistas realizada em que profissionais espanhóis e brasileiros foram questionados para comparar os processos de implantação do [6] CTE e da [2] ABNT NBR 15575:2013/Em2:2021.

Concluiu-se, no que diz respeito ao processo de implantação, que ambos os casos os profissionais alegam ser necessário maior prazo para desenvolvimento dos projetos e há necessidades de profissionais responsáveis pela implantação das normas nos escritórios.

As diferenças principais estão no suporte dado pelos promulgadores das normas, na Espanha foram criados meios de diálogo, fiscalização e proporcionado livre acesso aos ao conteúdo das normas utilizadas, sendo que no Brasil demonstra menos suporte à adaptação dos profissionais a essa nova realidade.

[4] TAKAHASHI, adotou como referência o Código Técnico de Edificações da Espanha em sua tese para o desenvolvimento de uma ferramenta computacional e avaliação do desempenho acústico para a [2] ABNT NBR 15575 de 2013 porque estabelece objetivos similares ao da norma de desempenho brasileira.

2.2.1 Documento Básico de Protección Frente Al Ruído (DB HR) de 2009, Versão 2019

O [5] DB HR tem como objetivo estabelecer regras e procedimentos que permitem minimizar o risco de desconforto ou doença limitando seus efeitos no interior do edifício em condições normais de uso. Ele abrange as características de concepção, construção, uso e manutenção da edificação tendo como objetivo estabelecer regras e procedimentos que, se cumpridos, permitem o atendimento às exigências básicas

Dentre as exigências básicas, especifica parâmetros, objetivos e sistemas de verificação cujo cumprimento assegura a satisfação das exigências básicas e a superação dos níveis mínimos de qualidade próprios do requisito básico de proteção contra o ruído.



Figura 1: Ilustração dos documentos que compõem o [6] CTE.



2.2.1 Guia de aplicação do DB HR de Aplicação da Proteção Contra o Ruído, Versão V.03, dezembro de 2016

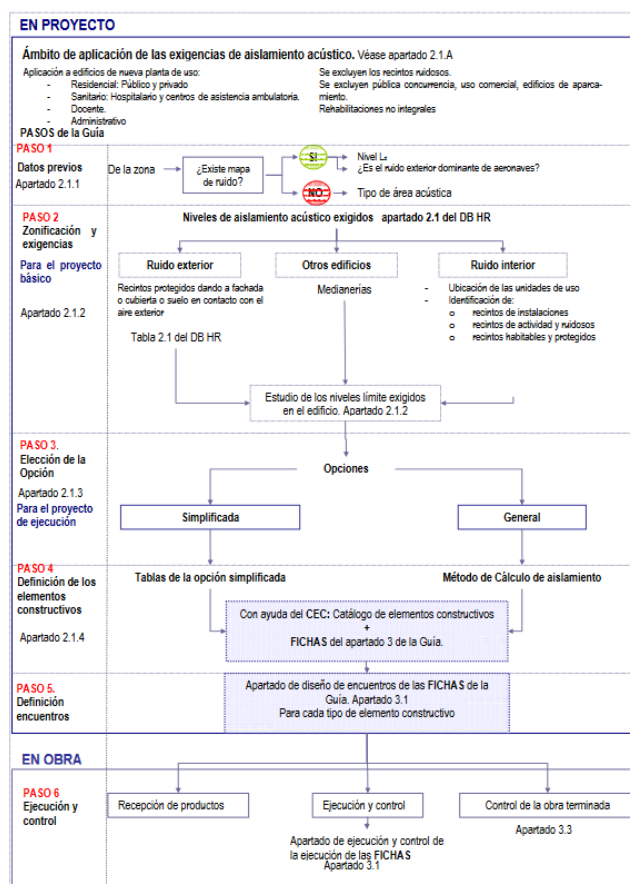


Figura 3: Esquema organizativo no que diz respeito a isolamento acústico. (Adaptado de [xx] do Guia de aplicação [5] DB HR *Protección frente al ruido*, Versão V.03, Dezembro de 2016)

Nasce dentro do âmbito do Instituto de Ciências da Construção Eduardo Torroja, é de caráter complementar e discorre sobre os princípios e o texto regulamentador.



Figura 2: Ilustração do Guia DB-HR. (Adaptado de <https://www.codigotecnico.org/>)

A estruturação foi feita levando em conta as diferentes fases do projeto, assim como os

aspectos relacionados com execução e controle de obras e foi redigido com o intuito de seguir o

processo próprio de um projeto de edificação. Seu conteúdo se agrupa em duas partes diferentes.

A primeira parte, baseada no [5] DB HR, discorre sobre os critérios de aplicação dele, procurando a exposição de procedimentos e metodologias simples, de ajuda para a manutenção do documento básico e de execução, juntamente com outras ferramentas como o Catálogo de Elementos Construtivos.

A segunda parte consiste em uma série de fichas que reúnem informação sobre os elementos construtivos, seus encontros, a execução deles e as condições relacionadas com o isolamento acústico dos elementos construtivos e da proteção contra o ruído e as vibrações de instalações.

Além disso, a Guia de Aplicação do [5] DB HR contém dois anexos onde desenvolve-se conceitos básicos e exemplos de aplicação das exigências de isolamento acústicos.

3. METODOLOGIA

Segundo [19] GIL (2002) com base no procedimento adotado para coleta de dados, a metodologia empregada segue o delineamento que a classifica como pesquisa bibliográfica.

A estratégia utilizada foi o estudo de caso comparativo, dividido nas seguintes etapas: análise das normativas brasileiras e o [6] CTE, análise do documento de apoio [5] DB HR para fundamentar a aplicabilidade de maneira análoga à brasileira através da procura de similaridades e disparidades entre conceitos aplicados, métodos de avaliação e recomendações.

Desta maneira as fontes brasileiras consultadas são o conjunto de normas [2] ABNT NBR 15575:2013/Em2:2021, partes 1, 3, 4 e 5. Comparando aos dados encontrados nas fontes espanholas.

Os aspectos de comparação propostos no quadro a seguir foram elaborados considerando

a exemplo de matrizes comparativas elaboradas por [17] KERN; SILVA; KAZMIERCZAK aspectos gerais (Criação e Objetivo).

Dando prosseguimento à matriz comparativa, os aspectos avaliados foram determinados com base no Capítulo 2 do *Guía de Aplicación del DB HR Protección Frente Al Ruido (Versión V.03 Diciembre de 2016)* que trata dos critérios de aplicação do DB HR.

A divisão foi feita entre os que se referem à aplicação da norma (âmbito de aplicação, critérios avaliados).

Quadro 1: Aspectos de comparação elencados para comparação entre [2] ABNT NBR 15575:2013 e CTE (Elaborado pelo autor)

Aspectos de Comparação	Descrição
Criação	A partir de qual data entrou em vigência?
Objetivo	Qual foi o objetivo da criação?
Âmbitos de Aplicação	Tipos de obras que deverão se enquadrar nestes aspectos? (Construções novas, reformas, ampliações, recintos ruidosos, recintos e edifícios destinados a espetáculos, outros)

E entre aspectos técnicos (zoneamento da edificação, índices acústicos avaliados, níveis de exigências e procedimentos de verificação) nos casos em que a norma é aplicada.

Quadro 2: Aspectos de comparação elencados para comparação entre [2] ABNT NBR 15575:2013 e [6] CTE (2009) (Elaborado pelo autor)

Aspectos de Comparação	Descrição
Crítérios avaliados	Quais critérios acústicos devem ser avaliados em cada caso? (ruído aéreo, de impacto, de instalações, hidrossanitários, tempo de reverberação, etc.)
Zoneamento	Quais são os sistemas construtivos avaliados ou tipos de ambiente avaliados? (Vedações internas, externas, entre pavimentos, unidades habitacionais, ambientes

	de uma mesma unidade, fachadas, outros)
Índices Acústicos Avaliados	Quais índices acústicos dos elementos construtivos? E dos sistemas construtivos?
Níveis de Exigências	Quais são as exigências de isolamento em relação ao zoneamento da edificação?
Procedimentos de Verificação	Quais são os procedimentos de comprovação de que as exigências acústicas da edificação foram satisfeitas? (Laudos técnicos, fichas técnicas, de dimensionamento, projeto, outros).

4. RESULTADOS

A apresentação dos resultados foi organizada no formato de quadros divididos por temas com a finalidade de facilitar a comparação das diferenças ou semelhanças presentes na [2] ABNT NBR 15575:2013 e no [6] CTE (2009), a seguir estão dispostos os dados que foram obtidos.

Os quadros a seguir foram divididos por temas, sendo que o Quadro 3 apresenta os aspectos gerais das normas que apresenta os dados referentes à data de criação e objetivos propostos.

Quadro 3: Aspectos gerais de comparação (Elaborado pelo autor).

Aspectos de Comparação: Criação	
DB HR - CTE	ABNT NBR 15575
2009	2008
Aspectos de Comparação: Objetivo	
DB HR - CTE	ABNT NBR 15575
Limitar, no interior de edifícios e em condições normais de utilização, o risco de desconforto ou doença que o ruído pode produzir nos usuários	A edificação habitacional deve apresentar isolamento acústico adequado das vedações externas, no que se refere aos ruídos aéreos provenientes do



devido às características de concepção, construção, uso e manutenção da edificação.	exterior da edificação habitacional, e isolamento acústico adequado entre áreas comuns e privativas.
---	--

A criação normas ocorreram em épocas próximas, sendo que o DB HR espanhol foi criado 2009 e a Normativa brasileira foi homologada em 2008.

Enquanto o DB HR tem como objetivo minimizar o risco de desconforto do usuário e minimizá-los mediante a orientações quanto às características de concepção, construção e manutenção da edificação.

Quadro 4: Aspectos de aplicação ao tipo de edificação ou obra (Elaborado pelo autor)

Aspectos de Comparação: Âmbitos de Aplicação	
DB HR - CTE	ABNT NBR 15575
Novas construções, em obras de edifícios existentes, em obras de reabilitação integral, exceto em edifícios protegidos oficialmente em razão de ser catalogado como bem de interesse cultural, quando o cumprimento das exigências suponha alterar a configuração da fachada ou acabamento interno de maneira incompatível com a preservação do bem. Em recintos ruidosos, em que $L_{Aeq,T} > 80\text{dB}$, exceto recintos e edifícios destinados a espetáculos (possuem normativas e leis independentes).	Edifícios habitacionais, com qualquer número de pavimentos. Não se aplica a obras concluídas ou pré-existent, obras em andamento ou projetos protocolados em andamento na data da entrada em vigor, reformas, retrofit ou edificações provisórias.
Aspectos de Comparação Critérios avaliados	
DB HR - CTE	ABNT NBR 15575
Isolamento Acústico (ruído aéreo e de impacto); tempos de reverberação; ruído e vibração de instalações	Isolamento acústico (ruído aéreo e de impacto).

Já o objetivo proposto pela [2] ABNT NBR 15575:2013, apesar de indiretamente ter relação ao conforto do usuário, utiliza os termos “isolamento acústico adequado”, sem definir exatamente o que é considerado “adequado”

para o conforto do usuário, para vedações externas no que se refere ao ruído proveniente do exterior e internas entre áreas comuns e privativas.

No Quadro 4 estão apresentados os aspectos referentes aos tipos de obra ou edificações em que é necessária aplicação das normativas. Foi incluso o comparativo entre os âmbitos de aplicação (a quais tipos de edificações ou obras é aplicado em cada país) e os critérios acústicos avaliados, nos casos em que a aplicação é exigida.

A norma brasileira é voltada apenas para novas edificações habitacionais, com projetos protocolados a partir da data de início de vigência da norma, enquanto o código espanhol também dirige-se e às obras de edifícios existentes, obras de reabilitação integral, exceto em edifícios protegidos como bem de interesse cultural, quando o cumprimento das exigências suponha alterar a configuração da fachada ou acabamento interno de maneira incompatível com a preservação do bem. Em recintos ruidosos, em que $L_{Aeq,T}$ seja maior que 80dB, exceto recintos e edifícios destinados a espetáculos (possuem normativas e leis independentes) que seria o caso de salas de espetáculos em geral.

Outra diferença está nos critérios acústicos avaliados, tanto o [5] DB HR *Protección frente al ruido* quanto a [2] ABNT NBR15575:2013 avaliam isolamento acústico em campo (ruído aéreo e de impacto) como ruído e vibração de instalações. No Brasil não é determinado como de caráter obrigatório o desempenho acústico aos ruídos provenientes das instalações hidrosanitárias.

O Quadro 5 a seguir se refere aos índices acústicos avaliados, para edificações habitacionais, as duas normativas se assemelham, fazendo referência aos mesmos tipos de avaliação dos níveis de pressão sonora padronizados, ponderados, sendo válidos o desempenho dos sistemas construtivos em campo.

Quadro 5: Comparação [6] CTE e [2] ABNT NBR 15575:2013 no aspecto técnico Índices Acústicos Avaliados. (Elaborado pelo autor).

Aspecto de Comparação	DB HR - CTE	ABNT NBR 15575
Índices Acústicos Avaliados	$D_{nT,w}$; L'_{nTw} ; $D_{2m,nT}$; A_{tr} ; R_A	$D_{nT,w}$; L'_{nTw} ; $D_{2m,nT}$; A_{tr} ; R_w

Quanto ao zoneamento, nas edificações habitacionais espanholas os critérios determinados são estabelecidos de acordo com a ambiente fonte de ruído.

O Quadro 6 apresenta um comparativo entre o zoneamento para cada os tipos de índice acústicos avaliado em relação ao zoneamento de cada recinto ou elemento construtivo.

Quadro 6: Comparação [6] CTE e [2] ABNT NBR 15575:2013 no aspecto técnico Índices Acústicos Avaliados. (Elaborado pelo autor).

Aspecto de Comparação: ZONEAMENTO ACÚSTICO	
DB HR - CTE	ABNT NBR 15575
Desempenho ao Ruído Aéreo Vedações Internas (D_{nTw}):	Desempenho ao Ruído Aéreo Vedações Verticais Internas (D_{nTw}):
a. Recintos Protegidos (qualquer recinto de uma unidade de uso diferente, zona comum, recinto de instalações e atividades, exterior);	a. Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório
b. Recintos Habitáveis (qualquer recinto habitável, zona comum, recinto de instalações ou atividades);	b. Parede entre unidades habitacionais autônomas, caso pelo menos um dos ambientes seja dormitório;
c. Parede de Geminação "Medianerías" (nos recintos habitáveis e protegidos que fazem divisa com outras edificações);	c. Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria nos pavimentos;
d. Divisórias "tabiquerías" dentro de uma residência privada;	d. Parede cega de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual como

	corredores e escadaria dos pavimentos;
e. Involucro de um elevador (casa de máquina dentro e fora do recinto do elevador);	e. Parede cega entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas;
f. Dutos de ventilação (saída de fumaça da garagem, ventilação)	f. Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo hall com $D_{nT,w}$ obtida entre as unidades.

Quadro 7: Comparação entre aspectos técnicos [6] CTE e [2] ABNT NBR 15575:2013 no critério Zoneamento. (Elaborado pelo autor).

Aspecto de Comparação: ZONEAMENTO ACÚSTICO (continuação)	
DB HR - CTE	ABNT NBR 15575
Desempenho ao Ruído de Impactos Vedações Internas e Externas (L_{nTw}):	Desempenho ao Ruído Aéreo de Sistemas de Pisos (D_{nTw}):
a. Paredes ou pisos entre recintos classificados como protegidos de unidades de uso (unidades habitacionais) diferentes, quando o recinto emissor não é designado a atividades ou instalações de máquina;	a. Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas de áreas em que um dos recintos seja dormitório
b. Quando o emissor possui instalações de máquinas e atividades, tanto paredes entre os recintos "habitáveis" como os "protegidos" precisam ter isolamento.	b. Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas de áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria nos pavimentos, bem como em pavimentos distintos



c. Desempenho Ruído Aéreo Vedações Externa ($D_{2m,nT,Atr}$):	c. Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas de áreas comuns de uso coletivo, para atividades de lazer e esportivas, como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas
Desempenho ao Ruído de Impactos Vedações Internas e Externas (L_{nTw}):	Desempenho ao Ruído Aéreo de Sistemas de Pisos (D_{nTw}):

Os recintos são divididos entre protegidos e habitáveis, em que o primeiro corresponde a qualquer recinto adjacente a quaisquer outros de uma unidade de uso diferente, zona comum, recinto de instalações e atividades, exteriores. Os habitáveis correspondem a qualquer recinto habitável, zona comum, recinto de instalações ou atividades

Quadro 8: Comparação entre aspectos técnicos [6] CTE e [2] ABNT NBR 15575:2013 no critério Zoneamento. (Elaborado pelo autor).

Aspecto de Comparação: ZONEAMENTO ACÚSTICO (continuação)	
DB HR - CTE	ABNT NBR 15575
a. Residencial e hospitalar	d. Desempenho ao Ruído de Impacto em Sistemas de Pisos (L_{nTw}):
I. Dormitório	a. Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas posicionadas em pavimentos distintos
II. Estancias	b. Sistema de piso de áreas de uso coletivo (atividades de lazer e esportivas, como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas) sobre unidades habitacionais autônomas

Apesar de não utilizar este termo, o zoneamento acústico da edificação também pode ser considerado nas edificações brasileiras, porém o critério estabelecido a partir do sistema construtivo em si. A diferença principal com a

norma espanhola é que na [2] ABNT NBR 15575:2013 não é avaliado ruído aéreo das divisórias internas das unidades habitacionais.

Nas edificações espanholas o zoneamento não diferencia sistemas de vedação vertical e de pisos, e em ambos os casos avaliam tanto ruído aéreo quanto de impacto, mesmo sendo do mesmo andar. Também são considerados as divisórias do interior de uma unidade de uso (habitacional), o invólucro de elevadores, dutos de fumaça e ventilação. Em relação ao ruído externo diferenciam-se entre dormitórios outros cômodos (classificados no [6] CTE com “estancias”).

Quadro 9: Comparação entre aspectos técnicos [6] CTE e [2] ABNT NBR 15575:2013 no critério Zoneamento. (Elaborado pelo autor).

Aspecto de Comparação: ZONEAMENTO ACÚSTICO (continuação)	
DB HR - CTE	ABNT NBR 15575
b. Cultural, sanitário, docente, administrativo	· Desempenho ao Ruído Aéreo Vedações Verticais Externas ($D_{2m,nT,w}$):
I. Estancias	a. Classes I - Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas,
II. Aulas	b. Classe II - Habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis nas classes I e III
	c. Classe III - Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, desde que conforme a legislação sendo que não há exigências específicas para vedações externa de salas, cozinhas, lavanderias e banheiros, em regiões de aeroportos, estádios, locais de eventos esportivos, rodovias e ferrovias há necessidade de estudos específicos)

Não há exigências para o desempenho acústico dos ruídos externos de outros recintos que não sejam dormitórios. Nela há diferenciação entre sistemas de pisos e sistemas de vedação verticais externos, não é avaliado o ruído de impacto entre ambientes de um mesmo andar.

Não existem critérios de desempenho para ruídos de elevadores ou dutos de ar e/ou fumaça.

Em relação aos níveis de exigência, para cada forma de zoneamento proposto para a norma espanhola e brasileiras, pode-se dizer que a principal diferença entre ambas é que [6] CTE (2009) não propõe diferentes níveis como a brasileira (mínimo, intermediário e superior), apenas apresentando variações quando se trata de vedações externas em que de acordo com o nível de ruído medido externamente à edificação, cresce a exigência.

O [6] CTE (2009) propõe níveis mínimos de transmissão sonora mais restritivos, que se classificam com o presente na norma brasileira a se enquadrar de intermediário para cima.

Outra diferença chave a se avaliar diz respeito as formas de avaliação e comprovação de desempenho, em ambos os casos se faz valer dos procedimentos de aferição de desempenho em campo.

Quadro 10: Comparação entre tipos de avaliação ou procedimentos de verificação do desempenho acústico (Elaborado pelo autor)

Aspectos de Comparação	DB HR- CTE	ABNT NBR 15575
Procedimentos de Verificação	Laudos técnicos de aferição, fichas técnicas, fichas de dimensionamento e execução	Laudos de aferição em campo

Comparação entre tipos de avaliação ou procedimentos de verificação do desempenho acústico (Elaborado pelo autor)

Porém, dentre as exigências básicas, o desempenho acústico pode ser garantido mediante a aplicação do documento básico DB HR “Proteção contra o ruído” que especifica parâmetros objetivos e sistemas de verificação cujo cumprimento assegura a satisfação das exigências básicas e a superação dos níveis mínimos de qualidade próprios do requisito básico de proteção contra o ruído, orientando projetistas e construtores para garantirem a efetividade da proteção acústica da edificação.

Avaliando as diferenças e semelhanças entre as normas brasileira e espanhola, no que tange a acústica das edificações habitacionais, nota-se que o Código Técnico Espanhol no Documento Básico HR “Proteção contra o ruído” além de focar em impedir o desconforto dos usuários, é mais exigente em relação aos níveis de desempenho e mais completo ao orientar por meio do Guia DBHR como atingir tais níveis.

Em relação à [2] ABNT NBR 15575 o [6] CTE fornece bagagem teórica, dados, procedimentos, métodos e ferramentas para alcançar tal objetivo.

Cada normativa avaliada neste estudo possui aspectos gerais e técnicos próprios (Data de vigor, Objetivos, Critérios Avaliados, Níveis Exigidos) porém apresentam semelhança entre os Índices Acústicos avaliados, tratando-se do elo entre a [2] ABNT NBR 15575:2013 e o [6] CTE.

Esta observação demonstra a viabilidade de utilizar o DB HR como guia para criação de um “documento de apoio” brasileiro, atentando-se aos objetivos, a os aspectos gerais e técnicos pertinentes à [2] ABNT NBR 15575:2013.

Sendo assim, constatando que o documento básico brasileiro poderia ser adaptado do DB HR, para a sua adequada aplicação para o atendimento aos objetivos propostos pela [2] ABNT NBR 15575:2013 sua estruturação deve abordar principalmente os seguintes tópicos:

- Elaboração de um catálogo nacional de elementos construtivos, para utilização pelo projetista de acústica com dados para consulta de informações de diferentes tipos de elementos construtivos como: índice de isolamentos acústicos medidos em laboratórios credenciados por fornecedores ou pesquisas científicas, massa específica, espessura do elemento
- Determinar como o zoneamento da edificação deve ser aplicado considerando as diferenças evidenciadas nos Quadros 6, 7, 8, 9 e 10.



- Criação de fluxogramas com o passo a passo para o projeto básico, executivo e procedimentos de execução e pós-obra
- Criação de fichas dos elementos construtivos detalhando os componentes que fazem parte da sua composição com observações pertinentes a sua correta execução
- Criação de fichas de encontros detalhando de forma correta como engastes e uniões entre elementos para o projeto executivo, abordando encontros com as Superfícies de Vedação Vertical Externas e Internas, Sistemas Pisos, Forros, Janelas e Portas
- Por fim, criação de fichas justificativas, estas devem conter as informações dos elementos construtivos optados, qual o isolamento estimado pela solução proposta e se atende aos requisitos da [2] ABNT NBR 15575:2013

REFERÊNCIAS

- [1] LORENZI, Luciani Somensi. Análise Crítica e Proposições de Avanço nas Metodologias de Ensaio Experimentais de Desempenho à Luz da ABNT NBR 15575 (2013) para Edificações Habitacionais de Interesse Social Térreas. 2013. 222. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15575:2013/Em2:2021: Edificações habitacionais — Desempenho - Rio de Janeiro, 2013
- [3] COVELO SILVA, M. A. (1996). Metodologia de Seleção Tecnológica na Produção de Edificações com o Emprego do Conceito de Custos ao Longo da Vida Útil (Tese de Doutorado). Universidade de São Paulo, Escola Politécnica.
- [4] TAKAHASHI, V. F. M, 1983 - T139d - Desempenho acústico de edificações: ferramenta computacional para avaliação / Vanessa Fátima de Medeiros Takahashi. – Campinas, SP: [s.n.], 2016.
- [5] DB HR. Documento básico de protección frente al ruido, DB HR, Código Técnico de la Edificación, 2009. Disponível em <https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/protccionRuido/DBHR.pdf> Acesso em: 17/06/2019
- [6] CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN - CTE - Real Decreto - Parte I. España, 2013. Disponível em <http://www.codigotecnico.org> Acesso em: 17/06/2019
- [7] CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO – CBIC, 2015 - Dúvidas sobre a norma de desempenho: especialistas respondem às principais dúvidas e elencam requisitos de suportes para elaboração de projetos /coordenadores: José Carlos Martins, Dionyzio Klavdianos, José Maria Soares, Raquel Riberio; autores Adriana Camargo de Brito... et al.
- [8] EN ISO 12354 "Building acoustics - Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements" – Comité Européen de Normalização. 2000.
- [9] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT NBR ISO 16283-1:2018 Acústica - Medição de campo do isolamento acústico nas edificações e nos elementos de edificações - Parte 1: Isolamento a ruído aéreo – Rio de Janeiro, 2018.
- [10] ABNT ISO 717-1 de 11/2021 Acústica — Classificação de isolamento acústico em edificações e elementos de edificações - Parte 1: Isolamento a ruído aéreo – Rio de Janeiro, 2021.
- [11] ABNT NBR ISO 16283-2:2021 Acústica - Medição de campo do isolamento acústico nas edificações e nos elementos de edificações - Parte 2: Isolamento a ruído de impacto – Rio de Janeiro, 2021.
- [12] ABNT ISO 717-2:2020 Acústica — Classificação de isolamento acústico em edificações e elementos de edificações – Rio de Janeiro, 2021.
- [13] ABNT ISO 16283-3:2021 Acústica - Medição de campo do isolamento acústico nas edificações e nos elementos de edificações - Parte 3: Isolamento de fachada a ruído aéreo – Rio de Janeiro, 2021.
- [14] ABNT NBR ISO 10052:2004/Amd 1:2010 Acústica — Medições em campo de isolamento a ruído aéreo e de impacto e de sons de equipamentos prediais - Método simplificado – Rio de Janeiro, 2010.
- [15] KERN, A. P.; SILVA, A.; KAZMIERCZAK, C. S. O processo de implantação de normas de desempenho na construção: um comparativo entre a Espanha (CTE) e Brasil (NBR 15575/2013). Gestão e Tecnologia de Projetos, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 89-101, jan./jun. 2014. <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v9i1.89989>