

Ferramenta para análise do desempenho acústico das edificações para fins de financiamento imobiliário

Righi, P. C. R.*; Meller, G. +; Paixão, D. X. da ++

* Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, RS, pcrighi@gmail.com

+ Laboratório de Acústica, Universidade Federal de Santa Maria, RS, gabrielameller0@gmail.com

++Grupo de Pesquisa CNPq/UFSM Acústica, Universidade Federal de Santa Maria, RS, acusticaufsm@yahoo.com.br

Resumo

A necessidade habitacional brasileira é suprida, em grande parte, por meio de obras financiadas por instituições de crédito imobiliário, as quais recebem como garantia o próprio imóvel financiado. As empresas financiadoras analisam os projetos dos empreendimentos, com critérios técnicos próprios, para concessão dos subsídios e do enquadramento nos programas de habitação. Nas análises para concessão de crédito não estão contemplados os parâmetros acústicos das edificações. O presente artigo mostra o desenvolvimento de uma ferramenta, composta por duas planilhas eletrônicas, cuja finalidade é subsidiar as análises técnicas do crédito imobiliário, pelas instituições financiadoras, possibilitando que sejam privilegiados os empreendimentos residenciais com melhor desempenho acústico. O banco de dados, que pode ser complementado pelos usuários, utiliza valores de isolamento acústico determinados em ensaios de laboratório e em campo, os quais representam grande parte dos elementos construtivos empregados no País. Esses valores são oriundos de livros e de trabalhos acadêmicos sobre o tema. A partir do relatório de resultados das planilhas eletrônicas geradas no trabalho, pode ser verificado o atendimento à norma ABNT NBR 15575:13 e o respectivo nível de desempenho acústico (mínimo, intermediário, superior) dos sistemas de paredes de vedação internas e externas, sistemas de pisos e sistemas de coberturas acessíveis das edificações habitacionais. A utilização das planilhas eletrônicas pelos setores de análise de crédito imobiliário para verificação da qualificação dos empreendimentos quanto aos parâmetros acústicos, pode ser um importante instrumento para que os investidores obtenham retorno de seus investimentos e que exista uma melhoria nos índices de satisfação dos consumidores.

Palavras-chave: Isolamento sonoro, desempenho de edificações, financiamento imobiliário.

1. INTRODUÇÃO

A poluição é caracterizada pela degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que, direta ou indiretamente, prejudiquem a saúde, a segurança e o bem estar da população e/ou lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos. (BRASIL, 1981)

A poluição sonora, embora não se acumule visualmente no ambiente, causa danos ao corpo e à qualidade de vida das pessoas.

O crescimento populacional e a vida em conglomerados elevam, cotidianamente, o ruído nas cidades, em especial, em decorrência do aumento do número de

automóveis, aeronaves e outros meios de transportes.

A gestão do espaço urbano deve contemplar o ambiente sonoro como fator determinante na percepção da qualidade ambiental, por parte do cidadão. Por isso, ela passa pela redução dos níveis sonoros e pela criação de ambientes mais agradáveis.

Em locais onde há dados técnicos disponíveis, como na Europa Ocidental, é possível afirmar que o ruído ambiente ocasiona uma carga de doença classificada como a segunda colocada dentre os fatores ambientais, perdendo somente para a poluição do ar. (WHO, 2011)

Outro fator a ser considerado, decorrente da necessidade de muitas pessoas viverem em espaços reduzidos, ou por questões de segurança pessoal e patrimonial, é a verticalização das construções, a qual tem popularizado as residências multifamiliares. A deficiência no isolamento acústico nesse tipo de edificação, aliada aos hábitos e costumes dos moradores, vem ampliando o número de queixas e desentendimentos entre vizinhos, independente do padrão construtivo da edificação.

Uma parcela significativa das residências brasileiras é decorrente de obras financiadas por instituições de crédito imobiliário. Tais instituições, em geral, recebem como garantia o próprio bem imóvel financiado, por meio de alienação fiduciária. É necessário, para tanto, a análise dos projetos do empreendimento, com critérios técnicos próprios da instituição. É verificada a viabilidade econômica do empreendimento, quanto ao atendimento de parâmetros legais para concessões de subsídios e enquadramento nos programas sociais de habitação.

A Caixa Econômica Federal é a principal instituição financiadora do crédito imobiliário do País. O Selo Casa Azul, por ela instituído, reconhece os projetos de empreendimentos que demonstrem suas contribuições para a redução de impactos ambientais. A avaliação é realizada a partir de critérios vinculados a temas como: qualidade urbana, projeto e conforto, eficiência energética e conservação de recursos naturais. Nesse guia da Caixa não constam critérios acústicos, embora o conforto apareça, com destaque para térmica, ventilação e iluminação. (CAIXA, 2010)

Isso é um reflexo de que, nas planilhas utilizadas para avaliação de concessão de crédito pelas instituições financeiras, o item desempenho acústico inexistente ou é incipiente.

Observa-se, no entanto, que há a preocupação dos agentes financiadores em apoiar habitações que sejam projetadas de forma mais sustentável e com melhor desempenho. Considera-se, por isso, de fundamental

importância a ação de instrumentalizar os técnicos das instituições financiadoras, a fim de que possam incluir a avaliação diferenciada dos investimentos que são capazes de melhorar o desempenho acústico das unidades residenciais financiadas.

É imprescindível lembrar, também, que a norma NBR 15575 – Edificações Habitacionais – Desempenho (ABNT, 2013), que surgiu com o apoio da Caixa Econômica Federal, prevê três níveis diferentes de desempenho acústico para as edificações: mínimo, intermediário e superior, sendo que o nível mínimo é obrigatório.

A referida norma brasileira alterou a relação de consumo no mercado imobiliário, na medida em que estabelece parâmetros a serem atendidos pela edificação e consequentes obrigações do consumidor, do projetista, do construtor, do incorporador e do fabricante de materiais.

De acordo com o Código de Defesa do Consumidor (BRASIL, 1990), os construtores das edificações possuem responsabilidade direta com os produtos colocados no mercado. Há, ainda, a corresponsabilidade dos agentes promotores e financiadores na qualidade final (MITIDIERI FILHO, 1998). Isso destaca a necessidade de auxílio aos técnicos que efetuam as análises para concessão de crédito imobiliário.

Buscou-se, por isso, suprir a falta de ferramentas de baixo custo, rápidas e eficazes, instrumentalizando os órgãos financiadores do mercado imobiliário, a fim de que possam avaliar o conforto acústico previsto para as edificações objeto do financiamento.

O presente artigo apresenta, portanto, um trabalho que teve como objetivo desenvolver uma ferramenta para subsidiar as análises de engenharia das instituições financiadoras de crédito imobiliário, atendendo às premissas de desempenho acústico das edificações, correlacionando-as com os critérios de análise e acompanhamento dos empreendimentos imobiliários. Embora o desenvolvimento

tenha como base uma instituição financeira, a ferramenta é aplicável a outros estabelecimentos. Além disso, a ferramenta pode ser utilizada na simulação prévia do desempenho acústico de qualquer edificação residencial.

2. METODOLOGIA

O estudo realizado classifica-se como de natureza aplicada, abordagem quantitativa, objetivos exploratórios e descritivos, com a adoção de um estudo de caso como procedimento técnico experimental.

As atividades desenvolvidas podem ser divididas em três etapas principais. A primeira constituiu-se da compilação dos índices relativos ao desempenho sonoro de diferentes materiais componentes dos pisos, tetos e paredes dos empreendimentos, a fim de constituírem um banco de dados a ser utilizado no trabalho. A seguir, houve a escolha de uma instituição financeira para fins de adequar-se a ferramenta proposta a um caso prático de utilização das informações a serem geradas. A terceira etapa foi a elaboração de planilhas eletrônicas para simulação do desempenho acústico das edificações, de acordo com suas características construtivas, materiais e sistemas empregados na edificação, comparando com a norma NBR 15575 – Edificações Habitacionais – Desempenho (ABNT, 2013).

2.1 Compilação de dados de níveis sonoros

Foram compilados valores referentes à performance de diferentes materiais componentes dos elementos construtivos utilizados no país para: pisos, tetos, paredes de vedação (entre ambientes ou de fachadas), os quais haviam sido determinados em ensaios de laboratório ou em campo. Para a obtenção desses dados utilizaram-se livros e trabalhos acadêmicos sobre o tema.

Os índices recolhidos foram: Índice de redução sonora ponderado (R_w); Diferença

padronizada de nível ponderada ($D_{nT,w}$); Diferença padronizada de nível ponderada a 2m de distância da fachada ($D_{2m,nT,w}$) e Nível sonoro aparente equivalente padronizado ponderado ($L'_{nt,w}$).

As principais fontes de dados compilados da literatura para Índice de Redução Sonora Ponderado (R_w), também conhecido como Classe de Transmissão Sonora (STC), foram: Ferreira Neto (2009), Barry (2005), Losso (2004), Friedrich (2010), Dondé (2008), Mateus (2008), Pinto (2011) e Oliveira (2007). Para o Nível sonoro aparente equivalente padronizado ponderado ($L'_{nt,w}$) ou Nível de pressão sonora de impacto padrão ponderado empregou-se: Ferraz (2009) e Neubauer (2008). No caso da Diferença Padronizada de Nível Ponderada ($D_{nt,w}$) os dados foram de: Barry (2005), Ferreira Neto (2009), Pinto (2011) e Martins (2009) e para diferença padronizada de nível ponderada a 2 metros de distância ($D_{2mnt,w}$) utilizou-se Martins (2009).

Esses dados compilados formam o banco de dados inicial utilizado na planilha eletrônica para simulação do desempenho acústico das edificações. Esse banco de dados pode ser atualizado com novas informações, inseridas pelos usuários.

2.2 Adequação da ferramenta proposta a um caso prático

Elegeu-se uma instituição financeira para fins de adequar-se a ferramenta proposta a um caso prático de utilização. A instituição financeira escolhida foi a Caixa Econômica Federal, por ser o principal agente do crédito imobiliário no Brasil. Essa instituição possui *Normativos Internos* para análise e acompanhamento do crédito imobiliário, os quais norteiam as ações das equipes de Engenharia e Arquitetura das Gerências de Desenvolvimento Urbano e Rural.

2.3 Elaboração das planilhas eletrônicas

Para uma maior facilidade de operação, foram criadas duas planilhas eletrônicas de

verificação do desempenho acústico das edificações. A primeira, denominada Planilha A, utiliza resultados de ensaios em laboratório e em campo, tratados, respectivamente, como de isolamento e isolamento. Essas nomenclaturas foram adotadas a partir do estudo de Ferreira Neto (2009, p.28). A Planilha B é referente somente ao isolamento acústico, ou seja, apenas a testes realizados em campo.

As planilhas foram desenvolvidas utilizando o *software* comercial Microsoft Excel, um dos mais conhecidos para a elaboração de planilhas eletrônicas. A escolha deveu-se ao fato do programa ser muito difundido, de fácil operação e de ser utilizado para os laudos de análise da Caixa Econômica Federal.

Cada uma das planilhas é composta por: uma guia de caracterização dos elementos construtivos da edificação (parede de vedação externa, parede de vedação interna, sistema de pisos e sistema de coberturas); uma guia de apresentação do resumo do desempenho acústico da edificação; uma guia com os requisitos da norma NBR 15575 (ABNT, 2013); e demais guias com bancos de dados de índices do desempenho acústico. Os bancos de dados são alimentados com os valores inicialmente compilados, podendo ser incrementados ou ajustados diretamente pelo usuário.

A operação da planilha é feita por meio da caracterização da edificação na guia correspondente, indicando a localização do empreendimento quanto à classe de ruído, e escolhendo os materiais constitutivos de cada elemento da edificação, sendo eles: a parede de vedação externa, as paredes de vedação interna, o sistema de pisos e o sistema de coberturas.

Para caracterizar cada um dos elementos que compõem os sistemas construtivos, é apresentado o índice ponderado correspondente ao material indicado e realiza-se a verificação do atendimento à norma NBR 15.575 (ABNT, 2013), informando o nível de atendimento: mínimo, intermediário ou

superior. É, ainda, apresentado esse nível de atendimento em forma de gráfico de coluna para cada um dos elementos.

Após a caracterização de todos os elementos construtivos da edificação na primeira guia da planilha, é apresentado, na segunda guia, um quadro resumo com o nível de atendimento à norma de cada elemento e um gráfico de barras com o percentual de atendimento em cada nível, para todos os sistemas construtivos analisados.

3. OPERAÇÃO DAS PLANILHAS ELETRÔNICAS

3.1 Planilha A

A Planilha A opera com um banco de dados que utiliza valores resultantes de medições realizadas em laboratório e em campo.

Para as paredes de vedação externas e internas há a verificação por meio de valores de medições em laboratório, as quais determinam o Índice de Redução Sonora Ponderado (R_w). Para os demais componentes da edificação são utilizados somente resultados de medições em campo.

Nas medições de ruídos de impacto em pisos e coberturas adota-se o Nível de Pressão Sonora de Impacto Padrão Ponderado ($L'_{nT,w}$).

Para medições de ruído aéreo em sistemas de pisos é utilizada a Diferença Padronizada de Nível Ponderada ($D_{nT,w}$) e para medições de ruído aéreo em coberturas é utilizada a Diferença Padronizada de Nível Ponderado a 2 metros de distância ($D_{2m nT,w}$).

A Figura 1 mostra uma das telas resultantes da Planilha A, em sua apresentação completa. Nela aparecem: a localização do empreendimento quanto à classe de ruído, a caracterização e o nível de desempenho obtido para a fachada. As Figuras 2 e 3 detalham cada uma das operações da referida planilha.

Localização do empreendimento quanto à classe de ruído			
Classe de ruído	Localização da habitação		
<input checked="" type="radio"/> Classe de ruído I	Distante de fontes de ruído intenso de quaisquer natureza		
<input type="radio"/> Classe de ruído II	Áreas sujeitas a ruídos não enquadráveis nas Classes I e III		
<input type="radio"/> Classe de ruído III	Sujeita a ruído intenso de meios de transporte e outras naturezas		
1 FACHADA			
1.1 Parede de vedação externa - Fachada			
	Cod	Descrição do material	R _w (dB) área (m ²)
Material	6	Tijolo cerâmico maciço, espessura de 100 mm e 25 mm de argamassa em cada face.	45 20
Material	133	Janela maxim-ar de PVC (boa estanqueidade) com vidros duplos 4 e 6 mm - espaçados 12	37 8
Material	1	-	0 0
Material	1	-	0 0
			Área total: 28
Índice de redução sonora ponderado - R _w			41
Classe de ruído			1
Atendimento à norma			ATENDE
Nível de desempenho			SUPERIOR

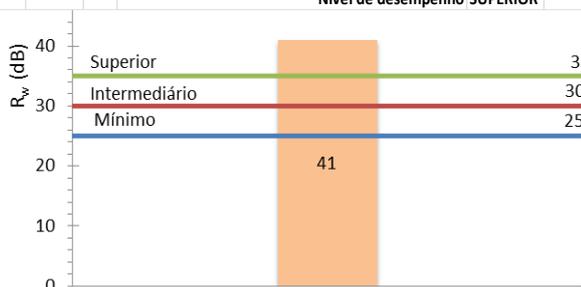


Figura 1: Planilha A – Desempenho acústico da parede de vedação externa - Fachada

Inicialmente, como apresentado na Figura 2, é necessário selecionar a opção correspondente à localização do empreendimento quanto à classe de ruído, conforme estabelecido pela norma NBR 15575 (ABNT, 2013). Essa seleção é utilizada no estabelecimento dos requisitos de atendimento à norma nos sistemas de fachada e coberturas.

Localização do empreendimento quanto à classe de ruído	
Classe de ruído	Localização da habitação
<input checked="" type="radio"/> Classe de ruído I	Distante de fontes de ruído intenso de quaisquer natureza
<input type="radio"/> Classe de ruído II	Áreas sujeitas a ruídos não enquadráveis nas Classes I e III
<input type="radio"/> Classe de ruído III	Sujeita a ruído intenso de meios de transporte e outras naturezas

Figura 2: Planilha A – Localização do empreendimento quanto à classe de ruído

Em seguida, para o caso das fachadas, determinam-se os tipos de componentes que caracterizam os elementos constituintes das mesmas, como paredes, janelas etc, que estão cadastrados no banco de dados da planilha.

Após essa seleção, informa-se a área de cada um desses elementos que compõem a fachada. A planilha efetua o cálculo do índice de redução sonora total da fachada, informando o atendimento, ou não, à norma, além de indicar o nível desse atendimento, como mostra a Figura 3.

Parede de vedação externa - Fachada				
	Cod	Descrição do material	R _w (dB)	Área (m ²)
Material 1	7	Tijolo cerâmico maciço, espessura de 100 mm e 25 mm de argamassa em cada face.	52	30
Material 2	133	Janela maxim-ar de PVC (boa estanqueidade) com vidros duplos 4 e 6 mm - espaçados 12	37	8
Material 3	1	-	0	0
Material 4	1	-	0	0
			Área total: 38	
Índice de redução sonora ponderado - R _w			43	
Classe de ruído			1	
Atendimento à norma			ATENDE	
Nível de desempenho			SUPERIOR	

Figura 03: Planilha A– Escolha dos materiais, determinação do índice ponderado e indicativo do atendimento, ou não, à norma

Em outra operação da planilha, apresenta-se um gráfico de colunas, que mostra o valor do Índice de redução sonora ponderado (R_w) obtido e a sua comparação com os valores determinados pela NBR 15575 (ABNT, 2013), para esse tipo de elemento.

Observa-se que as diferentes classes de ruído, previstas para o local onde se situa o empreendimento, ocasionam mudanças nos requisitos de atendimento à norma. Assim, para um mesmo índice de redução sonora ponderado, podem-se obter diferentes níveis de desempenho, dependendo da localização da edificação, quanto à classe de ruído.

A Figura 4 exemplifica uma fachada com Índice de redução sonora de R_w=43 dB e localizada na classe de ruído I. Consta-se que a mesma atende aos requisitos da NBR 15575 (ABNT, 2013) com desempenho Superior. A simples mudança na classe de ruído, no entanto, altera a classificação quanto ao desempenho acústico, como mostra a Figura 5.

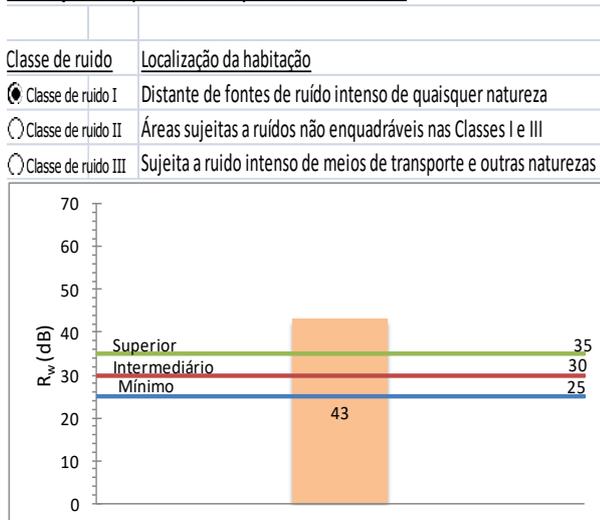
Localização do empreendimento quanto à classe de ruído

Figura 4: Planilha A–Fachada com $R_w=43$ dB na classe de ruído I - desempenho Superior

Na Figura 5, a mesma fachada caracterizada na Figura 4, com $R_w = 43$ dB, mas localizada na classe de ruído III, atende à norma com desempenho Intermediário.

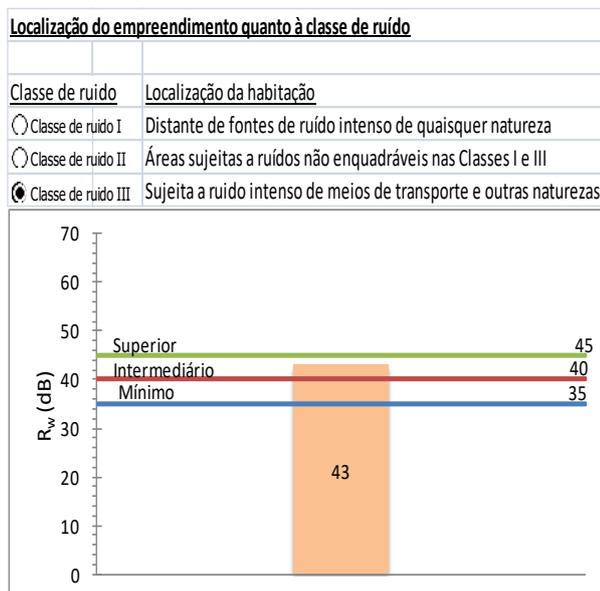


Figura 5: Planilha A–Fachada com $R_w=43$ dB classe de ruído III- desempenho Intermediário

Para as paredes de vedação interna, a Planilha A é operada da mesma forma que para a fachada, como mostrado anteriormente. Isso pode ser observado na Figura 6 e na Figura 7.

A principal diferença, no entanto, é que para as paredes de vedação interna não há influência do nível de atendimento à norma

em função da localização do empreendimento, como se identifica na Figura 6, ao compará-la com a Figura 1. Para fins de operação da planilha, o fator a ser considerado é o tipo (ou finalidade) dos ambientes contíguos à parede em análise. O caso ilustrado na Figura 6, por exemplo, se refere a uma parede de geminação entre unidades habitacionais autônomas, na situação onde não há ambiente dormitório.

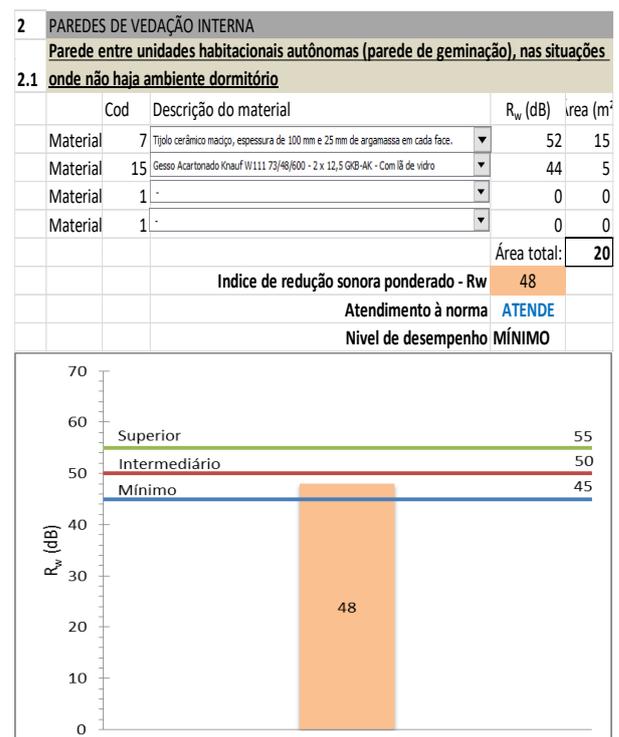


Figura 6: Planilha A – Desempenho acústico vedação interna - desempenho mínimo

A Figura 7, de forma semelhante à Figura 6, mostra a parte da Planilha A que calcula o desempenho acústico de uma parede de vedação interna. Observa-se, como diferença, que a parede, nessa figura, não atende ao desempenho prescrito na NBR 15575 (ABNT, 2013). Nos dois casos apresentados, nas duas figuras citadas, embora os materiais constituintes das paredes sejam semelhantes, o tipo de ambiente contíguo à parede é diferente (dormitório ou não). No primeiro caso não há dormitório e, na Figura 7, a parede divide o dormitório de áreas de uso coletivo.

Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, tais como				
2.3 corredores e escadaria nos pavimentos				
	Cod	Descrição	R_w (dB)	Área (m ²)
Material 1	6	Tijolo cerâmico maciço, espessura de 100 mm e 25 mm de argamassa em cada face.	45	10
Material 2	22	Gesso Acartonado Placo D 73/48/600 - 1 st 12,5 / 1 st 12,5 - sem lã de vidro	36	10
Material 3	1	-	0	0
Material 4	1	-	0	0
			Área total:	20
Índice de redução sonora ponderado - R_w			38	
Atendimento à norma			NÃO ATENDE	
Nível de desempenho			-	

Figura 7: Planilha A – Desempenho acústico das paredes de vedação interna com desempenho abaixo do mínimo

A Figura 8 e a Figura 9 apresentam a caracterização de sistemas de pisos e verificação do desempenho quanto ao ruído de impacto. Esse tipo de avaliação é dividido em duas partes: excitação por impacto e aérea.

Na primeira parte, destaca-se a determinação do Nível de pressão sonora de impacto padrão ponderado $L'_{nT,w}$, que é definido com o emprego da máquina de impacto, o qual está exemplificado na Figura 8 e que é decorrente de uma análise diferenciada dos resultados. Na análise desse parâmetro os valores mais adequados, que geram o atendimento à norma, são os menores na escala, ao contrário das performances estudadas anteriormente, para as paredes de vedação externa e interna.

Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas posicionadas em pavimentos distintos			
	Cod	Descrição	$L'_{nT,w}$ (dB)
Material 1	26	Laje concreto 12 cm + polietileno 5 mm + tacos madeira	62
Nível de pressão sonora de impacto padrão ponderado - $L'_{nT,w}$ (dB)			62
Atendimento à norma			ATENDE
Nível de desempenho			INTERMEDIÁRIO

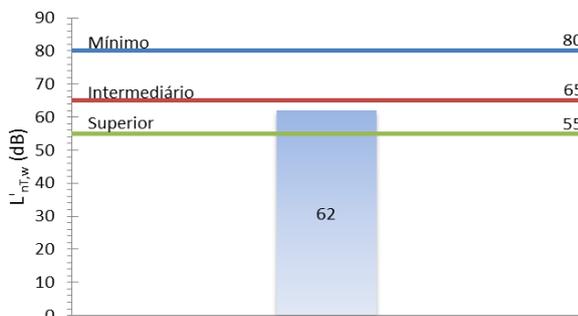


Figura 8: Planilha A – Desempenho do sistema de pisos ao nível de pressão sonora de impacto - $L'_{nT,w}$

A Figura 9 apresenta a caracterização de sistemas de pisos e verificação do desempenho quanto ao ruído aéreo. Os elementos do sistema de pisos, que são analisados quanto ao ruído aéreo por meio da Diferença padronizada de nível ponderada $D_{nT,w}$, seguem o mesmo modo de operação e análise dos elementos anteriores, onde o maior índice ponderado indica melhor nível de desempenho.

Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas de áreas em que um dos recintos seja dormitório			
	Cod	Descrição	$D_{nT,w}$ (dB)
Material 1	2	Laje Nervurada - preenchimento tijolos 8 furos - espessura 16 cm - contrapiso 4 cm - porc	38,9
Diferença padronizada de nível ponderada - $D_{nT,w}$ (dB)			39
Atendimento à norma			NÃO ATENDE
Nível de desempenho			-

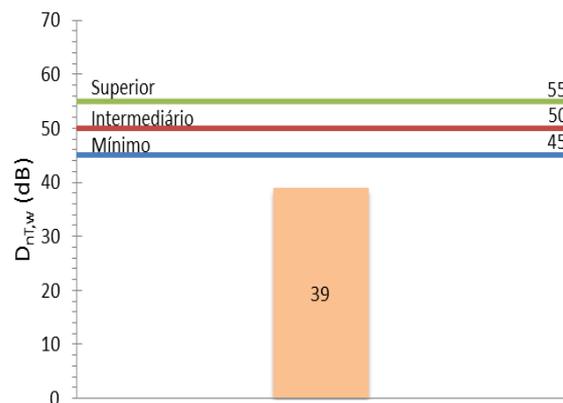


Figura 9: Planilha A – Desempenho acústico sistema de pisos quanto ao ruído aéreo

Da mesma forma que no caso do sistema de pisos, o sistema de coberturas é verificado quanto ao ruído aéreo e ao ruído de impacto.

A principal diferença em relação ao tipo de análise dos pisos é que, no caso das coberturas, o ruído aéreo é avaliado pela Diferença padronizada de nível ponderada a 2 metros de distância $D_{2m,nT,w}$ e o cálculo do desempenho considera a localização do empreendimento quanto à classe de ruído, conforme Figura 10.

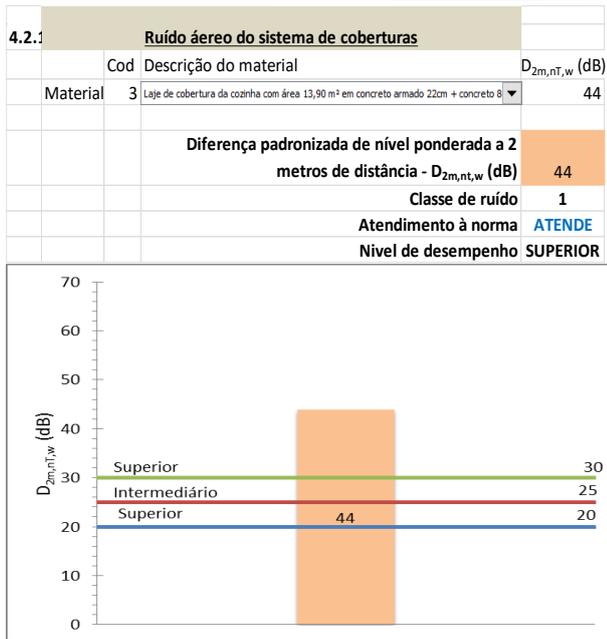


Figura 10: Planilha A – Exemplo de desempenho acústico ao ruído aéreo do sistema de coberturas

A Figura 11 ilustra a avaliação do sistema de cobertura acessível ao uso coletivo, para o ruído de impacto.

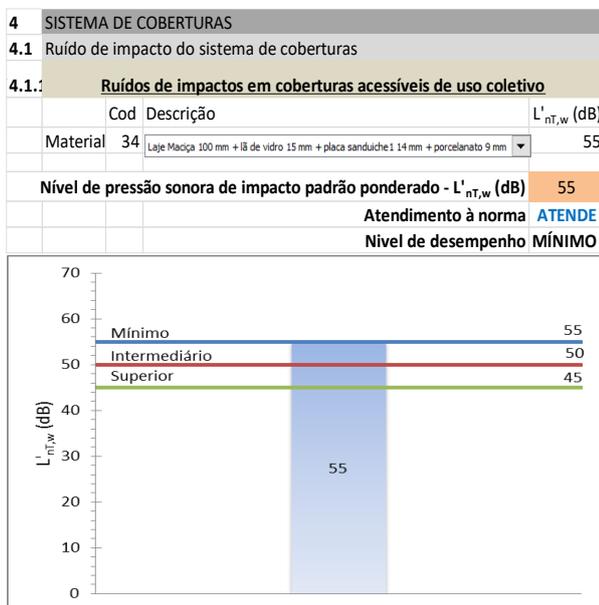


Figura 11: Planilha A – Ruído de impacto em coberturas acessíveis de uso coletivo

Como resultado da caracterização de todos os elementos construtivos da edificação, é apresentado, na guia Resumo da Planilha A, constituído de um quadro resumido para cada elemento e sua condição de atendimento aos

requisitos da norma e respectivo nível de desempenho alcançado. A Figura 12 ilustra o caso de paredes de vedação (parte 01), enquanto a Figura 13 mostra o caso dos pisos (parte 02).

Ítem	Elemento construtivo	Atendimento à norma	Nível de desempenho
1	FACHADA		
1.1	Parede de vedação externa - Fachada	ATENDE	SUPERIOR
2	PAREDES DE VEDAÇÃO INTERNA		
2.1	Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de gemação), nas situações onde não haja ambiente dormitório	ATENDE	MÍNIMO
2.2	Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de gemação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	ATENDE	MÍNIMO
2.3	Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, tais como corredores e escadaria nos pavimentos	NÃO ATENDE	-
2.4	Parede cega de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, tais como corredores e escadaria dos pavimentos	ATENDE	SUPERIOR
2.5	Parede cega entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, tais como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas	ATENDE	MÍNIMO
2.6	Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo hall	ATENDE	INTERMEDIÁRIO

Figura 12: Planilha A – Exemplo de quadro resumo do desempenho acústico – parte 01

3 SISTEMA DE PISOS			
3.1 Ruído de impacto em sistema de pisos			
Ítem	Elemento construtivo	Atendimento à norma	Nível de desempenho
3.1.1	Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas posicionadas em pavimentos distintos	ATENDE	SUPERIOR
3.1.2	Sistema de piso de áreas de uso coletivo (atividades de lazer e esportivas, tais como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas) sobre unidades habitacionais autônomas	ATENDE	SUPERIOR
3.2	Ruído aéreo dos sistemas de pisos entre unidades habitacionais		
3.2.1	Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas de áreas em que um dos recintos seja dormitório	NÃO ATENDE	-
3.2.2	Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas de áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria nos pavimentos, bem como em pavimentos distintos	NÃO ATENDE	-
3.2.3	Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas de áreas comuns de uso coletivo, para atividades de lazer e esportivas, tais como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria nos pavimentos, bem como em pavimentos distintos	NÃO ATENDE	-
4	SISTEMA DE COBERTURAS		
4.1	Ruído de impacto do sistema de coberturas		
4.1.1	Ruídos de impactos em coberturas acessíveis de uso col	ATENDE	MÍNIMO
4.2	Ruído aéreo do sistema de coberturas		
4.2.1	Ruído aéreo do sistema de coberturas	ATENDE	SUPERIOR

Figura 13: Planilha A – Exemplo de quadro resumo do desempenho acústico – parte 02

A partir do quadro resumo, é apresentado, conforme Figura 14, um gráfico de barras com o percentual de atendimento aos requisitos da norma para cada um dos sistemas construtivos do empreendimento.

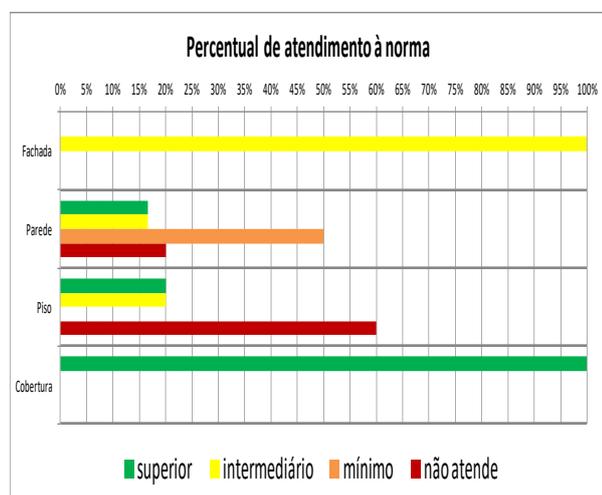


Figura 14: Planilha A– Percentual de atendimento à norma por sistema construtivo

4.2. Planilha de verificação de desempenho acústico - B

A operação da Planilha “B” segue o mesmo procedimento da Planilha A. Na Planilha B, no entanto, são utilizados somente dados de medições realizadas em campo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da ferramenta eletrônica, cujo desenvolvimento foi apresentado no texto, a qual busca viabilizar a verificação da qualificação dos empreendimentos quanto aos parâmetros de conforto acústico, constitui-se num importante instrumento para assegurar o retorno dos investimentos tecnológicos nas edificações e a satisfação dos consumidores.

As planilhas eletrônicas que compõem a ferramenta possibilitam subsídios nas análises técnicas do crédito imobiliário pelas instituições financiadoras. Com ela, os empreendimentos residenciais que apresentam melhor desempenho acústico podem ser

privilegiados, valorizando quem investe nessa melhoria da edificação.

Buscou-se implementar uma operação fácil, ágil e eficiente para os usuários, a fim de que as instituições financiadoras sejam incentivadas a ampliarem as exigências de desempenho acústico nas edificações financiadas.

As planilhas eletrônicas desenvolvidas nesse trabalho podem ter outras aplicações comerciais, servindo de base para uma análise de projetos e/ou edificações já construídas. Executando as medições acústicas e personalizando o banco de dados, é possível verificar a classificação do desempenho acústico de qualquer edificação de acordo com a NBR 15575 – Edificações Habitacionais – Desempenho.

Cumprе ressaltar, em relação ao nível de desempenho acústico, que a execução da edificação, principalmente dos acabamentos e detalhes, pode influenciar substancialmente nos resultados obtidos, prejudicando o isolamento dos compartimentos. Assim, o atendimento dos parâmetros individualmente não garante que o conjunto da edificação será um ambiente plenamente livre de ruídos intrusos ou indesejáveis. O desempenho acústico depende de uma série de fatores, não sendo possível afirmar que não haverá incômodos aos usuários apenas pela análise prévia do ambiente projetado.

O sucesso da aplicação da ferramenta de verificação do desempenho acústico depende da existência de dados confiáveis e da permanente atualização deles. Foi realizada uma detalhada busca de informações e de trabalhos referentes a materiais e componentes de sistemas construtivos utilizados no Brasil. Verificou-se a necessidade da existência de um número maior de pesquisas científicas, para que se obtenham dados específicos para diferentes situações.

O estudo que originou o presente artigo, ao final, sugeriu a criação de um anexo ao Laudo

de Análise de Engenharia da Caixa Econômica Federal, de forma a contemplar o desempenho acústico das habitações e verificar o atendimento à norma brasileira de desempenho em edificações.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho**. Rio de Janeiro, 2013.
- BARRY, Peter J. **Desempenho acústico em edifícios habitacionais**. Seminário Habitação: Desempenho e inovação tecnológica. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, IPT. São Paulo, 26-27 de outubro.2005. pg 76-83.
- BRASIL. Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990, **Código de defesa do consumidor**. Dispõe sobre a proteção do consumidor. Disponível em: <[HTTP://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L8078.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L8078.htm)>. Acessado em 25 de Julho de 2011.
- BRASIL. Lei 6.938/1981. Dispõe sobre a **Política Nacional do Meio Ambiente**, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <[HTTP://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L6938.htm)> Acessado em 25 de Julho de 2011.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL - **SELO CASA AZUL - GUIA CAIXA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: Boas práticas para habitação mais sustentável- coordenadores JOHN, V. M.; PRADO, R. T. A.** São Paulo: Páginas & Letras, 2010.
- DONDÉ, A. C. P. **Análise da isolamento acústica de diferentes tipos de paredes e divisórias comercialmente utilizadas na construção civil**. 2008. 115p. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2008.
- FERRAZ, R. **Atenuação de ruído de impacto em pisos de edificações de pavimentos múltiplos**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Estruturas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.
- FERREIRA NETO, M. de F. **Nível de conforto acústico: uma proposta para edifícios residenciais**. 2009. 257 f. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, SP, 2009.
- FRIEDRICH, A. F. **Avaliação da contribuição do revestimento na isolamento sonora de paredes de alvenaria**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.
- LOSSO, M.; VIVEIROS, E. **Gesso Acartonado e Isolamento Acústico: Teoria versus prática no Brasil**. In: I CLACS - Conferência Latino Americana de Construção Sustentável, ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. São Paulo, 2004.
- MARTINS, B. F. M. **Avaliação de incomodidade provocada por ruído e vibração de baixa frequência em edifícios de habitação**. Dissertação (Mestrado) – Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal. 2009.
- MATEUS, D. **Acústica de Edifícios e Controle de Ruído**. Textos de apoio à disciplina “Acústica Aplicada”, DEC-FCTUC, Coimbra, 2008 - disponível em: <<http://paginas.fe.up.pt/~pgrpe/conteudos/ARE/Apontamentosdadisciplina.pdf>>. Acessado em 11 de jan. de 2013.
- MITIDIARI FILHO, Claudio Vicente. **Avaliação de desempenho de componentes construtivos inovadores destinados a habitações: proposições à avaliação do desempenho estrutural**. 1998. 256 f. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, 1998.
- NEUBAUER, P. M. **Estudo Comparativo entre diversos Sistemas de Pisos de Madeira quanto ao Isolamento do ruído de Impacto**. XXII Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica, Belo Horizonte, 2008.
- OLIVEIRA, M. A. **Estudo da Eficiência da duplicação de janelas na melhoria do isolamento acústico destes componentes**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.
- PINTO, R.B. **Determinação experimental e numérica da Redução sonora aérea em paredes de Alvenaria utilizadas em habitações**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.
- WHO. World Health Organization. <http://www.euro.who.int/en/what-we-publish/information-for-the-media/sections/latest-press-releases/new-evidence-from-who-on-health-effects-of-traffic-related-noise-in-europe> . Acessado em 29 de ago 2011.