XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído
XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído
JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

MAPEAMENTO ACÚSTICO COMO FERRAMENTA PARA DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE ISOLAÇÃO SONORA DE ESQUADRIAS

Marconi Mendonça (1); José Victor (2); Matheus Mendonça (3); Marcos Mendonça (4); Ênio Góis (5); Rayane Mendonça (6); Otávio Joaquim (7); Angelo Just (8).
(1) Graduando, Engenharia Civil, mendonca.marconi@gmail.com, Universidade Católica de Pernambuco, Rua Bernardino da Costa, (81) 9.9961-6530
(2) Graduando, Engenharia Civil, josevictorpoliupe@gmail.com, Universidade de Pernambuco
(3) Graduando, Engenharia Civil, matheusmendonca.b@gmail.com, Universidade Católica de Pernambuco
(4) Graduando, Engenharia Civil, marcosmb.eng@gmail.com, Universidade Católica de Pernambuco
(5) Graduando, Engenharia Civil, egremigio@gmail.com, Universidade de Pernambuco
(6) Graduanda, Arquitetura e Urbanismo, ray.mendonca@hotmail.com, Universidade Estácio do Ceará
(7) Doutorando, Engenheiro Civil, Otavio@tecomat.com.br, Universidade Federal de Pernambuco
(8) Doutor, Engenheiro Civil, Angelo@tecomat.com.br, Universidade Católica de Pernambuco

RESUMO
Esta pesquisa tem por finalidade mensurar e avaliar o ruído ambiental gerado por veículos automotores e analisar a interferência do ruído urbano em ambientes como salas de aula, de acordo com os parâmetros da norma NBR 10152/2017. Para tanto, delimitou-se uma área de estudo, contendo as principais vias do entorno do edifício, sendo destacados 06 (seis) principais pontos avaliados. Em seguida, realizou-se medições dos níveis de pressão sonora com base na norma NBR10151/2000, fixando condições para avaliação da aceitabilidade do ruído, para efetuar coleta de dados do estudo de tráfego veicular que, servirá como entrada de dados para a simulação computacional. Nesta análise, constatou-se que as principais vias possuem o volume tráfego de veículos bastante denso e o nível de pressão sonora (NPS) encontra-se com patamares de ruído acima dos níveis permitidos pela norma NBR 10151/2000. A partir do critério de 35dB(A) estabelecido pela norma NBR 10152/2017 para salas de aula, foi calculado o índice de isolação sonora (R_W) das esquadrias nos ambientes do estudo de caso. Por fim, conclui-se que a análise do ruído ambiental tem o papel fundamental para o atendimento ao critério de conforto interno que, por sua vez, determinará o R_W necessário das esquadrias.
Palavras-chave: índice de isolação sonora, ruído urbano, simulação computacional, conforto acústico, salas de aula.

ABSTRACT
This research aims to measure and evaluate the environmental noise generated by automotive vehicles and to analyze the interference of urban noise in environments such as classrooms, in accordance with the parameters of standard NBR 10152/2017. For that, a study area was defined, containing the main roads of the surroundings of the building, being highlighted six (6) main points to be evaluated. Then, measurements of the sound pressure levels were carried out and the standard NBR 10151/2000 was used, establishing conditions for the evaluation of the noise acceptability, to carry out data collection of the vehicular traffic study, which will serve as data input for the simulation computational. In this analysis, it was found that the main routes have a very dense traffic volume and the sound pressure level (NPS) is with noise levels above the levels allowed by standard NBR 10151/2000. From the criterion of 35dB(A) established by standard NBR 10152/2017 for classrooms, the sound insulation index (R_W) of the frames in the case study environments was calculated. Finally, it is concluded that the analysis of environmental noise plays a fundamental role in meeting the criterion of internal comfort, which, in turn, will determine the necessary R_W of the frames.
Keywords: sound insulation index, urban noise, computational simulation, acoustic comfort, classrooms.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a urbanização vem apresentando aumento no crescimento da população e também um incremento nas suas atividades. Num contexto geral, o desenvolvimento urbano no Brasil foi acompanhado por um transporte público ineficiente e aumento no número de carros nas cidades. Isso é um problema para as grandes cidades, onde o planejamento urbano não considera o ambiente acústico, nem qualquer programa efetivo de controle de ruído. Isso ocorre devido ao crescente número de veículos que circulam nas cidades e ao aumento da população mundial que são fatores que contribuem para os altos níveis de ruído que estão presentes em grandes regiões urbanas. (GIUNTA et al, 2012)

Recintos ruidosos ocasionam falas em intensidade mais forte e a demanda contínua pode gerar desgastes nas estruturas de fonação e produzir, ao longo do tempo, alterações vocais. Neste contexto, o ambiente de trabalho do professor pode ser considerado inadequado (Behlau et al, 2004), pois além do ruído existem outros fatores desencadeantes de tensões inerentes ao exercício profissional. Tais fatores podem ser identificados como a falta de informação sobre o processo de produção da fala com funcionalidade ideal para as diferentes tarefas do ensino e os hábitos de vida. (LIBARDI et al, 2006)

A norma NBR 10152/2017 - Nível de ruído para conforto acústico estabelece os níveis de ruído máximos admissíveis nos ambientes segundo o tipo de uso. Segundo a norma os ruídos intensos dificultam a comunicação verbal, acarretando as pessoas o aumento da tensão psicológica e diminuição do nível de atenção.

Goines e Hagler (2007) definem ruído como um som não desejado, qual vem se intensificando cada vez mais, devido ao crescimento da população associado à utilização de fontes de poluição móveis. Considerando, portanto, os veículos automotores, sejam leves ou pesados, como uma das principais fontes de ruído urbano, Niemeyer (2007) afirma que os veículos leves, embora individualmente, menos ruidosos que os veículos de grande porte, em conjunto, são a maior fonte de ruído urbano.

Considerando ainda o problema da poluição sonora para o ambiente escolar, não há uma consciência sobre o problema por parte dos gestores, e até dos estudantes, talvez por desconhecer sua influência no rendimento escolar dos alunos e na saúde dos profissionais de educação. O fato de haver uma visão incipiente por parte de toda a comunidade torna esta realidade preocupante (ENIZ et al, 2006).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a poluição sonora está em segundo lugar na classificação das poluições que causam maior impacto à população, perdendo apenas para a poluição do ar. Sendo uma ação psicológica, a influência do ruído afeta as pessoas de maneiras diferentes, podendo causar danos significativos à saúde como complicações auditivas, danos psicológicos como estresse, distúrbios do sono e perda de concentração (WHO, 2011).

Conforme Martins et al (2002), um indivíduo precisa dispensar mais ou menos 20% de energia extra para efetuar uma tarefa, em presença de um ruído intenso. Níveis sonoros excessivos em espaços escolares, além de influenciarem a qualidade da comunicação verbal, acarretam uma série de problemas no desenvolvimento intelectual dos alunos como: demora na aquisição da linguagem, dificuldades com a linguagem escrita e falada, limitações na habilidade de leitura e na composição do vocabulário.

Para avaliação e gestão do ruído ambiental, tem-se ferramentas de análise acústica do espaço urbano, a exemplo do mapeamento. O mapeamento acústico se refere a uma ferramenta de análise sonora do espaço urbano adequada ao estudo da poluição sonora, pois permite a localização dos principais pontos críticos de ruído de uma determinada área e tem como objetivo principal o controle, a melhoria e a preservação da qualidade sonora urbana (GARAVELLI et al., 2010).

Ao avaliar uma possível solução para os problemas supracitados, a fim de atenuar os efeitos da poluição sonora, Ventura et al (2008, p.3) propõem e definem: O mapeamento sonoro é uma ferramenta fundamental para o estudo do ruído ambiental. Baseado no levantamento dos níveis de ruído de uma cidade, através da medição, o mapa acústico nada mais é do que a representação de curvas isofônicas (pontos de ruído com a mesma intensidade) de certa área geográfica. Os diversos níveis de intensidade sonora são separados por zonas com cores padronizadas em trechos, geralmente de 5 dB.

Para que os softwares computacionais gerem os mapas sonoros, é necessário informar uma série de dados referentes à área do estudo: parâmetros morfológicos, de tráfego e acústicos. Os parâmetros de tráfego são obtidos através da contagem do volume do tráfego, classificando-os em veículos leves e pesados. Os parâmetros acústicos, por sua vez, também obtidos por meio de medições em campo, são usados para validar o modelo, isto é, comparar os valores medidos em campo com os cálculos gerados pelo programa.

2. OBJETIVO

O objetivo geral deste estudo é analisar o ruído de tráfego veicular como auxilio para determinar o índice de isolação sonora necessário das esquadrias da Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP) com base na simulação computacional usando o software Sonarchitect, tendo a finalidade de atender o critério de conforto interno dos ambientes de salas de aula, segundo a norma NBR 10152/2017.

3. MÉTODO

Com o propósito de estar em concordância com o objetivo, o método adotado para o desenvolvimento desta pesquisa se divide nas seguintes etapas:

- Escolha de uma área de estudo e indicação dos principais pontos a serem avaliados;
- Critérios para medição do ruído ambiental e coleta dos dados;
- Simulação computacional por intermédio dos Softwares: AutoCAD, CadnaA e SONarchitect.

3.1. Área de estudo

A universidade que faz parte deste estudo está situada na cidade de Recife/PE, conforme exibida na Figura 01. Para investigar o volume do tráfego urbano das principais vias do entorno do bloco G da Universidade Católica de Pernambuco, inicialmente, delimitou-se uma área de estudo e indicou-se 6 principais pontos para realizar a medição *in loco*, levando em consideração as recomendações da norma NBR 10151/2000.



Figura 01 – Área de estudo (Autores, 2019).

3.2. Nível de critério de avaliação (NCA)

Visando o conforto do ambiente, a norma NBR 10151/2000 estabelece o nível de critério de avaliação (NCA) para ambientes externos, vide Tabela 01, sendo caracterizado pelos diferentes tipos de áreas. O bairro onde está situado o edifício em questão não possui finalidades apenas residências, uma vez que a sua exploração é de forma preponderante comercial e administrativa e por essa razão, caracteriza-se segundo a norma supramencionada, como uma área mista, com vocação comercial e administrativa. De modo que o NCA para o período diurno é de 60dB(A) e no período noturno é 55dB(A).

Tabela 01 – Classificação do NCA em diferentes áreas de uso (NBR 10151, 2000).

Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

3.3. Procedimentos para o levantamento do ruído ambiental

As medições do volume de tráfego veicular foram realizadas nos dias 08 e 12 de março de 2019, o fluxo horário foi escolhido no período entre picos (das 07h00min às 09h00min e 17h00min às 19h00min). Vale salientar que o horário escolhido tem a finalidade de garantir o fluxo contínuo de veículos, sabendo que o horário de funcionamento da universidade é de 07h30min até às 22h00min. A duração da medição do nível de pressão sonora e do levantamento de veículos foi de 15 minutos em cada um dos pontos, conforme já exibidos na Figura 01 e estabelecidos na norma NBR 10151/2000. As medições realizadas atendem os procedimentos da norma NBR 10151/2000. Seguindo os parâmetros da norma, a altura do instrumento deve estar entre 1,2 m a 1,5 m do nível do solo, o microfone deve ser posicionado distante de pelo menos 2 m de paredes, muros, veículos, ou outros objetos que possam refletir as ondas sonoras e também seja determinado o nível sonoro equivalente na escala "A" (L_{Aeq}). Para a realização desses procedimentos, foram utilizados três equipamentos:

- Sonômetro digital Impact IP – 170L (Classe: 1 / Certificado RBC: CACV500277/18)
- Tripé (suporte para o sonômetro);
- Contador manual analógico (para a contagem dos veículos).

3.4. Simulação Computacional

3.4.1. CadnaA

O mapa acústico foi realizado por meio do software CadnaA, que permite observar os seguintes aspectos: as principais fontes de ruído, as vias do entorno do empreendimento e podendo determinar o nível de pressão sonora atuante em cada fachada do edifício avaliado. A modelagem inicia-se com a utilização do AutoCAD como auxílio para construir as edificações, as vias principais, os muros e a vegetação que, estão indicados na Figura 01. A apresentação do modelo a ser simulado realizado pelo CadnaA mostra o bloco G da universidade Católica de Pernambuco, vide a Figura 02:



Figura 02– Modelagem computacional pelo CadnaA (Autores, 2019).

3.4.2. SONarchitect e INSUL

Para avaliar o índice de isolação sonora das esquadrias do bloco G, incialmente foi disponibilizado pela equipe de manutenção da Universidade a planta baixa e a descrição dos sistemas do edifício para prosseguir com a modelagem. A análise se divide nas seguintes etapas:

- Etapa 1: para realizar a simulação computacional, utilizamos o software AutoCAD para traçar as linhas de eixo dos sistemas verticais internos e externos;
- Etapa 2: deve-se caracterizar três sistemas, sendo, o sistema de vedação vertical interna (SVVI), sistema de vedação vertical externa (SVVE) e o sistema de vedação horizontal (SVH). Para elaborar os sistemas foi utilizado o software INSUL que em sua plataforma permite criar os elementos que compõe o SSVI, SVVE e SVH. O referido software define o índice de isolação sonora do ruído aéreo (R_w) e o índice de isolação sonora quanto ao ruído de impacto ($L´_{n,w}$);
- Etapa 3: através da modelagem realizada pelo AutoCAD, utiliza-se o SONarchitect para modelar e simular o edifício avaliado e também deve-se caracterizar cada sistema utilizado (SVVI, SVVE e SVH) com os dados gerados por intermédio do INSUL. Onde, é valido esclarecer que o SONarchitect é um software que calcula valores em banda de um terço de oitava. Neste estudo, o Sonarchitect determinará o R_W (parâmetro de laboratório) necessário das esquadrias, de acordo com a isolação ao ruído externo ($D_{2m,nTw}$ – parâmetro de campo), com o objetivo de atender os critérios de conforto interno para salas de aula, segundo a norma NBR 10152. Cabe destacar que a variável mais importante a ser definida para determinar o R_w mínimo das esquadrias é estabelecer nível de pressão sonora (NPS) atuante em cada orientação da fachada do edifício avaliado. A Figura 03 ilustra a modelagem computacional do bloco G da UNICAP.

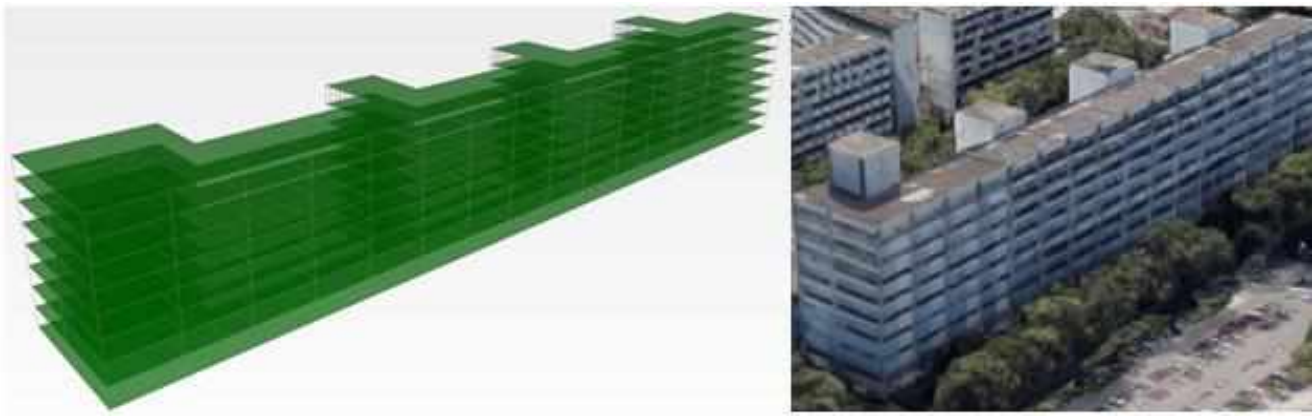

Figura 03 – Modelagem computacional pelo SONarchitect (Autores, 2019).

4. RESULTADOS

4.1. Análise das medições em campo

Após a realização da medição em campo, preencheu-se uma ficha que contém a quantidade de veículos (leves e pesados) e o nível de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}), de cada ponto avaliado. Vale lembrar que os resultados apresentados são referentes a 15 minutos de medição, como já abordado no item 3.2. A Tabela 02 apresenta a coleta de dados do volume de tráfego veicular.

Tabela 02 – Ficha de medição no período diurno e noturno.

Ponto	Local	Quantidade de veículos			
		Diurno		Noturno	
		Leves	Pesados	Leves	Pesados
1	Rua do Príncipe	438	20	418	21
	Rua Afonso Pena	161	2	151	1
2	Av. Visconde de Suassuna	284	13	514	21
	Rua Afonso Pena	113	12	201	2
3	Rua Almeida Cunha	62	1	119	0
	Rua Afonso Pena	135	2	233	1
4	Rua do Príncipe	295	17	360	21
	Rua General José Semeão	36	3	29	1
5	Av. Visconde de Suassuna	306	20	422	22
	Rua Bispo Cardoso Ayres	122	1	191	2
	Rua Treze de Maio	200	4	180	7
6	Rua Almeida Cunha	35	0	52	0
	Rua General José Semeão	15	0	22	0

Os pontos 1, 2, 3, 4 e 5 apresentados na Tabela 02 estão com o nível de pressão sonora (NPS) acima do critério indicado na Tabela 01. No período diurno o NPS chega a 12dB (ponto 1) acima do Nível de critério de avaliação (NCA), enquanto no período noturno o NPS é de 18dB (ponto 2) acima do NCA. O período diurno apenas um ponto de medição está 2dB (ponto 6) abaixo do nível máximo permitido.

Tabela 03 – medição do NPS no período diurno e noturno.

Nível de pressão sonora		
Ponto	Diurno	Noturno
	L_{Aeq}(dB)	L_{Aeq}(dB)
1	71	71
2	70	73
3	66	70
4	72	70
5	67	71
6	58	60
Critério (dB) Norma NBR 10151/2000	60	55

4.2. Mapeamento acústico - CadnaA

Tendo em mãos os resultados do levantamento de tráfego e o NPS obtidos pelas medições em campo e a construção das edificações do entorno do edifício avaliado, foi iniciada a simulação computacional pelo CadnaA. O estudo de tráfego veicular serve como INPUT (entrada de dados) para o software calcular a propagação do ruído, tendo como principal emissor as vias de tráfego veicular e havendo necessidade faz-se o levantamento do NPS emitido por uma fonte pontual. O software gera um mapa acústico por meio de curvas isofônicas e disponibiliza dois cenários diferentes da propagação do ruído: o diurno e noturno.

Observa-se que o mapa acústico exibido na Figura 04 e Figura 05 corresponde, respectivamente, ao período diurno e o período noturno. O mapa ilustra a propagação sonora gerada pelo tráfego de veículos das vias principais, sendo a Rua do Príncipe e a Avenida Visconde de Suassuna. A área simulada é considerada bastante densa, com muitas edificações próximas das vias de tráfego e uma parcela dessas edificações que se localizam frente às vias vai dificultar a propagação do ruído sonoro, comportando-se como barreiras acústicas.

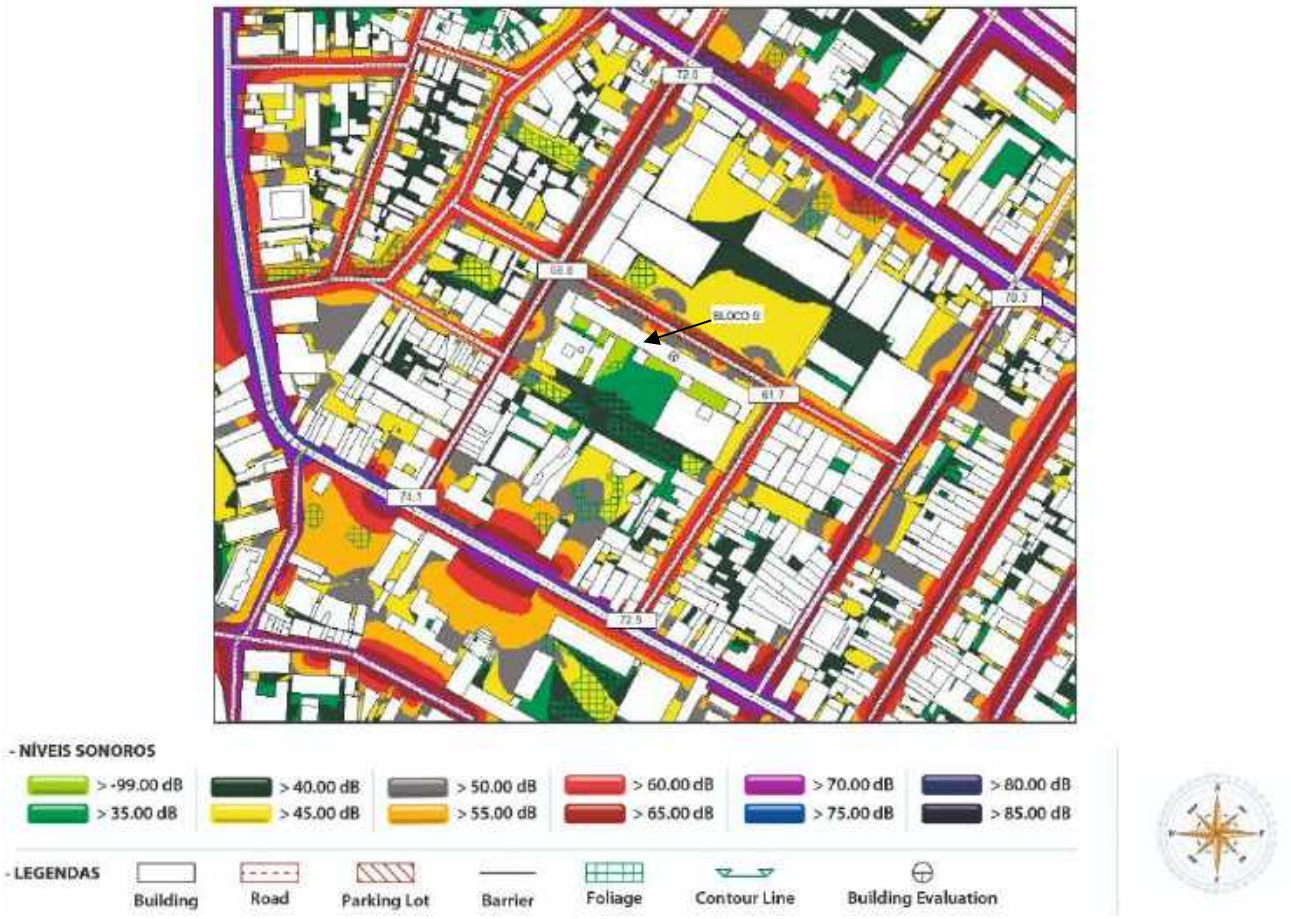

Figura 04 – Mapa acústico no período diurno (Autores, 2019).

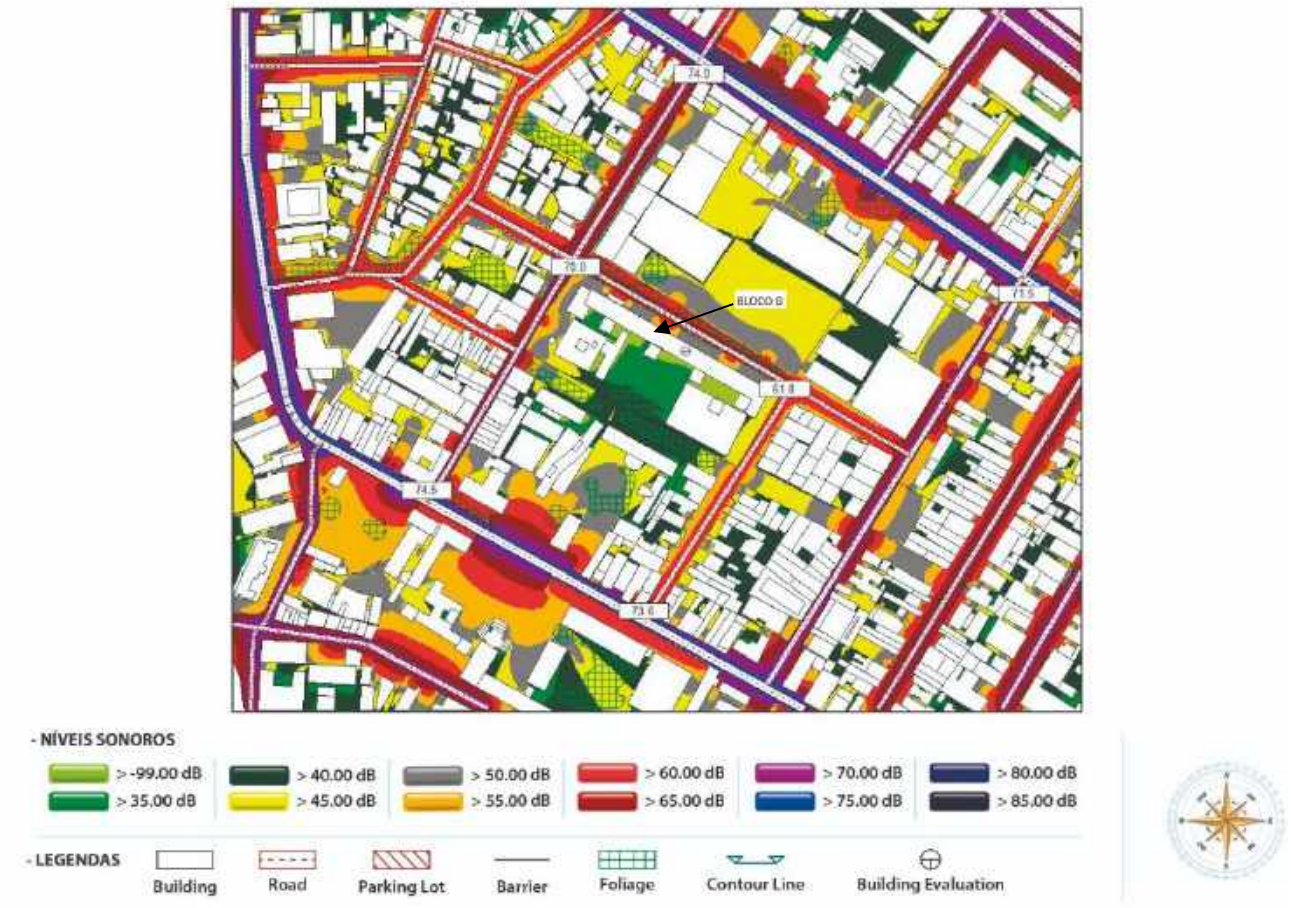

Figura 05 – Mapa acústico no período noturno (Autores, 2019).

A Figura 06 ilustra o modelo 3D gerado pelo software que fornece em escala de cores os níveis de pressão sonora atuantes em cada pavimento do edifício avaliado, esses dados servem para identificar o R_W mínimo que as esquadrias devem ter para atender aos critérios da norma NBR 10152/2017. Esta norma estabelece níveis de pressão sonora para ambientes internos. Para presente estudo, serão utilizados os critérios estabelecidos para ambientes de sala de aula, cujo critério mínimo interno é de 35dB(A).

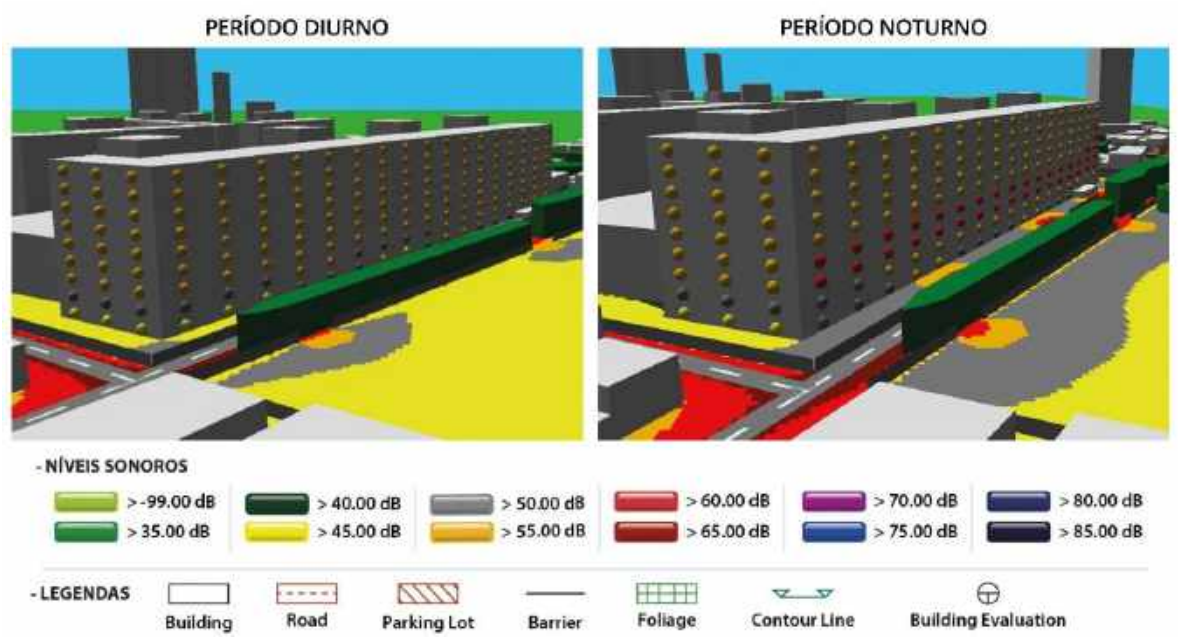

Figura 06 – Ilustração do NPS atuante em cada pavimento no período diurno (Autores, 2019).

4.3. Análise do edifício avaliado - SONarchitect

Baseando-se na interpolação das curvas isofônicas pelo software CadnaA, foi concebido o NPS externo. Observou-se que nos períodos diurno e noturno, o NPS externo incidente em cada orientação do edifício teve uma variação de 50dB a 65dB, esses resultados serviram como fundamento para a análise do R_W das esquadrias.

Na simulação computacional pelo SONarchitect foi adotado os critérios exigidos pela norma NBR 10152/2017. No item 10 da norma são especificados valores de referência para avaliação sonora em função das finalidades de uso. Segundo a norma, foi estabelecido o critério interno para ambiente de salas de aula de 35dB(A). A Figura 07 ilustra a seleção de um ambiente de sala de aula do estudo de caso (Bloco G) por simulação computacional, onde as variáveis para esta análise são o volume do ambiente, o SVVE e a área da esquadria.

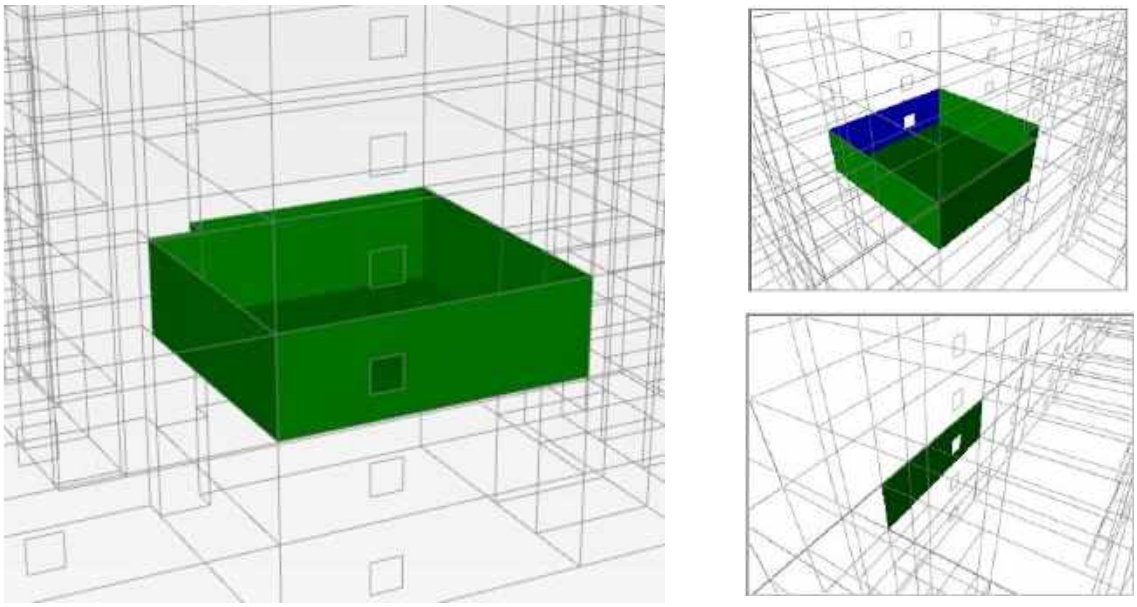

Figura 07 – Simulação de uma sala de aula do bloco G através do SONarchitect (Autores, 2019).

Na análise, foi utilizado o maior NPS que incide em cada pavimento. Com base nisso, foi determinado o R_W mínimo das esquadrias para cada pavimento do bloco G da UNICAP. Para haver conformidade com a norma NBR 10152/2017, a diferença entre o NPS externo e o critério mínimo interno deverá ser assegurada pela esquadria, visando o atendimento à norma. A Figura 08 mostra a obtenção do índice de isolação acústica ao ruído externo ($D_{2m,nTw}$ – parâmetro de campo) de 30dB(A), isso significa que no período noturno o NPS externo do segundo pavimento do bloco G é de 65dB(A), essa isolação se dá pela utilização de uma janela com o R_W de 23dB(A), exibida na Figura 09.

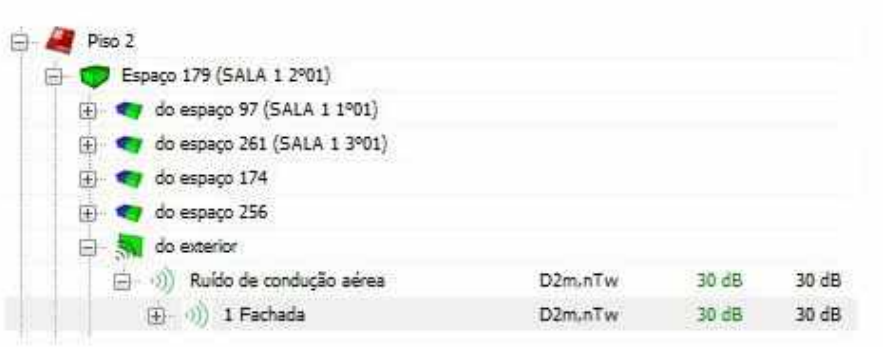

Figura 08 – Índice de isolação acústica ao ruído externo através do SONarchitect (Autores, 2019).

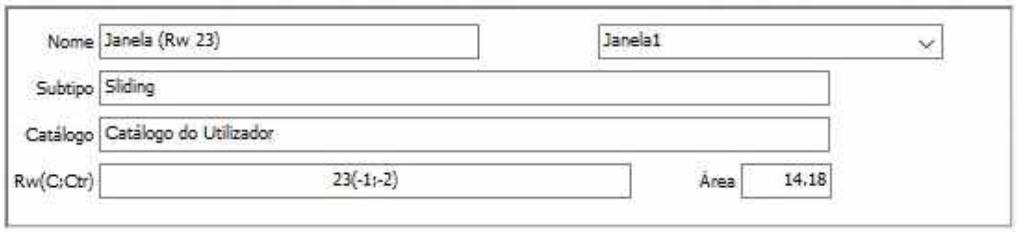

Figura 09 – determinação do R_W das esquadrias através do SONarchitect (Autores, 2019).

Os resultados do R_W obtidos pela simulação para os dois períodos estão apresentados na Tabela 04. Assim, para o atendimento às exigências normativas é necessário o uso de uma esquadria com R_W mínimo de 23dB(A) para os pavimentos 1 ao 6, e de 17dB(A) para os pavimentos 7 e 8. É importante destacar algumas variáveis que vão interferir diretamente na determinação do R_W, sendo elas: a dimensão da esquadria, o volume do ambiente e a área da parede. Para garantir a isolação sonora promovida pelas esquadrias, faz-se necessária boa qualidade na fabricação e na montagem in loco.

Tabela 04 – R_W requerido pelas esquadrias.

Índice de isolação sonora requerido das esquadrias (R_W)		
Pavimento	**Diurno (dB)**	**Noturno (dB)**
1	17	23
2	17	23
3	17	23
4	17	23
5	17	23
6	17	23
7	17	17
8	17	17

5. CONCLUSÕES

Esta pesquisa destaca a importância da utilização do mapeamento sonoro para avaliação do ruído ambiental, servindo como uma ferramenta para a análise acústica que permite identificar e controlar o ruído através de levantamento de medições em campo e coleta do tráfego urbano, com isso, pode-se utilizar medidas preventivas para a atenuação e tratamento do ruído.

As medições dos níveis de pressão sonora em sua maioria mostram que os pontos levantados ultrapassam ao nível aceitável de conforto acústico, chegando a 18dB do nível máximo permitido de acordo com a norma NBR 10151/2000. Diante desses resultados, verifica-se a necessidade de se adotar estratégias para a atenuação acústica, podendo ser: limitação do tráfego veicular, estudo de novas rotas, alteração nas sinalizações e entre outras. Estas estratégias vão contribuir para a redução do impacto sonoro, sobretudo, nas áreas mais críticas onde o NCA está superior ao permitido.

De todo modo, mesmo com os altos níveis de pressão sonora observadas nas medições realizadas no local, a simulação computacional com o SONarchitect indicou que a adoção de esquadrias com R_W de 23dB(A) nas salas de aula servia suficiente para alcançar o conforto mínimo estabelecido pela norma NBR 10152/2017 no estudo de caso realizado.

Portanto, conclui-se, que visando contribuir para um melhor conforto acústico nas salas de aula, o levantamento do ruído ambiental faz-se fundamental para a determinação do R_W das esquadrias que, por sua vez, o atendimento ao critério de conforto interno possibilitará um cenário com menos desconforto acústico nas salas de aula, garantindo assim, melhor inteligibilidade entre os alunos e professores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151/2000**: Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Rio de Janeiro, 2000.

_____. **NBR 10152/2017**: Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações. Rio de Janeiro, 2017.

BEHLAU M.; DRAGONE ML, NAGANO L. **A voz que ensina: o professor e a comunicação oral em sala de aula.** Rio de Janeiro: Revinter; 2004.

ENIZ, A.; GARAVELLI S. L. **A contaminação acústica de ambientes escolares devido aos ruídos urbanos no Distrito Federal, Brasil, Holos Environment**, v. 2, p. 137-150, 2006.

GARAVELLI S.; MORAES. ; NASCIMENTO. ; MAROJA. ; **Mapa de ruído como ferramenta de gestão da poluição sonora: estudo de caso de águas claras – DF**. In Pluris. 4 Congresso Luso-Brasileiro para o planejamento urbano, regional, integrado e sustentável, Anais... Belo Horizonte.

GIUNTA, M. et al. **Environmental noise and conflict areas in a medium sized city.** In: euronoise – european conference on noise control, prague. Anais... Praga: european acoustic association, 2012.

GOINES, LISA; HAGLER, LOUIS. **Noise Pollution: A Modern Plague.** Southern Medical Journal, 2007, 100(3): p. 287-294.

LIBARDI A, GONÇALVES GO, VIEIRA TP, SILVERIO KC, ROSSI D, PENTEADO RZ. **O ruído em sala de aula e a percepção dos professores de uma escola de ensino fundamental de Piracicaba.** Distúrb Comum. 2006;18(2):167-78.

MARTINS, MARIELAINE IRIA MERLI; TAÚ, MAYRA DE CASTRO; UNZUETA, VERÔNICA MARIANA PALENQUE; MOMENSOHN-SANTOS, TERESA M.. **A interferência do ruído no reconhecimento da fala: análise do ambiente e da voz do professor.** In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA, 20; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE METROLOGIA EM ACÚSTICA E VIBRAÇÕES, 2, 2002, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: SOBRAC, 2002.

NIEMEYER, MARIA LYGIA ALVES DE. **Conforto acústico e térmico, em situação de verão, em Ambiente Urbano: uma proposta metodológica.** 2007. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Burden of disease from environmental noise, 2011.** Disponível em <http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/136466/e94888.pdf>. Acesso em 10/02/2019.