

**ESTUDO ACADÊMICO ACERCA DO DESEMPENHO ACÚSTICO E SUAS
IMPLICAÇÕES, CASO DO LABORATÓRIO DE MAQUETES URI/FW**

**ACADEMIC STUDY ON ACOUSTIC PERFORMANCE AND IT'S
IMPLICATIONS, THE CASE OF THE URI/FW MODEL LAB**

Luan da Silva Klebers¹

Alessandro Alves²

Revista Infinity

Revista dos Cursos de Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Civil e Engenharia de
Produção da Uceff.
Vol 5, n. 2, 2020
ISSN 2525-3204

¹ Mestrando em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo (PPGAUP) na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

² Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Professor Adjunto na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS).

RESUMO

Mensurar os níveis de pressão sonora (NPS) de um ambiente é de suma importância frente às diversas formas de influência negativa no dia-a-dia e na saúde das pessoas. O presente trabalho tem como objetivo central mensurar e avaliar os níveis de pressão sonora no ambiente interno e de suas imediações externas do Laboratório de Maquetes da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI) Campus de Frederico Westphalen (RS) e verificar frente à normativa sua classificação. Trata-se de um estudo realizado na disciplina de Conforto Ambiental III durante a graduação de Arquitetura e Urbanismo, onde foram medidos pontos do ambiente com um aplicativo da *Bosch*® para *smartphone* que possibilitou a verificação e classificação dos níveis de pressão sonora existentes e identificar o quão prejudicial estes podem ser para seus usuários. Para isto foram feitas medições em dias e turnos diferenciados e calculados ponderações médias. De forma conclusiva, o som está presente permanentemente em todos os locais, seja como ruído de fundo ou resultante de alguma fonte sonora. Contudo normativas indicam padrões para estes, tanto na própria qualificação do ambiente caracterizada como incômodo ou indesejado, quanto por padrões individuais, devido as relações internas e externas que fomentem este desconforto. Neste trabalho observa-se que em muitas das avaliações o NPS indicado na norma NBR 10152 para ambientes educacionais foi superado, podendo ser fator contribuinte no desconforto e na dificuldade de comunicação no ambiente.

Palavras-chave: Níveis de pressão sonora, Desempenho acústico, Ruído.

ABSTRACT

Measuring the sound pressure levels (SPL) of an environment is of paramount importance in view of the various forms of negative influence on people's daily lives and health. The main objective of this work is to measure and evaluate the sound pressure levels in the internal environment and its external external ones of the Model Laboratory of the Integrated Regional University of Alto Uruguai e das Missões (URI) Frederico Westphalen Campus (RS) and to verify front normative its classification. This is a study carried out in the discipline of Environmental Comfort III during the graduation of Architecture and Urbanism, where points of the environment were measured with a *Bosch*® *smartphone* application that enabled a verification and classification of the existing sound pressure levels and identify the these can be so damaging to your users. For that, responses were made on different days and shifts and average weightings were calculated. Conclusively, the sound is permanently present in all locations, either as background noise or as a result of some sound source. However, normative standards for these, both in the qualification of the environment characterized as uncomfortable or unwanted, as well as individual standards, due to the internal and external relationships that foster this discomfort. In this work, it is observed that in many of the evaluations the NPS indicated in the NBR 10152 standard for educational environments has been overcome, which may be a contributing factor in the discomfort and difficulty of communication in the environment.

Keywords: Sound preassure levels, Acoustic performance, Noise.

Introdução

O ruído é um dos maiores fatores de risco no que tange o bem-estar e a saúde da população, e, ainda torna ambientes desconfortáveis e desagradáveis (SERVILHA; DELATTI, 2014; JERÔNIMO et al 2015; DIAS et al 2019). Afetando as pessoas de diversas formas, os problemas inerentes ao ruído englobam perda de audição, estresse, hipertensão, perda de sono, falta de concentração, baixa produtividade, deterioração da qualidade de vida e redução de oportunidades de repouso (BISTAFA, 2011).

Dentro dos parâmetros educacionais, quando se fala de universidades ou instituições de ensino usualmente suas construções incluem vias de transporte próprias ou apropriações de vias públicas, visando a facilidade de acesso e de grande concentração populacional (DIAS et al 2019). Desta forma, podendo interferir de maneira negativa nas atividades relacionadas à ensino que geralmente demandam alto grau de atenção e concentração (SERVILHA; DELATTI, 2014; JERÔNIMO et al 2015; GUIMARÃES et al 2015; SANTOS et al 2012), sendo que o ruído oriundo destas fontes sonoras podem ser classificados como um importante elemento dispersor (GONÇALVES; COUTINHO, 2009; GUIMARÃES et al, 2015).

A exposição ao ruído por longos períodos de tempo, conforme avaliado por diversas pesquisas, pode provocar alterações a nível biológico não-auditivos, como cefaleia, nervosismo, ansiedade, problemas estomacais, dificuldade de concentração/comunicação, agressividade, e baixo rendimento (GONÇALVES; COUTINHO, 2009; RIBEIRO et al 2010; ALMEIDA et al 2012; JIMÉNEZ et al 2012; COSTA et al 2013; GANNOUNI et al 2013 SERVILHA; DELATTI, 2014; CIELO et al 2016;) ainda, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) a exposição ao ruído pode também promover problemas cardiovasculares, comprometimento cognitivo e distúrbios de sono (WHO, 2011) sendo o somatório destes fatores os grandes contribuintes do baixo índice de rendimento e aproveitamento tanto de alunos quanto de professores (CIELO et al 2016; GOMES et al 2016; SERVILHA; ROCCON, 2009; RABELO et al 2015).

No Brasil, a norma regulamentadora da padronização e controle dos níveis de ruído são regidos pela ABNT NBR 10152, atualizada em 2020, que indica para ambientes educacionais e em especial para salas de aulas, os valores entre 35 dB(A) à 40 dB(A), contudo estudos vêm demonstrando valores superiores mesmo no período de férias das escolas (GARAVELLI, 2007; SEETHA et al 2008; GONÇALVES et al 2009).

Logo se percebe que a função acústica é tão importante quanto a estrutural para o bom funcionamento e experiências positivas de ensino-aprendizagem sem que se comprometa a saúde física e mental (SERVILHA; DELATTI, 2014; SANTOS et al 2012).

O objeto central de análise é mensurar os níveis de pressão sonora de uma sala de aula da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI) Campus de Frederico Westphalen (RS) e também a auto percepção do ruído visando classificar sua influência na trajetória de professores e acadêmicos.

Caracterização física do objeto em estudo

A área escolhida para avaliação dos níveis de pressão sonora localiza-se no Campus I da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (Frederico Westphalen), na edificação conhecida como Centro Tecnológico, comumente chamado de Prédio 13 (figura 1), de uso comum aos cursos de Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Civil e Engenharia Elétrica, este prédio abriga prioritariamente laboratórios para atividades práticas destes três cursos e as coordenações dos cursos de engenharia.

Figura 1: Localização do objeto de estudo



Legenda:  Localização da Área-Estudo  Instituição De Ensino (URI)

Fonte: Adaptado do Google Earth (2020)

O ambiente externo é configurado por uma via de mão única para tráfego de veículos leves e motos. Abriga também parte dos estacionamentos da universidade. Na Figura 2 é possível observar a relação do fluxo externo com o interno. Percebe-se que as

janelas do ambiente interno são do tipo de correr com 4 folhas, esquadrias de alumínio e vidro de 2mm, são revestidas por uma tela protetora contra insetos. É configurado por: limite das paredes de alvenaria da edificação na qual se encontra o ambiente interno, avanço baixo de ajardinamento com vegetação rasteira e arbórea, leito carroçável com blocos intertravados, por fim, o limite oposto é configurado pelo prédio 11 (Anatômico) de edificação térrea em fachada em alvenaria, concreto e vidro.

Figura 2: Caracterização física-externa do prédio



Fonte: Acervo pessoal dos autores, 2016

Quanto ao ambiente interno de avaliação em questão, apresenta como principal uso a produção de maquetes. O mobiliário é composto basicamente por ilhas de trabalho coletivo em madeira, cobertas de vidros para maior durabilidade do mobiliário, cadeiras de madeira com estrutura metálica e sem estofamento no assento, dois armários de madeira com maquetes expostas, possui também uma central de internet com um *nobreak*, quanto ao piso, possuem revestimento cerâmico, o forro possui pintura acrílica em laje de concreto. As esquadrias metálicas com vidro simples de 2mm com uma tela antimosquito e cortinas do tipo blecaute, conforme pode ser observado na Figura 3. O pavimento superior abriga um laboratório de informática e a coordenação dos cursos de Engenharia Civil e Engenharia Elétrica.

Apresentando área de 79,40m² e pé-direito de 3,20m. As paredes são em alvenaria convencional, exceto pela divisória de leve composta por chapas compensadas, vidros jateados 5mm e perfis metálicos 5x5cm, possui pilares e vigas pré-moldadas. O forro não possui rebaixo e é formado apenas pela laje estrutural rebocada.

A porta do ambiente é em madeira maciça em duas folhas que abrem para fora com uma abertura em vidro translúcido 5mm de aproximadamente 20cm de largura por 50cm de altura. As janelas do ambiente dão diretamente para a via externa e a porta se abre diretamente para a circulação de acesso interno da edificação. Desse modo, pode-se dizer que pelas janelas o ambiente é atingido pelo ruído de tráfego veicular, considerado

a principal fonte sonora perturbadora no local. Pela porta, o ambiente é atingido pelo som de pessoas conversando, que se soma ao ruído residual existente, podendo ou não causar perdas no desenvolvimento cognitivo de seus usuários.

Figura 3: Vista interna do laboratório de maquetes



Fonte: Acervo pessoal dos autores, 2016

Enquanto o ambiente é utilizado a abertura ou não das portas e janelas é muito relativa, uma vez que a sala não possui ar condicionado, considerando que a região centro-noroeste a qual o município de Frederico Westphalen se encontra localiza-se abaixo do trópico de Capricórnio, caracterizada por possuir um clima volátil com estações do ano bem definidas, ou seja, a abertura ou não das portas e janelas está altamente relacionada com a temperatura. Para fins de uma medição mais aproximada, em ambos horários se fora medido com J1 e J2 abertas enquanto J3, J4, P1, P2 e P3 fechadas.

Procedimentos metodológicos

A seguir serão relatados os procedimentos metodológicos adotados durante as medições e levantamento de dados, os quais aconteceram nos dias 24 e 31 de maio de 2016. Foram coletados dados referentes ao ruído de tráfego veicular e dados relacionados ao ambiente construído.

Para a coleta das grandezas acústicas, foi utilizado o aplicativo para smartphone de plataforma *Android* *BOSCH* iNVH – versão 1.0 (baixado em 20 de maio de 2016). Uma ferramenta inovadora para apoiar as avaliações subjetivas de ruído na área da acústica. A ferramenta utiliza um medidor de nível sonoro (SLM), o nível geral versus

módulo de tempo e módulo de dados de tempo. O aplicativo usa basicamente os microfones e acelerômetros embutidos no aparelho, o mesmo vem com valores de calibração, há também uma ferramenta de calibração de som inclusos para melhorar a precisão da medição do ruído. Este aplicativo é uma ferramenta de calibração em base oitavada, em comparação com a calibração do valor mais simples disponível no mercado. A calibração banda de oitava permite ao usuário fazer uma correção de sensibilidade em cada faixa de frequência, a vibração, no entanto limita-se a frequência útil de 100 Hz. Para análise e obtenção dos resultados, foram utilizadas como base as normas da ABNT, a NBR 10151:2020 e a NBR 10152:2020.

Para medição dos dados referentes ao ruído, foram definidos pontos de medição tanto para o ambiente interno de avaliação, quanto para o externo. Tais pontos atendem as recomendações da NBR 10151 (ABNT, 2020) e sua descrição detalhada encontra-se nos itens que seguem. Com base no layout do ambiente e na localização da principal fonte de ruído – ruído de tráfego veicular – foram dispostos três pontos de medição na sala, atendendo-se as exigências da NBR 10151 (ABNT, 2020).

Os pontos internos (1, 2 e 3) foram localizados estando sempre acima de 1,2 m de distância de pisos e 1,00m de paredes. Em relação às mesas, P1 e P3 ficam afastados mais de 1,00m (conforme solicita a norma). Já o ponto P2 encontra-se em desacordo com a norma, obtendo distância horizontal de 0,40m e 0,60m entre as mesas e uma altura de 1,80m (1m acima do mobiliário).

Esta alteração à NBR fez-se necessária devido ao fato de se julgar pertinente manter o layout de utilização do mobiliário na sala, a fim de caracterizar a real interferência do som no ambiente.

Os pontos foram dispostos no sentido diagonal da sala e a distância adotada entre os mesmos foi de 5,73m e 5,29m, buscando uma distribuição equivalente na sala como um todo conforme verifica-se na Figura 4.

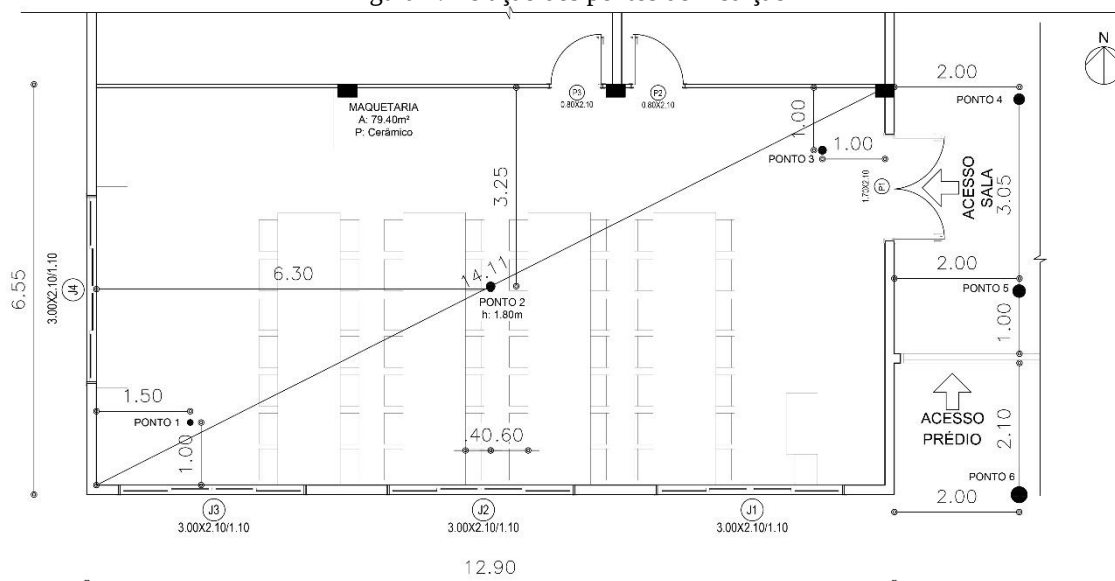
Os pontos externos (4, 5 e 6) estão a 2,00m da superfície da divisa da sala, porém desacordam da norma em suas outras distâncias, onde optou-se por escolher locais de permanência de alunos para a realização da medição. Os espaços destes pontos são diariamente utilizados enquanto acadêmicos aguardam suas salas serem abertas, especialmente o ponto P5, que sofre um uso contínuo de acadêmicos e por não possuir mobiliário algum acaba exercendo maior reverberação.

Foram realizadas duas medições no ambiente interno, em horário de pico do tráfego veicular, a fim de caracterizar a interferência desta fonte nos níveis de pressão

sonora do ambiente; e outra em horário de tráfego veicular praticamente inexistente, a fim de verificar o ruído residual.

As medições foram realizadas em dois dias e dois turnos. No dia 25 de maio, as medições internas e externas foram realizadas a partir das 13:00h, caracterizando o ruído residual, de acordo com as NBRs 10151 e 10152. No dia 30 de maio as medições foram realizadas a partir das 19:10h, caracterizando o ruído causado pelo trânsito intenso.

Figura 4: Relação dos pontos de medição



Fonte: Os autores, 2016

Resultados

Para cada ponto especificado, foram realizadas medições pelo período da tarde e da noite. Posteriormente, foram calculadas as médias logarítmicas entre os L_{eq} obtidos nos pontos P1, P2 e P3 do ambiente interno e entre os L_{eq} obtidos nos pontos P4, P5 e P6 do ambiente externo, a fim de caracterizar um L_{eq} médio para os ambientes avaliados. Na Tabela 1 se encontram os valores de L_{eq} coletados durante as medições, para cada ponto do ambiente de avaliação interno, sendo feita a medição com as janelas J1 e J2 abertas.

Tabela 1: Níveis de pressão sonora LAeq em dB(A) no ambiente de avaliação interno, com janelas J1 e J2 abertas.

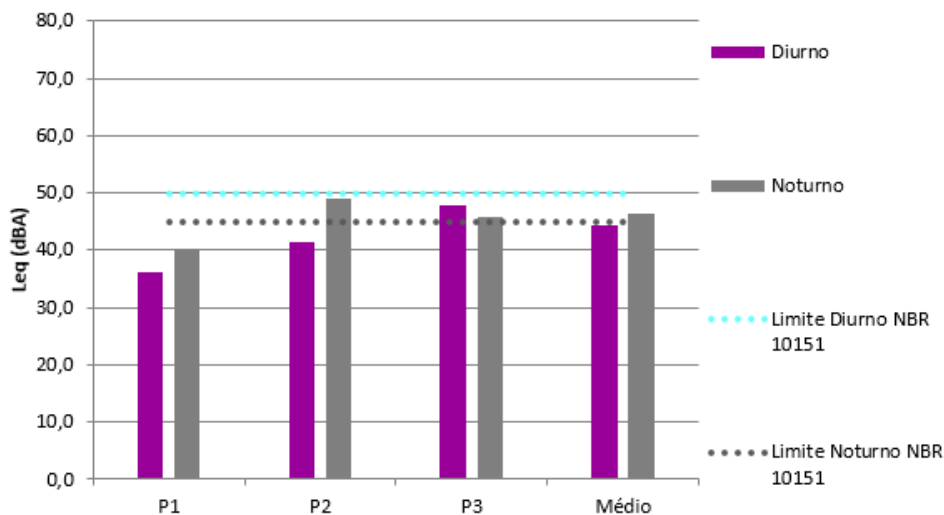
	Leq P1 dB(A)	Leq P2 dB(A)	Leq P3 dB(A)	Leq Médio dB(A)
Diurno	36,1	41,4	47,9	44,2
Noturno	40,2	49,0	45,7	46,3

Fonte: Os autores, 2016

Na Figura 5 é possível observar o comparativo entre os pontos, assim como o L_{eq} médio do ambiente interno e a relação destes valores com os limites preditos por normativas.

De acordo com a NBR 10151 (ABNT, 2020), os limites encontrados para “Área estritamente residencial urbana ou de hospitais e escolas”, o nível de pressão sonora permitido para o período diurno é de 50 dB(A) e para o período noturno é de 45 dB(A).

Figura 5: Comparativo LAeq dB(A) em cada ponto de medição no ambiente de avaliação interno.



Fonte: Os autores, 2016

Analisando os valores obtidos para o período diurno, é possível perceber que, para o momento e o dia da avaliação, todos os pontos ficaram abaixo do limite padronizado na NBR 10151 (ABNT, 2020). Diante disto, percebe-se que o nível de pressão sonora médio no ambiente durante a medição diurna é de acordo com as recomendações da norma.

Como o tráfego de veículos e pessoas (que são utilizados como as fontes da análise) durante o dia é pequeno, percebe-se que o nível de pressão sonora no local é baixo em todos os pontos, sendo o ponto P3 o local com a medição mais alta, devido a esta ter ocorrido durante a passagem de um carro e o ponto estar localizado ao lado de um *nobreak*, que emite um ruído constante enquanto ligado.

Já nas medições ocorridas no período noturno, os níveis de pressão sonora nos pontos P2 e P3 excedem o limite recomendado pela NBR 10151 (ABNT, 2020) em aproximadamente 9 dB(A) e 1 dB(A). O nível médio do ambiente excede apenas 2 dB(A) da recomendação, não atrapalhando no desenvolvimento da atividade ali exercida.

A fim de verificar a interferência do som residual no valor global dos níveis de pressão sonora, realizou-se o processo de subtração sonora, apresentado na Tabela 2, proposto por Bistafa (2006), entre os valores medidos e então produzido a representação gráfica proposta na Figura 6.

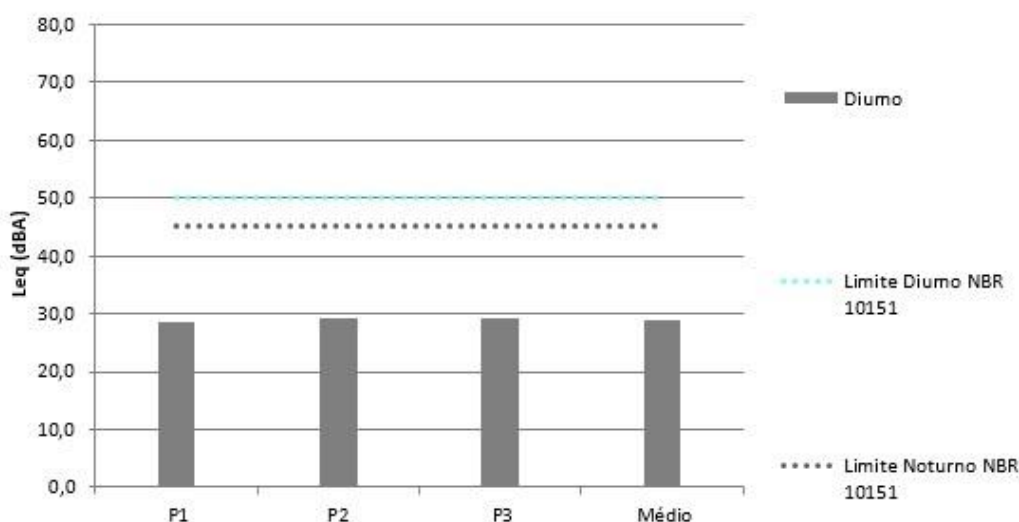
Tabela 2: Estabelecimento dos níveis de pressão sonora das fontes a partir do método da subtração de níveis sonoros.

	Global	Residual	Lg -	L	Fonte
Diurno	44,2	26,7	17,5	1	43,2
Noturno	46,3	28,9	17,4	5	41,3

Fonte: Os autores, 2016

A partir dos valores obtidos, conforme a Tabela 2, é possível produzir a Figura 6, resumando e afirmando que, no caso da medição diurna/noturna, o ruído residual (ruído de fundo) é baixo e não é possível estabelecer o ruído da fonte, uma vez que a diferença entre nível de som global e nível de som residual é menor de 3 dB(A). Entretanto, como a diferença para a medição diurna foi maior, conseguiu-se determinar os níveis de pressão sonora aproximados, cerca de 43,2 dB(A).

Figura 6: Ruído residual do ambiente de avaliação interno



Fonte: Os autores, 2016

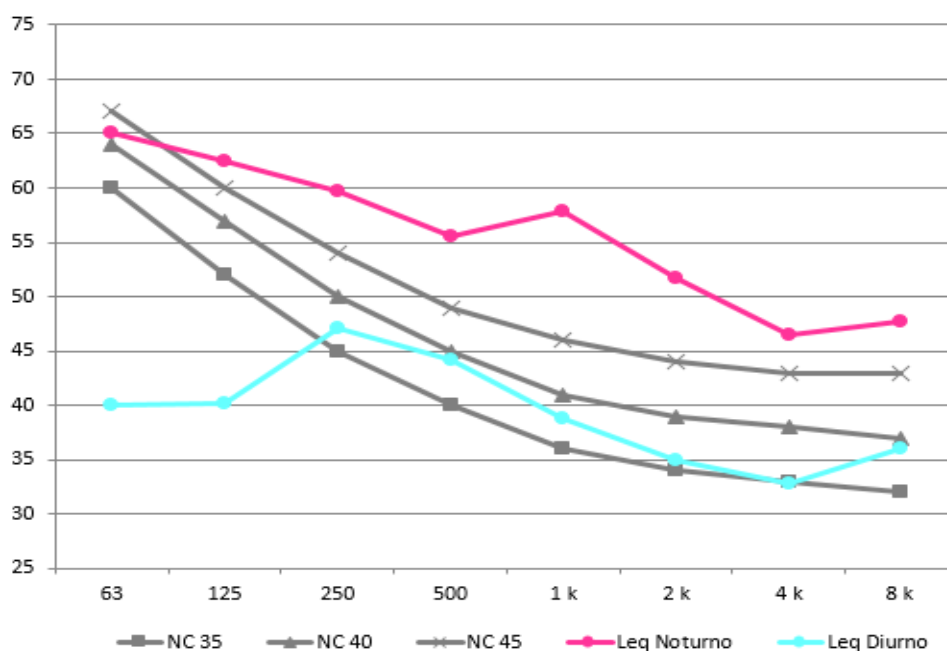
Outra análise que pode ser feita é a referente ao atendimento das curvas de avaliação de ruído NC, de acordo com a NBR 10152 (ABNT, 2020). Segundo a norma para setores com finalidade de usos educacionais, especificamente para ambientes de salas de aula e laboratórios, deve-se respeitar o nível sonoro de 35 dB(A) para se atingir uma condição confortável e até 40 dB(A) para uma condição aceitável. Diante disso, percebe-se que nas medições diurnas apenas o ponto P3 excede o limite padronizado como confortável, mas nenhum ponto excede o limite do aceitável. Já se referindo às medições ocorridas durante o período da noite todos os pontos ultrapassam o limite noturno e o confortável.

Embora alguns autores recomendem análises médias por ambiente, a NBR 10151 avalia o ambiente em função do zoneamento, logo manteve valores limites para diurno e noturno, enquanto a NBR 10152 é especificamente para o ambiente interno da sala de aula e reduziu os limites para 35 e 40 dB(A). No caso deste trabalho fora realizada uma avaliação mais precisa, onde um setor da sala pode ser identificado como problemático, o que não seria verificado se tivesse apenas realizado a média geral da sala.

Executou-se também a medição dos níveis sonoros por banda de oitava, com o intuito de se avaliar o ruído no ambiente interno a partir das curvas NC.

Como os dados obtidos nas medições encontram-se ponderados na curva A, primeiramente os mesmos foram corrigidos a partir realizou-se a compensação de acordo com os parâmetros disponíveis na literatura (BISTAFA, 2006), fazendo a redução do filtro A para dB, por banda de oitava em 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz e 8 kHz. Assim, é possível observar na Figura 7 a relação entre os dados obtidos e as curvas NC.

Figura 7: Curvas NC do ambiente de avaliação interno.

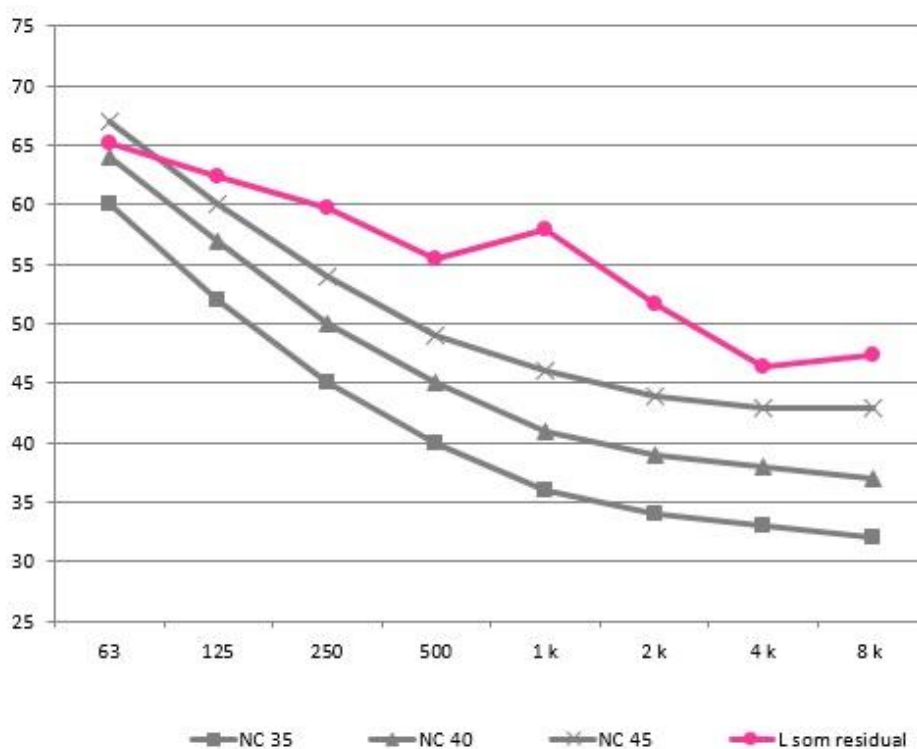


Fonte: Os autores, 2016

De acordo com a NBR 10152 (ABNT, 2020), para o ambiente em questão a curva NC para conforto deve ser a 35, enquanto a aceitável é a curva NC 45. Conforme o gráfico percebe-se que em determinado momento a curva LAeq diurna está de acordo com o limite aceitável. Já a curva LAeq noturna excede os limites em quase todos seus pontos devido aos intensos e somados ruídos produzidos durante as medições, como os carros passando na via de acesso em frente à sala, o nobreak em trabalho constante e os murmúrios produzidos pelos usuários do prédio. Vale ressaltar que ambas as medições foram feitas com a sala vazia, porém a utilização do prédio não fora vetada, logo em todos os pontos existem interferências de conversas tanto fora da sala quanto no pavimento superior.

Na Figura 8 encontram-se as curvas NC para o som residual, comprovando que os níveis de pressão sonora, mesmo quando subtraída a fonte principal, ainda se encontram elevados e podem atrapalhar as atividades a serem desempenhadas neste ambiente. Mesmo neste caso a curva encontrada no ambiente não atende a condição de conforto, atingindo apenas a curva NC aceitável.

Figura 8: Curvas NC do som residual ambiente de avaliação interno.



Fonte: Os autores, 2016

Da mesma forma, na Tabela 3 se encontram os valores de L_{eq} coletados durante as medições, para cada ponto do ambiente de avaliação externo.

Tabela 3: Níveis de pressão sonora L_{Aeq} em dB(A) no ambiente de avaliação interno, com janelas J1 e J2 abertas.

	L_{eq} P4 dB(A)	L_{eq} P5 dB(A)	L_{eq} P6 dB(A)	L_{eq} Médio dB(A)
Diurno	33,1	30,9	35,7	33,7
Noturno	58,6	60,1	59,0	59,3

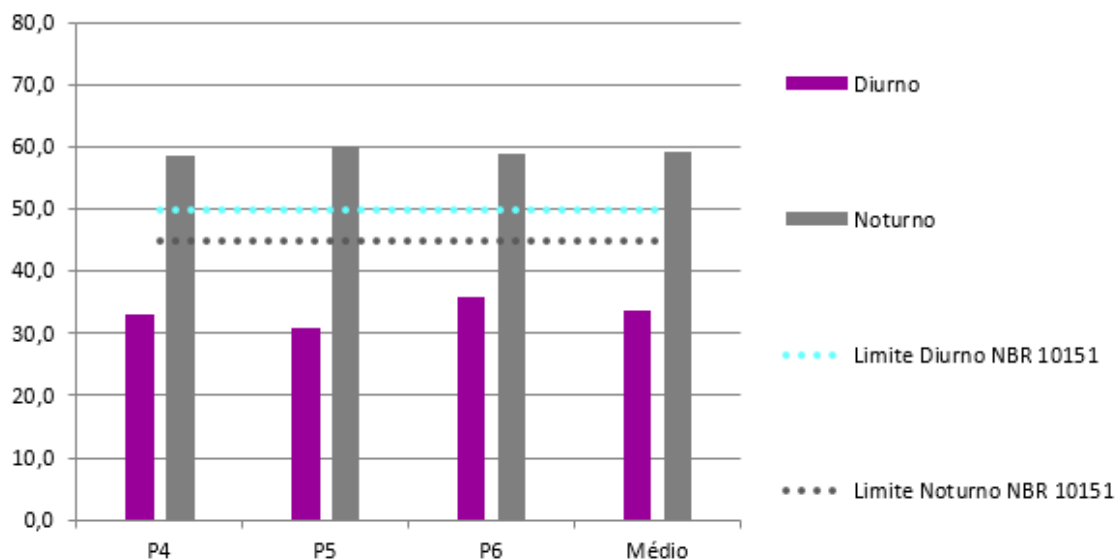
Fonte: Os autores, 2016

Na Figura 9 é possível observar o comparativo entre os pontos, assim como o L_{Aeq} médio do ambiente externo e a relação destes valores com os limites preconizados por normativas e legislação. Foram adotados como limites os mesmos parâmetros já citados na avaliação anterior.

Analisando os valores obtidos para o período diurno, é possível perceber que, para o momento e o dia da avaliação, todos os pontos atenderam os limites padronizados pela NBR 10151 (ABNT, 2020). Deve-se levar em consideração que durante o período diurno o fluxo externo ao ambiente analisado é baixo, o que faz com que seus níveis de

pressão sonora sejam menores. Deste modo, o nível médio encontrado no ambiente externo à sala em estudo encontra-se adequado aos limites normatizados.

Figura 9: Comparativo LAeq em dB(A) em cada ponto de medição no ambiente de avaliação externo.



Fonte: Os autores, 2016

No período diurno o ponto P6 apresentou maior diferença do nível de pressão sonora se comparado com os outros dois pontos de medição. Isso se deve pelo ponto se localizar fora da edificação em estudo, próximo a via de acesso aos estacionamentos, o que fez com que o nível de pressão sonora tenha sido levemente alterado em relação aos pontos localizados no interior da edificação.

Na medição ocorrida no período da noite, todos os níveis de pressão sonora excedem em aproximadamente 10 dB(A) o limite recomendado pela NBR 10151 (ABNT, 2000). Isso se deve ao fato de as medições do ambiente externo ter ocorrido as 19h, horário de pico da Universidade, onde se encontram vários estudantes conversando nos corredores, bem como grande fluxo de veículos acessando a via em frente ao ambiente.

Considerações Finais

A partir das medições realizadas e das análises aplicadas sobre os dados obtidos, afirma-se que o ambiente de avaliação interno durante o período noturno apresenta níveis de pressão sonora superiores aos preconizados pelas normativas nacionais, assim como não atende à NBR 10151 em relação aos níveis limites de avaliação para

ambientes internos e externos. Porém, especificamente em relação ao ambiente de avaliação interno diurno, este atende as curvas NC de conforto preconizadas pela NBR 10152, na maioria das situações.

É importante ressaltar, entretanto, que esta afirmação é válida apenas para os momentos em que foram coletados os dados, não sendo recomendada a extrapolação dos mesmos para caracterização diária ou cotidiana dos ambientes estudados. Para isso seria necessário realizar medições mais longas, preferencialmente em diferentes dias da semana, diferentes situações climáticas e com um dispositivo de medição mais preciso, a fim de uma real validação dos resultados.

Percebe-se que o som residual do ambiente (ruído de fundo) é relativamente baixo sem o ruído de tráfego veicular, o qual foi considerado como principal fonte de ruído, os níveis de pressão sonora no ambiente interno durante o período diurno não são elevados, o que torna este laboratório confortável e condizente com o uso nele aplicado.

Além dos parâmetros analisados e dos dados coletados no presente estudo, faz-se necessário o levantamento de outros parâmetros para uma análise mais aprofundada do ruído de tráfego veicular, como por exemplo, quantidades de veículos leves e motocicletas, além das características geométricas dos ambientes, a exemplo do desenvolvido por outros trabalhos do gênero (NAGEM, 2004; BALZAN, 2011). Para levantamentos de ruído de tráfego veicular, a norma ISO 1996-2 (2007) determina que todos os veículos em tráfego devem ser contados, durante todo o período de medição. A contagem dos veículos deve ser realizada de modo a se diferenciar, pelo menos, duas categorias, os veículos leves e os veículos pesados. É sugerido por Nagem (2004) que as motocicletas sejam separadas da categoria de veículos leves, por emitirem um ruído muito diferente do ruído gerado por carros, caminhões e outros veículos.

Além disso, se fazem interessantes dados geométricos relativos aos pontos de medição e aos ambientes construídos em que se inserem, como por exemplo, largura da via, declividade da via, altura média das edificações que margeiam a via, distância entre as fachadas dessas edificações e distância do ponto de medição até a fachada mais próxima (VALADARES, 1997), pois nem sempre maiores volumes de tráfego correspondem a maiores níveis de ruído em função das características de tráfego e condições geométricas das vias. Dependendo das condições do local, um pequeno fluxo de veículos pode gerar altos níveis sonoros

O presente trabalho é de suma importância para a formação de arquitetos e urbanistas conscientes da necessidade uma boa acústica e de que a mesma resultará na

excelência da atividade ali produzida. O desenvolvimento desta atividade fora esclarecedor no sentido micro de sua utilização, pois trabalhando em casos isolados de edificações resultou na maior compreensão do verdadeiro sentido de uma boa acústica.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10151:

Acústica — Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas — Aplicação de uso geral. Rio de Janeiro, 25 p.. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10152:

Acústica — Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações. Rio de Janeiro, 22 p.. 2020.

ALMEIDA N. F., et al. **Intensity of noise in the classroom and analysis of acoustic emissions in schoolchildren.** Arq Int Otorrinolaringol. 2012;6(1):91-5.

BISTAFA, S. R. **Acústica aplicada ao controle do ruído.** São Paulo: Blucher, 2006. 368 p.

CIELO C. A., et al. **Occupational, general health and vocal profile of teachers of Santa Maria city.** Rev CEFAC. 2016;18(3):635-48. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1982-021620161838515>; Acesso abr. 2020.

COSTA D. B., et al. **The risk factors and emotional on the voice of teachers with and without vocal complaints.** Rev CEFAC. 2013;15(4):1001-10. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-18462013000400030>; Acesso abr. 2020.

DIAS, Fernanda Abalen Martins; SANTOS, Bárbara Alves dos; MARIANO, Hully Cecília. **Níveis de pressão sonora em salas de aula de uma Universidade e seus efeitos em alunos e professores.** CoDAS, São Paulo , v. 31, n. 4, e20180093,2019. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317-17822019000400308&lng=en&nrm=iso; Acesso abr. 2020.

ENIZ, A., GARAVELI, S. L. **.A contaminação acústica de ambientes escolares devido aos ruídos urbanos no Distrito Federal, Brasil.** Holos Environment. 2007; 6(2):137-50.

- GANNOUNI N, et al. **Qualitative and quantitative assessment of noise at moderate intensities on extraauditory system in adult rats**. Noise Health. 2013;15(67):406-11. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4103/1463-1741.121236>; Acesso abr. 2020.
- GOMES, N. R., MEDEIROS, A. M., TEIXEIRA, L. C. **Self-perception of working conditions by primary school teachers**. Rev CEFAC. 2016;18(1):167-73. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1982-021620161819515>; Acesso abr. 2020.
- GONÇALVES, V. S. B., SILVA, L. S. S., SILVA, L. B., COUTINHO, A. S., **Ruído como agente comprometedor da inteligibilidade de fala dos professores**. Produção. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/prod/v19n3/05.pdf>; Acesso abr. 2020.
- GUIMARÃES A. C. F., et al. **The influence of noise on verbal auditory temporal ordering ability**. Rev CEFAC. 2015;17(1):209-215.
- JERÔNIMO, C., SILVA, J, SILVA, R. **Mathematical modeling of impacts extramural noise produced by a university in Mossoró-RN**. Holos. 2015;31(2):142-54. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.15628/holos.2015.2197>; Acesso abr. 2020.
- JIMÉNEZ T. M. P., et al. **Noise, what noise? Raising awereness of auditory health among future primary-school teachers**. Teach Teach Educ. 2012;28(8):1083-90. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tate.2012.06.002>; Acesso abr. 2020.
- NAGEM, M. P. **Mapeamento e análise do ruído ambiental: diretrizes e metodologia**. 2004. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) -Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.
- RABELO, A. T. V., GUIMARÃES, A. C. F., OLIVEIRA, R. C., FRAGOSO, L. B., SANTOS, J. N. **Evaluation and perception of teachers on the effects of sound pressure level in the classroom**. Distúrbios Comum. 2015;27(4):715-24.
- RIBEIRO M. E. R., et al. **A percepção dos professores de uma escola particular de Viçosa sobre o ruído nas salas de aula**. Rev. Equilíbrio Corporal e Saúde. 2010;2(1):27-45.
- SANTOS J. F., et al. **Acoustical comfort in the perception of literate school children**. Rev Soc Bras Fonoaudiol. 2012;17(3):254-9. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-80342012000300004>; Acesso abr. 2020.
- SEETHA, P., KARMEGAM, K., ISMAIL, M. Y., SAPUAN, S. M., ISMAIL, N., TAMIL, M. L. **Effects to teaching environment of noise level in school classrooms**. Journal of Scientific & Industrial Research. 2008;67:659-64.
- SERVILHA A., DELATTI M. **College students' perception of classroom noise and its consequences on learning quality**. Audiol Commun Res. 2014;19(2).
- SERVILHA, E. A. M, ROCCON, P. F. **Relation between voice and life quality for university teachers**. Journal CEFAC. 2009;11(3):440-8. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-18462009005000029>; Acesso em abr. 2020.
- VALADARES, V. M. **Ruído de Tráfego Veicular em Corredores de Transporte Urbano: Estudo de Caso em Belo Horizonte-MG**. 1997. 122 f. Dissertação

(Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Burden of disease from environmental noise: quantification of healthy life years lost in Europe.** Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2011. Disponível em: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/136466/e94888.pdf; Acesso em abr. 2020.