

ISOLAMENTO ACÚSTICO EM SALAS DE AULA DO CAMPUS PALMAS DO IFTO

Felipe Araújo Cavalcante¹, Liliane Flávia Guimarães da Silva²

¹Bacharel em Engenharia Civil pelo Campus Palmas do IFTO. e-mail: <f.araujocavalcante@gmail.com>

²Doutora em Ciências do Ambiente pela Universidade Federal do Tocantins (UFT). Professora Titular do curso de Engenharia Civil do IFTO. e-mail: <lilianeg@ifto.edu.br>

Resumo: A qualidade de vida das pessoas, nos ambientes construídos, depende de diversos fatores. Dentre estes, o conforto acústico se destaca como um importante parâmetro qualitativo e é, em muitos casos, o mais negligenciado. A acústica em edificações é um fator determinante no que se refere à qualidade de vida das pessoas nos ambientes construídos, uma vez que a inadequação desta provocará insatisfação e desconforto, podendo desenvolver também problemas de saúde. Partindo deste entendimento, adequar acusticamente os locais de maior utilização das pessoas se faz necessário, uma vez que reduzirá problemas desta natureza. O objetivo deste artigo foi analisar o isolamento acústico (ruído) das salas de aula do Campus Palmas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO). Para a análise do isolamento foram realizadas medições de ruído com o auxílio de um decibelímetro. As medições foram realizadas em quatro blocos, nos três tipos de padrão de sala existentes. Em cada sala foram realizadas três medições e para cada medição foi calculada um LAeq (Nível de pressão sonora equivalente ponderados em “A”). A LAeq resultante de cada sala consistiu na média da LAeq dos três pontos de medição. Esta foi o parâmetro utilizado na análise do isolamento acústico. As normas utilizadas foram a NBR 10151 (ABNT, 2000) que fala dos procedimentos de medição e a NBR 10152 (ABNT, 1987) que traz os parâmetros de conforto e limites aceitáveis de ruído, além do cálculo da LAeq. Os resultados obtidos mostraram que as salas possuem níveis de ruído acima do aceitável.

Palavras-chave: Isolamento acústico, conforto acústico, ruído, salas de aula, tratamento acústico.

1 INTRODUÇÃO

A qualidade de vida das pessoas nos grandes centros urbanos ou até mesmo em cidades menores, depende de diversos fatores que contribuem para que a saúde e o bem-estar dos habitantes sejam adequados para uma vida longínqua. O conforto acústico é um desses fatores qualitativos que, na grande maioria dos casos, é esquecido. Os problemas relacionados à inadequação acústica vão desde pequenos incômodos gerados por ruídos até problemas de saúde mais severos, como perda de audição e aumento da pressão arterial, conforme afirma (BISTAFA, 2011). Um ambiente deve ser capaz de proteger seus frequentadores dos ruídos que são gerados no exterior do ambiente, bem como o som produzido ali dentro, nas atividades desenvolvidas, deve ser bem “acomodado” de forma que não haja comprometimento dos resultados esperados nestas atividades. As características que dão nome à estas qualidades acústicas dos ambientes são o isolamento acústico e o condicionamento acústico.

As escolas, universidades e institutos de ensino representam hoje locais em que crianças, jovens e adultos passam boa parte do seu tempo, seja estudando ou trabalhando. Partindo desta realidade, os ambientes devem ser adequados ao conforto e saúde dos que os frequentam. As salas de aula são os locais em que a atenção deve ser intensificada, no que se refere ao conforto acústico, uma

vez que serão os locais onde se realizarão a maioria das atividades escolares e que estas atividades, dependerão de tal conforto.

Ao considerar a audição como um elemento essencial no processo de aprendizagem, se faz necessário que seja garantida a qualidade da mesma nas salas de aula. Segundo Andrade (2009), o ruído afeta as capacidades intelectuais que são necessárias para o aprendizado. Partindo desse pressuposto, alunos que frequentam salas de aula onde o ruído de fundo é intenso têm suas capacidades intelectuais prejudicadas, o que faz com que, de maneira geral, a formação acadêmica seja comprometida.

Com base no exposto anteriormente, o presente artigo tem por objetivo avaliar o comportamento acústico das salas de aula dos novos blocos (14 ao 17) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - Campus Palmas, no que diz respeito ao isolamento acústico. Todo o estudo foi baseado no trabalho de conclusão do curso de engenharia civil, que tem por título “Conforto acústico em salas de aula no Campus Palmas do IFTO”, desenvolvido pelo autor deste artigo (CAVALCANTE, 2019).

2 METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido em duas etapas, a do levantamento e tratamento dos dados e, posteriormente, a da discussão a respeito dos resultados obtidos, sendo estes comparados com os parâmetros considerados ideais pela NBR 10152 (ABNT, 1987), norma que estabelece os níveis de ruído para conforto acústico. Na etapa de levantamento e tratamento dos dados foram realizadas medições em campo, dos níveis de pressão sonora incidentes no interior das salas. As medições foram feitas de acordo com a NBR 10151 (ABNT, 2000) que é a norma que define as condições para as medições de ruído. As salas de aula dos blocos (14 ao 17) do IFTO foram divididas em três padrões (Padrão 1, 2 e 3), sendo estes determinados pela quantidade de alunos que cada sala suporta. As salas de padrão 1 são para 20 (vinte) pessoas, as salas de padrão 2 para 35 (trinta e cinco) pessoas e as salas de padrão 3 para 45 (quarenta e cinco) pessoas.

A locação dos pontos de medição para cada padrão de sala foi feita respeitando as recomendações da NBR 10151 (ABNT, 2000), com altura de 1,60m, sendo três pontos em cada sala, alinhados e igualmente distribuídos no sentido do comprimento. O medidor de nível de pressão sonora (decibelímetro) utilizado nas atividades de medição de campo do presente trabalho, foi o Decibelímetro Akrom KR853 DataLogger, que possui classificação “Tipo 2” e certificado de calibração RBC, seguindo os critérios exigidos na NBR 15151 (ABNT, 2000). Os dados obtidos nas leituras foram registrados em um computador, através do *software* do decibelímetro, o *Noise Logger Communication Tool*.

Para avaliar o comportamento do isolamento acústico das salas o parâmetro determinado foi o LAeq (Nível de pressão sonora equivalente em decibéis ponderados em “A”), normalmente denominados de dB (A). Este parâmetro, foi o dado representativo de cada sala, para comparação com os limites determinados por norma.

A NBR 10151 (ABNT, 2000) diz que é recomendável que o medidor de nível de pressão sonora seja capaz de determinar a LAeq, mas que se este não possuir tal recurso, a determinação pode ser feita manualmente, por meio da equação contida no anexo A da norma. O equipamento que foi utilizado não possui o recurso de cálculo direto dos LAeq, portanto estes foram calculados por meio da equação do Anexo A da norma (Equação 1), demonstrada a seguir:

$$LAeq = 10 \log \frac{1}{n} \sum_1^n 10^{Li/10} (\text{dB}) \quad (1)$$

Onde:

- L_i Nível de pressão sonora ponderada em A, medida em resposta rápida a cada 5s (dB (A));
- n Número de medidas.

Fonte: NBR 10151 (ABNT, 2000, p. 4)

Para a determinação dos LAeq é que foram realizadas as medições, de forma que os valores obtidos nas mesmas subsidiaram os cálculos. As medições foram realizadas em cada um dos três padrões de sala para cada bloco (quatro blocos), sendo três medições por sala, obtendo-se assim um total de 36 medições.

As medições foram realizadas nos dias 19 e 28 de fevereiro e no dia 1º de março de 2019. As salas estavam vazias e com os aparelhos de ar condicionado ligados (de forma a simular as condições encontradas no decorrer das aulas). O equipamento de medição de nível de pressão sonora (decibelímetro) foi posicionado nos pontos locados para as medições, com o auxílio de um tripé.

Os procedimentos de medição, de maneira geral, foram realizados nos finais de tarde e inícios de noite. A escolha destes horários se deu pela necessidade de as salas estarem vazias, de forma que um possível ruído interno não comprometesse o procedimento.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As medições tiveram duração de 35 (trinta e cinco) a 40 (quarenta) segundos, obtendo-se com estes tempos, de 7 (sete) a 8 (oito) leituras para cada medição, leituras estas que foram registradas de 5 (cinco) em 5 (cinco) segundos, conforme solicitado na NBR 15151 (ABNT, 2000) para o cálculo do LAeq.

Foram realizados de sete a oito registros de dados em cada um dos três pontos de medição, para cada sala, totalizando 171 dados registrados. A partir dos dados obtidos em cada medição, foram determinados os LAeq, por meio da Equação 1. Para cada ponto de medição (três pontos em cada sala) foi calculado um LAeq, totalizando três por sala. Em seguida, o LAeq final de cada sala, que foi utilizado como parâmetro acústico avaliativo, corresponde à média aritmética dos três LAeq calculados. Os valores obtidos nos cálculos estão expostos nas Tabelas 1 a 4, a seguir:

Tabela 1 – Nível de pressão sonora equivalente ponderado em A (LAeq) para as salas do Bloco 14.

Sala 08 – Padrão 1		Sala 11 – Padrão 2		Sala 13 – Padrão 3	
Ponto de medição	LAeq	Ponto de medição	LAeq	Ponto de medição	LAeq
P1	57,0	P1	55,0	P1	57,0
P2	56,0	P2	55,0	P2	57,0
P3	58,0	P3	55,0	P3	55,0
LAeq – Sala 08	57,0	LAeq – Sala 11	55,0	LAeq – Sala 13	56,3

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 2 – Nível de pressão sonora equivalente ponderado em A (LAeq) para as salas do Bloco 15.

Sala 08 – Padrão 1		Sala 03 – Padrão 2		Sala 05 – Padrão 3	
Ponto de medição	LAeq	Ponto de medição	LAeq	Ponto de medição	LAeq
P1	60,0	P1	56,0	P1	57,0
P2	56,0	P2	55,0	P2	53,0
P3	55,0	P3	56,0	P3	55,0
LAeq – Sala 08	57,0	LAeq – Sala 03	55,7	LAeq – Sala 05	55,0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 3 – Nível de pressão sonora equivalente ponderado em A (LAeq) para as salas do Bloco 16.

Sala 1601 – Padrão 1		Sala 1602 – Padrão 2		Sala 1605 – Padrão 3	
Ponto de medição	LAeq	Ponto de medição	LAeq	Ponto de medição	LAeq
P1	57,0	P1	60,0	P1	58,0
P2	57,0	P2	61,0	P2	58,0
P3	59,0	P3	61,0	P3	61,0
LAeq – Sala 1601	57,7	LAeq – Sala 1602	60,7	LAeq – Sala 1605	59,0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 4 – Nível de pressão sonora equivalente ponderado em A (LAeq) para as salas do Bloco 17.

Sala 1701 – Padrão 1		Sala 1703 – Padrão 2		Sala 1705 – Padrão 3	
Ponto de medição	LAeq	Ponto de medição	LAeq	Ponto de medição	LAeq
P1	62,0	P1	57,0	P1	59,0
P2	61,0	P2	58,0	P2	60,0
P3	62,0	P3	57,0	P3	58,0
LAeq – Sala 1701	61,7	LAeq – Sala 1703	57,3	LAeq – Sala 1705	59,0

Fonte: Elaborado pelo autor.

A NBR 10152 (ABNT, 1987) determina o intervalo em que os níveis incidentes nas salas de aula devem estar compreendidos. O intervalo nela exposto é de 40 dB a 50 dB. Sendo 40 dB conforto acústico e 50 dB o limite aceitável para as atividades de sala de aula.

Os LAeq calculados para as salas de aula foram todos, sem exceção, acima do recomendado por norma para atividades letivas, ultrapassando o limite aceitável de 50 dB. O menor valor calculado foi o das salas 11 (Bloco 14) e 05 (Bloco 15), onde foi determinado um LAeq de 55 dB. A gravidade da situação acústica das salas dos blocos novos do IFTO se percebe quando o menor valor encontrado é 5 dB acima do limite aceitável segundo a NBR 10152 (ABNT, 1987).

O LAeq de maior intensidade foi o calculado segundo as medições feitas na sala 1701 (Bloco 17), com nível de pressão sonora de 61,7 dB, ultrapassando assim em 11,7 dB o limite aceitável determinado por norma.

O cenário fica pior quando se imagina uma sala cheia. Por exemplo, estes 55 dB (menor LAeq encontrado), somados a um possível ruído interno (conversas paralelas), tornaria muito difícil a ministração da aula, comprometendo, além da inteligibilidade da fala, a saúde vocal dos docentes.

De maneira geral, percebeu-se que no Campus Palmas do IFTO as circulações dos novos blocos são locais pouco ruidosos, desconsiderando momentos de intervalos e programações extraordinárias que provoquem ruídos fora da normalidade do Campus. O baixo ruído externo percebido demonstra que a principal origem dos ruídos se estabelecem no interior das salas, como os aparelhos de ar condicionado. Além disso, a “semelhança” entre os valores medidos para as diferentes salas, mesmo salas afastadas umas das outras, reforça a ideia de que a principal origem dos ruídos são os aparelhos de ar condicionado, uma vez que se fosse uma outra fonte externa, as diferenças de localização seriam determinantes.

Entendendo que a origem dos ruídos mais intensos no interior das salas são os aparelhos de ar condicionado, faz-se necessário pensar em medidas que corrigirão tal problema. Um aparelho de ar condicionado é um comum gerador de ruído, mas nos novos blocos do Campus Palmas, o problema é agravado por conta de um fator determinante: as unidades condensadoras dos aparelhos foram depositadas erroneamente na frente das janelas principais das salas.

Esta atitude comprometeu a sua qualidade acústica, uma vez que as esquadrias não têm características que sejam suficientes para o adequado isolamento do ruído gerado pelas condensadoras. Desta forma, o ruído passa pelas janelas sem maior dificuldade, fazendo com que a intensidade sonora no interior dos ambientes seja alta quando os aparelhos de ar condicionado estão ligados. Além da má disposição das unidades condensadoras, os cantos de algumas das esquadrias foram quebrados para passagem da tubulação que liga as unidades interna e externa dos aparelhos. A vibração própria do aparelho pela passagem de gases na tubulação tem contato direto com o vidro, fazendo-o vibrar, o que

compromete não só a eficiência acústica do recinto, como a segurança da esquadria. Desta forma, não só a baixa eficiência acústica já existente na região foi agravada, como a segurança da edificação e consequentemente dos seus usuários.

O objetivo deste artigo não é propor uma solução completa para o isolamento acústico das salas, mas a partir da inadequação encontrada, uma solução simples que amenizaria o problema, ou o solucionaria, seria a instalação das condensadoras de ar condicionado em lugares corretos.

Na concepção do projeto dos blocos (14 ao 17), foi inserida uma laje técnica abaixo das esquadrias para que as unidades condensadoras pudessem ser dispostas a uma distância razoável das janelas. As lajes foram executadas, mas não foram utilizadas. Para que o ruído gerado pelas condensadoras possa diminuir, a solução mais simples seria instalar as condensadoras nestas lajes.

As esquadrias em um ambiente são zonas consideradas “frágeis” no sentido de isolamento acústico. Partindo deste pressuposto, não faz sentido instalar geradores de ruídos nestas zonas. A retirada das condensadoras destas regiões, acomodando-as nestas lajes abaixo das esquadrias, certamente reduziria o problema. Nas salas do térreo, as condensadoras deverão ser colocadas no piso externo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A acústica das edificações é um assunto relevante, mas que recebe pouca atenção no cenário nacional e que pode ser um grave problema quando negligenciado. Conforme Silva (2012) as características acústicas dos ambientes não são levadas em consideração na prática projetual, devido a alguns dos materiais que são utilizados no isolamento acústico possuírem um alto custo. Desta forma, o projetista simplesmente negligencia tal característica, salvo em casos em que a aplicação do ambiente obriga uma adequação acústica (salas de espetáculos, cinemas, estúdios etc.).

Por meio do método de levantamento de dados de ruído, foi possível perceber que a falta de planejamento adequado, somada a tomadas de decisão improvisadas no momento da execução de uma obra, podem comprometer acusticamente um ambiente. O mal posicionamento das condensadoras de ar condicionado, fez com que todo o ruído dos mesmos entrasse no ambiente de maneira facilitada, comprometendo a acústica local. Desta forma, o ruído que inicialmente era para ser medido (pessoas nos corredores, automóveis nos estacionamentos, salas vizinhas em aula, etc.) foi totalmente mascarado. Em função disso, o estudo tomou um caminho diferente do inicialmente traçado, por perceber-se que a principal geração de ruídos nas salas dos novos blocos do Campus, são os aparelhos de ar condicionado mal posicionados.

Desenvolver trabalhos analisando a acústica de ambientes é normalmente um exercício complicado, devido à grande quantidade de variáveis que interferem na qualidade acústica dos

mesmos. Apesar disto, artigos como este devem ser desenvolvidos, de forma que sirvam de incentivo à melhora acústica das construções, sejam elas públicas ou privadas. Atuando na identificação de situações problemáticas e no desenvolvimento de medidas corretivas, bem como na instrução da maneira correta de se construir pensando em acústica.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10152**: Nível de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, 1987.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151**: Avaliação de ruído em áreas habitadas – Procedimento. Rio de Janeiro, 2000.

BISTAFA, Sylvio R. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. 2. ed. revista, São Paulo: Edgard Blücher, 2011. 380p.

CAVALVANTE, Felipe Araújo. **Conforto acústico em salas de aula no Campus Palmas do IFTO**. 2019. 93 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Palmas, 2019.

NOISELOGGER. Versão 2.1. [S. l.], **NoiseLogger**, 2013.

SILVA, Liliane Flávia Guimarães da. Proposta de correção acústica do auditório central do Campus Palmas do IFTO. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 7., out. 2012, Palmas. **Anais...** Palmas: IFTO, 2012.