



AVALIAÇÃO DA POLUIÇÃO SONORA EM AMBIENTE DIDÁTICO UTILIZANDO MEDIÇÃO IN LOCO E SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

ASSESSMENT OF SOUND POLLUTION IN A TEACHING ENVIRONMENT USING IN LOCO MEASUREMENT AND COMPUTATIONAL SIMULATION

Soares, A.¹

Graduando, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

Freitas, M. V. M.²

Professor Me., Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

¹ asoares@hotmail.com; ² marcusv@pucgoias.edu.br;

RESUMO: A problemática da poluição sonora é algo notório no cotidiano das grandes cidades e ambientes que deveriam ser silenciosos. Os ambientes educacionais são ambientes que devem atender níveis de ruídos específicos para o aprendizado dos alunos. Para verificação destes níveis sonoros são utilizadas as medições in loco, com equipamentos específicos e também tem sido utilizados como ferramenta para determinação destes níveis modelagem computacionais que servem para parâmetros para futuros projetos ou verificação. Este trabalho consiste em avaliação da poluição sonora através do nível de pressão equivalente e a modelagem de um ambiente educacional.

Palavras-chaves: Poluição Sonora; Ruído; conforto ambiental; modelagem computacional.

ABSTRACT: The problem of noise pollution is something notorious in the daily life of large cities and environments that should be silent. Educational environments are environments that must meet specific noise levels for student learning. To verify these sound levels, measurements are used in loco, with specific equipment and has also been used as a tool to determine these levels by computer modeling that serve as parameters for future projects or verification. This work consists of an evaluation of noise pollution through the equivalent pressure level and the modeling of an educational environment..

Keywords: Noise Pollution, System Modeling, Occupational Health, Construction Site.

Área de Concentração: 01 – Construção Civil,

1.INTRODUÇÃO

O desenvolvimento dos centros urbanos, evidenciou o agravamento dos problemas ambientais, entre eles a poluição sonora, que inicialmente era notado com um transtorno pontual e intermitente para um problema sério influenciando não só na qualidade de vida como a saúde pública. As fontes destes são as mais diversas provenientes de tráfego de automóveis, carros de publicidade ou até mesmo de atividades econômicas como a de construção civil.

A Poluição Sonora provoca degradação na qualidade do meio ambiente e se apresenta como um dos mais frequentes problemas ambientais nas grandes cidades. Os ambientes urbanos possuem cenários acústicos complexos e seus estudos precisam considerar a contribuição de fontes sonoras diversas (PINTO 2013). Esta poluição é avaliada por diversas normas e leis que estabelecem de níveis de ruído como a ABNT NBR 10151:2017, ABNT NBR 10152:2020, ABNT NBR 15575:2010 e LEI COMPLEMENTAR Nº 318, DE 03 DE JULHO DE 2019 do município de Goiânia, interferindo em diversas atividades que necessitam de

restrições níveis sonoros, como área hospitalares ou mesmo até escolares.

A definição de ruído, Segundo TRIPATHY (2008), o ruído pode ser definido como um som sem qualidade agradável ou como um som indesejado, e a poluição sonora foi definida como um som indesejado que é despejado no ambiente sem levar em conta os efeitos adversos que pode estar tendo.

Os estudos sobre conforto ambiental são decorrentes, consolidados e complexos, pois depende muito das variáveis que se toma para sua análise. Segundo LOSSO (2003) atingir um desempenho ambiental satisfatório envolve um correto planejamento arquitetônico, diante das diferentes condições climáticas que influenciarão nas condições térmicas (temperatura e umidade), na qualidade acústica (proteção de ruídos intrusivos, inteligibilidade do professor pelos alunos e vice-versa) e, ainda, nas condições ideais de visão e iluminação, natural ou artificial, proteção contra poluição e qualidade interna do ar, estabilidade estrutural da edificação, salubridade e higiene, segurança e outros.

No lançamento de um projeto arquitetônico de escolas, um dos principais aspectos a ser considerado é o desempenho acústico de salas de aula, pois esse espaço é destinado à realização de tarefas que exigem um alto nível de concentração (LORO, 2003). Como o nível de ruído influencia diretamente na percepção do aluno, torna-se um fator determinante na concepção de salas de aula, pois ruídos excessivos podem causar danos à saúde de alunos e professores. Por outro lado, salas com bom desempenho acústico são ambientes propícios à aprendizagem e concentração.

A fim de constatar esta poluição é realizado as medições in loco, utilizando equipamentos específicos, como o decibelímetro, sonômetros e dosímetros, para prever ou confirmar as medições tem sido utilizado com maior frequência simulações ambientais computacionais através de softwares.

Diante desta situação, tem-se um quadro preocupante, uma vez que o ambiente universitário está susceptível a este tipo de poluição. Esse trabalho avalia o nível de pressão sonora e compara a trabalhos anteriores realizados dentro da Área III, Campus I da PUC - Goiás, identificando as fontes, comparando-os com os recomendados pela legislação e propondo solução para o problema.

Para tal, foram levantadas as características arquitetônicas, construtivas e materiais utilizados que influenciam de forma positiva ou negativa, na acústica do ambiente escolhido o laboratório de Hidráulica do Bloco H. Posteriormente serão aferidos os níveis pressão deste ambiente e confrontados com as normas vigentes. Assim vai ser possível medir o desempenho acústico deste e realizar a modelagem computacional para avaliar como ferramenta pré avaliativa do ambiente destinado ao ensino na Universidade e identificar os principais problemas que interferem no aprendizado.

2.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No presente capítulo serão apresentados alguns conceitos de acústica, tipos de ruídos e seus mecanismos de propagação, assim como as principais técnicas de isolamento encontradas no mercado e características dos materiais utilizados, com exposição dos requisitos da nova norma de desempenho NBR 15575-3 ABNT (2013) pela falta de norma específica relacionada a ambientes escolares e salas de aula, temos como referência o advento desta norma, contribuindo no entendimento da questão do ruído de impacto e auxiliando na escolha e análise de suas soluções.

2.1. NBR 15575 (2013)

A NBR 15575 ABNT - 4 (2013), afirma que, mesmo não possuindo função estrutural, os Sistemas de Vedação Vertical Interno e Externo (SVVIE) exercem ainda outras funções, como estanqueidade à água, isolamento térmica e acústica, capacidade de fixação de peças suspensas, capacidade de suporte a esforços de uso, compartimentação em casos de incêndio dentre outros. Ainda conforme a NBR 15575 - 4 ABNT (2013), os SVV, tanto internas como externas, são porções dos edifícios habitacionais formados por elementos que limitam verticalmente o edifício e seus ambientes internos.

2.2. Onda Sonora

A onda sonora é uma flutuação de pressão longitudinal, que se move através de um meio elástico e é chamada longitudinal porque as partículas do ar se movimentam na mesma direção de propagação da onda. O meio pode ser um gás, líquido ou sólido, embora em nossa experiência cotidiana é mais frequentemente ouvir sons transmitidos pelo ar (LONG, 2006).

A onda sonora apresenta três qualidades fisiológicas que servem para caracterizá-la completamente, a altura, o timbre e a intensidade.

A altura está relacionada com a sequência das vibrações sonoras, ou seja, com a frequência do som. Já o timbre está ligado à composição harmônica da onda, permitindo identificar a procedência do som. E a intensidade do som diz respeito à amplitude da onda sonora, caracterizando a variação de pressão do meio em que se verifica a sua propagação, e sendo medida por meio da potência sonora (COSTA, 2003).

2.2.1. Níveis Sonoros

Bistafa (2011) faz uma analogia entre som e calor para um melhor entendimento dessas formas, a potência sonora de uma fonte se aproxima de um aquecedor elétrico que gera uma quantidade de energia térmica por unidade de tempo (J/s ou W), a intensidade sonora se relaciona com o calor produzido pelo aquecedor e que atravessa uma unidade de área, sendo, por fim, a pressão sonora equivalente à medida da temperatura de um determinado ponto do ambiente.

A quantidade de energia sonora pode ser medida em três formas: a potência, a intensidade e a pressão sonora (CARVALHO, 2009). O nível de potência sonora (NWS) pode ser definido como a taxa de energia emitida pela fonte emissora (CARVALHO, 2009):

$$NWS = 10 \log W/W_0 \quad (1)$$

Sendo NWS o nível de potência sonora (dB), W a potência sonora da fonte (W) e W_0 a potência sonora de referência dada por 10-12 *Watts* (W).

O nível de intensidade sonora (NIS) é a quantidade de energia sonora passando por uma unidade de área em uma direção específica (CARVALHO, 2009):

$$NIS = 10 \log I/I_0 \quad (2)$$

Sendo NIS o nível de intensidade sonora (dB), I a intensidade sonora em análise (W/m^2) e I_0 a intensidade de referência estabelecida 10-12 (W/m^2).

O nível de pressão sonora (NPS) é a quantidade de energia gerada pela fonte sonora que é responsável pela variação de velocidade das partículas no ar (CARVALHO, 2009):

$$NPS = 20 \log P/P_0 \quad (3)$$

Sendo NPS o nível de pressão sonora (dB), P a pressão sonora em análise (Pa) e P_0 a pressão de referência estabelecida 2×10^{-5} (Pa).

A unidade de medida em decibel (dB) das grandezas pode ser explicada pela escala logarítmica desta que reduz a faixa de valores trabalhados em pressão atmosférica (Pa).

Segundo Carvalho (2009) o nível mais usual dentre os três níveis sonoros é o de pressão sonora (NPS), pois inclui a resposta sonora do ambiente em relação fonte de emissão.

2.3. Acústica

A área da física que estuda o som é chamada de acústica. A acústica é a ciência que lida com o som, desde sua origem até sua propagação, tanto em ambientes abertos, quanto em espaços fechados (KUTTRUFF, 2006). O som é considerado uma vibração em meio elástico (gasoso, líquido e sólido), sendo que sua energia progride rapidamente. Sem este meio, o som não pode ser propagado. Apesar de produzir pequenas modificações na pressão atmosférica, a energia sonora pode percorrer grandes distâncias (EVEREST, 2001; EGAN, 2000).

Fanger (1970) define o conforto térmico como “uma condição da mente, que expressa satisfação com o ambiente térmico”, definição esta que foi abrangida em manuais de conforto térmico e normatizações nacionais e internacionais. Assim, compreende-se que o conforto térmico pode ser visto e analisado sob dois aspectos: do ponto de vista pessoal e do ponto de vista ambiental.

O desempenho das crianças dentro da sala de aula sofre alterações devido à quantidade de decibéis emitida de fora (ruas, espaço aéreo, etc.), sendo que os locais não dispõem de um isolamento adequado, gerando assim um grande prejuízo por estarem em processo de formação, sendo seu desempenho cognitivo prejudicado (NEUMAN et al., 2010).

O isolamento acústico na construção civil vem se tornando mais importante cada dia que passa, pois o barulho influencia na saúde e bem-estar das pessoas. Segundo Bistafa (2011) essa declaração demonstra que, desde os tempos em que surgiram as cidades, o ruído já incomodava as pessoas.

2.4. Som

Existe uma diferença conceitual entre som e ruído. Som é a sensação produzida no sistema auditivo e ligado a sensações positivas. Ruído está ligado a sons sem harmonia e em geral de sons que geram sensações negativas ao ser humano (BISTAFA, 2011).

O som é, segundo Fahy (2003), um dos principais meios de comunicação entre os seres vivos, desde a profundidade dos oceanos até na superfície terrestre. Devido a sensibilidade do sistema auditivo humano, o som é o principal agente para acionar o sistema de alerta do ser humano.

Os sons são vibrações das partículas do ar que se propagam a partir de estruturas vibrantes, porém nem toda estrutura que vibra gera som, sendo este a sensação produzida no sistema auditivo (BISTAFA, 2011). Assemelhando-se a Bistafa (2011), Souza (2006) define a origem do som na vibração de um objeto, que provoca a vibração de partículas do meio e é

2.4.1. Percepção do som

Segundo Carvalho (2006), o ouvido humano não percebe sons de frequências diferentes da mesma forma. Uma gama de faixas de frequências que pode oscilar entre 20Hz e 20000Hz de pessoa para pessoa pode ser percebida ao longo da membrana basilar. A percepção tem como região média a frequência em 1000Hz.

Partindo de resultados de experiências sobre a sensibilidade do ouvido humano à pressão sonora, foram construídas por Fletcher e Munson curvas de variação dessa sensibilidade em decorrência dos sons, as chamadas curvas isofônicas. (CARVALHO, 2006).

De acordo com a CBIC (2013), a percepção do som pelo ouvido humano é influenciada pelo ruído de fundo e ainda pelas variadas frequências. Além disso, o ouvido humano tem maior sensibilidade para perceber sons entre 1000Hz e 4000Hz, como pode ser observado na Figura 2. Sendo assim foi criada a escala de ponderação em “A”, a fim de equalizar as intensidades sonoras reais do ouvido humano (CBIC, 2013).

2.5. Ruído

Com a constante evolução do homem e do mundo capitalista mais formas de se atenuar os elementos nocivos à saúde deste são buscadas, paralelamente, os agentes responsáveis por tais danos crescem na proporção de desenvolvimento dos processos

produtivos da sociedade contemporânea. Nesse sistema formado, o lar se concretiza como uma das maneiras de refúgio, uma tentativa de se isolar de tais fatores externos, sem que se consiga, porém, êxito. Entre essas inúmeras interferências de outros ambientes se destacam como temática importante os atuais níveis sonoros elevados e sua constante motivação: o ruído.

Sendo o som a sensação produzida no sistema auditivo, ruído é todo aquele som indesejado, em geral de conotação negativa (BISTAFA, 2011). Ampliando este conceito, segundo Pedroso (2007), todo o som que não puder ser codificado com algum significado ou informação para o ouvinte poderá se caracterizar como ruído. Nos vários entendimentos de sua definição percebe-se o caráter subjetivo de ruído, variando conforme o usuário em questão, o que para muitos pode se caracterizar como um conjunto de ruídos incômodos pode representar para outros uma harmonia sonora.

O ruído nas edificações pode ser proveniente de diversas fontes, originado em conversas, no caminhar, na queda de objetos, no funcionamento de máquinas, em instrumentos musicais, entre outros. Para que se encontrem as melhores formas de se mitigar os problemas gerados pelo desconforto acústico e se coloque em prática o modelo mais adequado de isolamento sonoro deve-se classificar o tipo de ruído existente, direcionando as soluções encontradas de acordo com seu tipo de fonte e de sua transmissão. A energia sonora pode ser transmitida via aérea (som carregado pelo ar) e/ou via sólido (som carregado pela estrutura), se dividindo os ruídos em ruídos aéreos e ruídos de impacto (GERGES, 2000).

Segundo a NBR 12179 (1992) o isolamento acústico é o processo pela qual se procura impedir a entrada ou saída de sons ou ruídos em um determinado recinto. De acordo com Recchia (2001) o ruído pode se propagar através do ar em uma edificação, denominado ruído aéreo; ou ruído de impacto quando é da própria estrutura.

Conforme Fasold e Veres (2003) quando uma onda de pressão sonora localiza um obstáculo, parte de sua energia volta sob forma de onda de pressão refletidas e parte lança uma vibração de moléculas do novo meio.

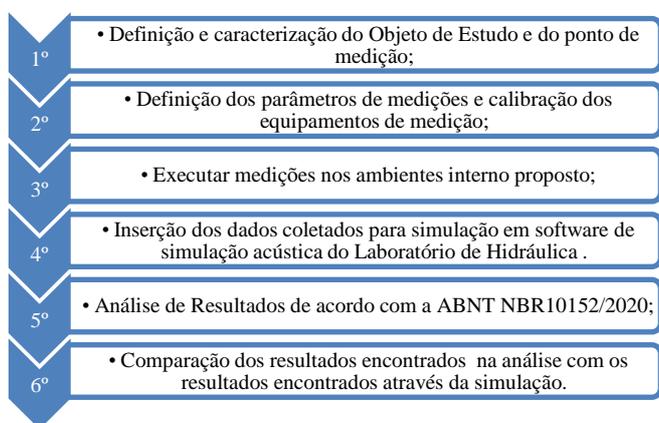
Na atualização destas técnicas construtivas para o melhor conforto acústico de um ambiente deve-se considerar tantas características objetivas, as quais podem ser mensuradas, como características subjetivas, que variam de usuário para usuário. Níveis de ruídos exagerados podem afetar o bem-estar, causando danos prejudiciais à saúde dos usuários, aumentando o estado de estresse e diminuindo a qualidade de vida destes.

Estes ruídos podem ser definidos em dois tipos principais: o ruído aéreo e o ruído de impacto. Segundo a NBR 15575-3 ABNT (2013) o ruído aéreo é todo som produzido e transmitido através do ar, enquanto o ruído de impacto é todo som produzido pela percussão sobre um corpo sólido e transmitido através do ar, sendo caracterizado, conforme Bistafa (2011), como sons gerados por pisadas e quedas de objetos sobre lajes, provocando grande desconforto em prédios de apartamentos, por serem ouvidos claramente pelo vizinho de baixo. Isto ocorre porque se trata de uma eficiente excitação por contato, em que a laje se torna um irradiador de energia sonora em ampla faixa de frequências, devido ao movimento vibratório induzido pela excitação localizada.

3. Metodologia

O desenvolvimento foi adaptado na metodologia aplicada por Freitas (2020), Figura 01, demonstra a seguinte sequência do desenvolvimento do trabalho retratada no fluxograma dispõe da seguinte estrutura abaixo:

Figura 01: Fluxograma da estrutura do trabalho



Fonte: Autora.

O ambiente escolhido é de Laboratório de Hidráulico do Bloco H com da área III do Campus I da Pontifícia

Universidade Católica de Goiás, que apresenta as seguintes características construtivas: - ambiente com formato retangular com dimensões de 6,8m x 12,0m ; - 3 (três) paredes de alvenaria com revestimento argamassada pintadas com tinta clara PVA; - 1 (um) parede de gesso acartonado; - apresenta 2 (duas) aberturas de entrada com portas metálicas com dimensões de 2,50m x 2,10m, com forro por placas de isopor com pé direito de 2,85m. O mobiliário do ambiente é composto por 4 (quatro) mesas de madeira para alunos, com capacidade de até 24 (vinte e quatro) alunos, 1 (uma) mesa para o professor, 2 (dois) armários, um aparelho de ar-condicionado de 18 000 btus; e um bancada didática de escoamento livre composta por uma calha, tubulações e conjunto motobomba. A coleta de dados do nível de pressão sonora serão realizadas durante aulas com a presença de dezesseis alunos e o professor com os equipamentos ligadas sendo as principais fontes de ruídos e conforme os parâmetros da ABNT NBR-10152 (Acústica — Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações) e o tratamento dos dados conforme a ISO-1996-Part 1 (Acoustics – Description and measurement of environmental noise – Part 1: Basic quantities and procedures) e ISO-1996-Part 2 (Acoustics – Description and measurement of environmental noise – Part 2: Acquisition of data pertinent to land use), totalizando trinta e um pontos de coleta. Para realizar as medições foram utilizados dois medidores um data logger, DOS-1000, Fabricante: INSTRUTERM e um medidor de pressão sonora pontual, MSL 1325A, Fabricante: INSTRUTERM, sendo que para calibração dos medidores o calibrador acústico , modelo CAL-5000, Fabricante: INSTRUTERM. A Norma ABNT NBR 10152:2020 , recomenda a utilização da ponderação A em conformidade. O medidor de nível sonoro utilizado se enquadra na classe 2 e possui precisão de $\pm 1,4$ dB e opera na escala de frequência de 31,5 até 8000 Hz, com ponderações A e C. O calibrador está em conformidade com a norma IEC 60942:1988 e opera com saída de 94 e 114 dB na frequência de 1000 Hz e possui precisão de $\pm 0,5$ dB. Os dados acústicos dos equipamentos de ar-condicionado e bancada de didática foram realizados de maneira isolada para serem inseridos na simulação computacional.

Na modelagem computacional é gerado um modelo em 3D, no software livre I-Simpa que após a inserção dos parâmetros estabelecidos das fontes de ruído, realiza a simulação, que é dividida em 3 (três) partes separadas por abas:

- Scene destinado a editar e simular;
- Calculation para editar propriedades dos cálculos;
- Results onde os resultados são mostrados.

Durante a entrada dos dados, forma inseridos as fontes de ruídos relacionadas aos equipamentos e pessoas levando como parâmetro as medições realizadas, também as definições de condições climáticas para o cálculo de coeficiente de absorção. É possível registrar a pressão atmosférica em [Pa], temperatura em [°C], rugosidade da superfície (água, grama etc.) em z_0 [m], umidade relativa do ar em [%] e opções meteorológicas avançadas para cálculos estatísticos.

4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

No quadro 01 demonstra os resultados em decibéis com ponderações utilizadas pelos equipamentos conforme NHO-01, NR-15 e ABNT e a encontrados nas medições realizadas in loco durante as aulas .

Quadro 01: Resultados obtidos na medições in loco

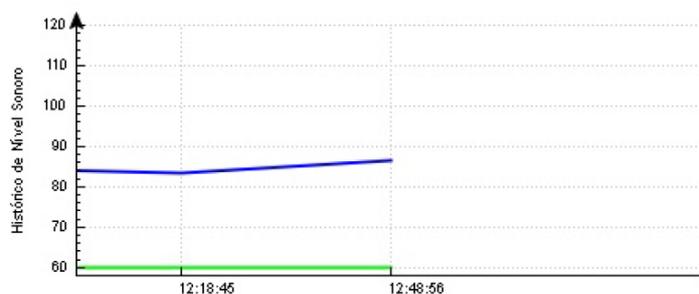
DOSAGEM	NHO-01		NR-15	Usuário
	Leq	Peak	Peak	Peak
1ª Dosagem	68,10	81,90	81,90	84,60
2ª Dosagem	67,20	75,40	75,40	83,40
3ª Dosagem	67,00	79,10	79,10	86,50
Média	67,43	78,80	78,80	84,83

Fonte: Autora.

No figura 02, demonstra o histórico do nível sonoro no ambiente em umas das dosagens.

Figura 02: Histórico da medição sonora in loco

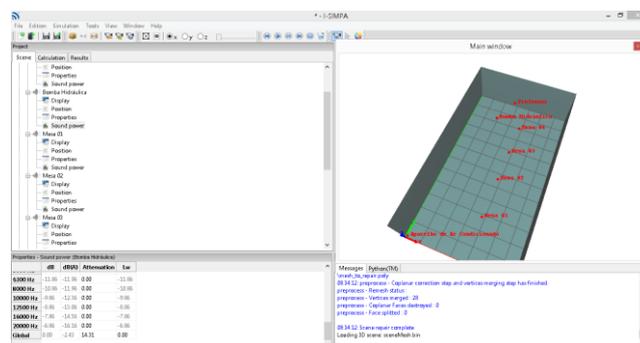
Histórico de Nível Sonoro - Usuário



Fonte: Autora.

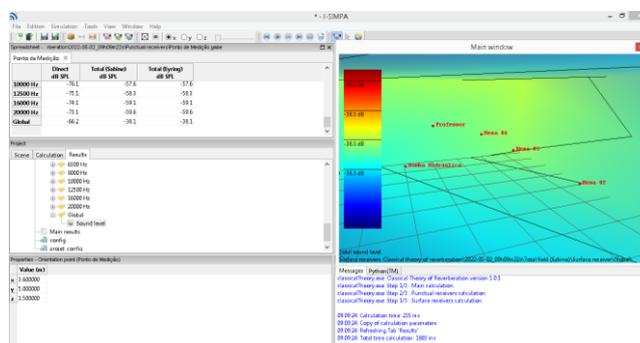
A figura 03a e figura 03b abaixo representam a simulação computacional utilizando o software gratuito I-Simpa.

Figura 03a: Imagem da modelagem computacional com inserção das fontes de ruído.



Fonte: Autora.

Figura 03b: Imagem da modelagem computacional com mapa de cores



Fonte: Autora.

No quadro 02 demonstra os resultados em decibéis encontrados na modelagem do ambiente sendo considerados os equipamentos de ar-condicionado e bancada didática ligados com a presença de 16 (dezesesseis alunos) e o professor.

Quadro 02: Resultado do Nível de Pressão Sonora Equivalente da Modelagem computacional

Modelagem
Laeq
66,2

Fonte: Autora.

No quadro 03 demonstra os resultados em decibéis comparados do Nível de pressão sonora encontrado na medição realizada recentemente, o resultado da medição e o nível encontrado em situação semelhante a 3 (três) anos no mesmo ambiente a nível de conhecimento.

Quadro 03: Quadro com os resultados médios do Nível de pressão Sonora de diferença percentual entre a dosagem in loco e a modelagem

Dosagem atual	Modelagem Computacional	Dosagem Revs.	Diferença Dosagem x Modelagem
67,3	66,2	72	1,6%

Fonte: Autora.

gradual com o tempo de exposição ao risco.

5.CONCLUSÕES

Existem várias normas quanto a aplicação do nível de pressão sonora ideal para o ambiente sem comprometer o bem-estar do usuário ou a finalidade de utilização do mesmo. Para atender o aspecto educacional do ambiente foram analisados os dados obtidos levando em consideração a norma ABNT NBR 10.152:2020 estabelece para atender o conforto ambiental ideal no ambiente didático de um laboratório de ensino limites

entre 40 (quarenta) e 50 (cinquenta) decibéis, através dos dados coletados in loco pode se observar que estão 25,7% do nível superior estabelecido pela norma supracitada, que podem comprometer o aprendizado do aluno neste ambiente, é observado que essa medição foi realizada com todos os equipamentos ligados, que pode não refletir na totalidade do período da aula, uma vez que a própria bancada didática é acionada apenas em parte deste tempo.

A comparação com a modelagem computacional utilizando o software I-Simpa demonstrou ser uma ferramenta útil a predeterminação dos níveis de pressão sonora do ambiente, observando que para a modelagem é necessário parâmetros pré determinados como ruído característico das fontes entre outros fatores um melhor resultado é encontrado com o cuidado e o entendimento, no cenário montado em relação a medição in loco a diferença foi de 1,6% , apresentando satisfatório como parâmetro para avaliação.

A partir dos dados analisados pode se perceber que os ambiente didático apresenta níveis de ruídos superiores aos recomendados , que podem ser abrandados com modificações de layout de ambiente, alteração dos materiais de revestimento das paredes, manutenção nos equipamentos e com conscientização dos usuários sendo também fontes de ruídos.

6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013 .

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR10151 – Acústica - avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – procedimento. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS .NBR10152 – Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR12179 – Tratamento acústico em recintos fechados. Rio de Janeiro, 1992(b).

Freitas, M.V.M. Monitoramento dos Níveis de Pressão Sonora na Unidade de Terapia Intensiva do Hospital Materno Infantil de Goiânia-Goiás: Uma modelagem via software I-SIMPA / Marcus Vinícius Martins Freitas. – Goiânia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, 2021. 87 f. : il.

GOIÂNIA. LEI COMPLEMENTAR Nº 318, DE 03 DE JULHO DE 2019. Modifica e inclui dispositivos à Lei Complementar n.º 14, de 29 de dezembro de 1992, que Institui o Código de Posturas do Município de Goiânia e dá outras providências. Diário Oficial do Município, no 7087, Goiânia, p. 7, 2019a.

LORO, C. L. P. Avaliação acústica de salas de aula: Estudo de caso em salas de aula Padrão - 023 da rede pública. 2003. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

LOSSO, M. A. F. Qualidade Acústica de Edificações Escolares em Santa Catarina: avaliação e elaboração de diretrizes para projeto e implantação. 2003. 168 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

PINTO, Débora Nogueira, Mapeamento Acústico com o ferramenta para predição de ruído urbano na área de influência do estádio Arena das Dunas, Natal/RN. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Natal, RN, 2013.

TRIPATHY, D. P. Noise Pollution. APH Publishing Corporation, New Delhi, Índia, 2008.