

Avaliação da qualidade acústica no entorno do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (HUCFF)

Croce, B. D. P¹; Torres, J. C. B.¹

¹ Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, {brunacroce, julio}@poli.ufrj.br

Resumo

As condições acústicas dentro de um hospital devem garantir o conforto necessário para o desenvolvimento de suas atividades, sem que haja incômodo devido ao ruído externo ou interno. O presente artigo propõe uma análise do impacto do ruído emitido pelo tráfego rodoviário sobre o Hospital Universitário Clementino Fraga Filho/HUCFF, localizado no campus Fundão da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). A pesquisa tem a finalidade aferir os níveis de ruído provenientes do tráfego rodoviário no hospital universitário e avaliar se os níveis de pressão sonora no interior da edificação encontram-se adequados para os pacientes e profissionais que atuam no hospital. Os resultados mostraram que, para todos os pontos de medição avaliados nas fachadas, o edifício está exposto a níveis de pressão sonora acima dos recomendados pela legislação federal, excedendo em aproximadamente 10 dB(A). Contudo, considerando o isolamento das fachadas e o posicionamento da edificação em relação às principais vias, não verificou-se uma situação significativamente crítica em relação ao ruído devido ao tráfego.

Palavras-chave: ruído de tráfego, conforto acústico, poluição sonora.

PACS: 43.50.Jh, 43.50.Rq, 43.50.Sr, 43.50.Lj, 43.58.Ta.

Acoustic assessment at Clementino Fraga Filho University Hospital Surroundings

Abstract

Acoustic conditions inside a hospital should guarantee the necessary comfort for the development of its activities, without disturbance due to external or internal noise. This paper proposes an analysis of the impact of road traffic noise on the Clementino Fraga Filho University Hospital / HUCFF, located at the Fundão campus of the Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ). The purpose of the research is to assess road traffic noise levels in the university hospital and to assess whether sound pressure levels within the building are appropriate for patients and hospital professionals. The results showed that, for all measuring points evaluated on facades, the building is exposed to sound pressure levels above those recommended by federal law, exceeding approximately 10 dB (A). However, considering the insulation of the façades and the positioning of the building in relation to the main roads, there was no significantly critical situation regarding traffic noise.

Keywords: traffic noise, acoustic comfort, noise pollution.

1. INTRODUÇÃO

O ruído urbano é um assunto de abrangência global, sendo a sua relação com a qualidade de vida e saúde humana extensivamente abordada em diversos estudos [1–4].

No Brasil, após um atraso de quase 2 décadas, em relação a diversos países da Europa, da América do Norte e da Ásia, finalmente algumas iniciativas de planejamento e combate ao ruído urbano têm sido evidenciadas. Ainda que inexistam uma política nacional efetiva de avaliação e gestão do ruído como na Europa, a recente iniciativa do poder público mostra que o tema do impacto ambiental sonoro nas grandes cidades brasileiras vem sendo objeto de notoriedade. O mapeamento acústico está sendo progressivamente utilizado no Brasil, deixando cada vez mais de estar restrito ao âmbito acadêmico e ganhando destaque de forma sistemática pelas políticas de planejamento urbano.

A cidade de Fortaleza, no estado do Ceará, é um exemplo disto, apresentando um programa de mapeamento sonoro realizado pela Secretaria do Meio Ambiente e Controle Urbano. A elaboração da Carta Acústica de Fortaleza, como ficou conhecido o programa, foi motivada pelas frequentes reclamações da população em relação à poluição sonora da cidade. O programa teve por objetivo diagnosticar a poluição sonora no município e propiciar as informações para melhoria da qualidade sonora da cidade e, consequentemente, a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos. O viés participativo do programa foi preconizado, reforçando a importância do aspecto colaborativo e acessível do instrumento de avaliação sonora.

Outra iniciativa de relevância foi a discussão recente sobre a incorporação do mapeamento de ruído no Plano Diretor da cidade de São Paulo. A Lei 16.499/2016 estabeleceu o mapeamento de ruído em São Paulo como instrumento para o Poder Público Municipal visando, dentre outros, conscientizar a população sobre os efeitos do ruído na saúde humana. Dessa forma, é possível identificar a diversidade de fontes emissoras de ruído, fomentar o uso de novas tecnologias para

mitigar as emissões de ruído acima dos níveis estabelecidos pela legislação e normas vigentes, difundir campanhas educativas e elaborar o Plano de Ação para Redução de Ruídos.

A regulamentação de leis e a definição de diretrizes em planos diretores são reflexos da necessidade de redução do ruído urbano, que, segundo diversos estudos na área de saúde [5–8], provocam, além de desconforto, vários riscos à saúde. O ruído de tráfego, comumente

Alguns estudos [9, 10] indicam medidas capazes de reduzir a exposição de receptores críticos, como hospitais, ao ruído de tráfego urbano. Dentre as alternativas, apontam para a importância de programas de conscientização coletiva dos efeitos do ruído na saúde humana e da gestão da poluição sonora, mascaramento do ruído para diminuir o incômodo com ruídos indesejáveis, tratamento acústico dos ambientes hospitalares a partir de soluções de isolamento e condicionamento sonoro, medidas de mitigação nas principais vias de tráfego a partir do tratamento das vias e da construção de barreiras acústicas, e gestão do tráfego com restrição estratégica de fluxo e tipologia de veículos (leves e pesados).

As diretrizes de planejamento urbano devem orientar o gerenciamento do uso do solo levando em consideração a sensibilidade das atividades humanas desenvolvidas no local. Algumas atividades humanas são caracterizadas por elevados níveis de ruído, provenientes de várias fontes, sendo, em sua grande maioria, relacionadas ao ruído causado pelo tráfego rodoviário.

Nas cidades brasileiras, devido ao crescimento desordenado e à falta de planejamento urbano, o impacto da poluição sonora está presente em todos os lugares, inclusive em locais onde são desenvolvidas atividades sensíveis, como creches, escolas, clínicas de repouso e instituições de saúde. Esses ambientes estão, muitas vezes, localizados em áreas expostas a fontes de ruído externo, como o trânsito de grandes avenidas.

O processo de urbanização da cidade do Rio de Janeiro tem influência nos aspectos de mobilidade urbana. O movimento em torno do ideário

“rodoviarista” ao longo do século XX resultou na construção de vias expressas, túneis e viadutos, processo decisivo para a expansão das cidades em direção aos subúrbios. A implantação de infraestruturas de transporte em contextos urbanos é frequentemente associada a problemas ambientais, seja pelo bloqueio visual, pela interferência na insolação e ventilação e alterações do microclima urbano, ou pela emissão de ruído e de poluentes por veículos automotores.

No Rio de Janeiro, a construção da Via Expressa Presidente João Goulart (Linha Vermelha), data da década de 90. Nas suas imediações, localiza-se o HUCFF, principal complexo médico-hospitalar da UFRJ e um dos mais importantes hospitais universitários do Brasil, sendo um centro de excelência em ensino, pesquisa e extensão, e referência no tratamento de patologias de alta complexidade. O hospital, cuja inauguração data de março de 1978, ocupa um prédio de 13 pavimentos, e conta com um efetivo de mais de 3.000 profissionais, entre professores, enfermeiros, médicos e funcionários administrativos.

Além da avaliação do ruído de tráfego rodoviário, apesar de não integrar o foco deste trabalho, a proximidade do HUCFF com a pista de pouso e decolagem do Aeroporto Internacional Antônio Carlos Jobim (Galeão) pode constituir influência negativa no conforto acústico dos usuários do hospital (Fig.1). Além da sensação de incômodo, o ruído aeroportuário pode produzir efeitos semelhantes ao ruído urbano, como a interferência na comunicação e distúrbios do sono.

Esta pesquisa tem por objetivo avaliar a incidência dos níveis de pressão sonora nas fachadas do HUCFF, propondo investigar a influência do ruído de tráfego rodoviário nas atividades desenvolvidas no interior do hospital a partir da comparação dos níveis de pressão sonora medidos e simulados com parâmetros normativos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado com base na avaliação da paisagem sonora nas imediações do HUCFF,

avaliando os níveis de pressão sonora incidentes nas fachadas do edifício, utilizando-se medições *in loco* e mapeamento sonoro por simulação computacional.

2.1 Parâmetros de avaliação

A legislação ambiental brasileira para controle da poluição sonora é regulamentada por diretrizes nos níveis federal, estadual e municipal. A Lei 6.938/1981 [11], relativa à Política Nacional do Meio Ambiente, confere ao CONAMA a competência para estabelecer “normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à qualidade de vida”. A Resolução 001/90 do CONAMA [12], por sua vez, determina a adoção dos níveis estabelecidos pela NBR 10.151 [13] e, portanto, suas determinações têm força de lei.

A avaliação da qualidade acústica no Hospital foi realizada através da comparação entre os níveis de pressão sonora registrados em campo, nos pontos de medição definidos na fachada, com os níveis máximos de pressão sonora definidos na NBR 10.151 para áreas estritamente residenciais urbanas ou de hospitais ou de escolas, correspondente a 50 dB(A) (período diurno) e 45 dB(A) (período noturno).

Nesta pesquisa, foram medidos e simulados os níveis de pressão sonora incidentes nas fachadas do hospital. Portanto, a avaliação dos valores de referência para ambientes internos determinados pela NBR 10.152 [14], específicos para ambientes hospitalares, não foi considerada objetivo do trabalho. Ainda assim, foram analisados os níveis de pressão sonora nos ambientes internos do hospital de acordo com a NBR 10.151, a qual indica, para os níveis de critério de avaliação NCA de ambientes internos, que sejam adotados os níveis de avaliação para ambientes externos com a correção de -10 dB(A) para janela aberta e -15 dB(A) para janela fechada.

2.2 Delimitação do Estudo

A área de estudo foi escolhida por apresentar-se como um caso da coexistência, em contexto

urbano consolidado, de um receptor crítico (hospital universitário) e de atividades ruidosas (vias com grande fluxo de tráfego). A Linha Vermelha, localizada no entorno imediato do HUCFF, totaliza 16 faixas de rolagem de veículos de mobilidade individual e coletiva. As demais vias no entorno do edifício indicam menores níveis de ruído, por serem vias locais de menor fluxo de veículos.

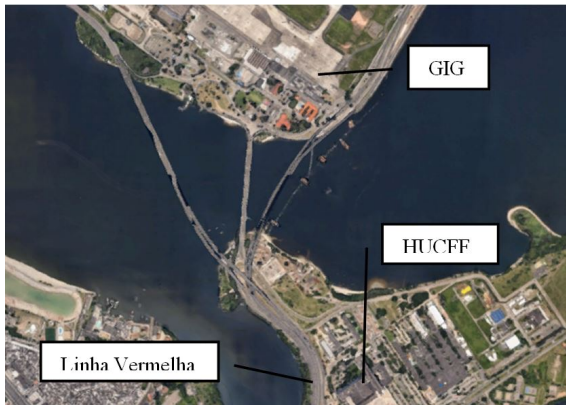


Figura 1: Delimitação da área de estudo.
Fonte: Google imagens.

2.3 Mapeamento por Simulação

O mapeamento sonoro é um instrumento de avaliação e análise de ruído ambiental, desenvolvido com auxílio de *software* específicos, com intuito de caracterizar gráfica e quantitativamente a paisagem sonora de determinado local. Esse tipo de “imageamento sonoro” é adotado há mais de uma década nos países desenvolvidos. O *software* utilizado para a elaboração do mapa sonoro desta pesquisa foi o Predictor-LimA.

O modelo acústico foi desenvolvido a partir do levantamento de dados topográficos, da morfologia dos edifícios e da modelagem da malha viária dentro da região de estudo. Foram realizados levantamentos das fontes de ruído, principalmente do ruído de tráfego. De acordo com o modelo de predição do ruído do *software*, a potência acústica das vias (fontes lineares) é obtida a partir de dados de tráfego, tais como a quantidade e a velocidade média dos veículos leves e pesados.

Esses dados foram obtidos através de gravações

de vídeo e posterior contagem manual. Além disso, medições *in loco* foram utilizadas para validar e calibrar o modelo acústico.

Foi produzida, assim, uma previsão do cenário atual, no qual foi possível identificar as áreas mais afetadas e as mais protegidas, acusticamente, do edifício do HUCFF.

2.4 Medições *in loco*

Para calibrar o modelo de simulação, foram realizadas 4 medições em diferentes fachadas da edificação. Todas as medições foram realizadas no dia 05 de maio de 2017, sendo cada medição de 20 minutos de duração, com intervalos de 1s para tomada do L_{Aeq} . Os pontos de medição, quando não posicionados a 2 metros da fachada, devido aos elementos fixos de fachada (brises), foram posicionados no limite da mesma. A Figura 2 apresenta os quatro pontos de medição localizados na fachada do hospital.

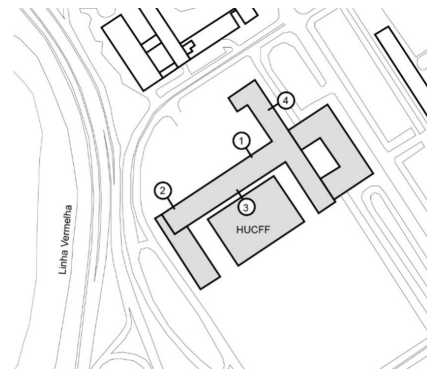


Figura 2: Localização dos pontos de medição.

3. RESULTADOS

A partir da inserção dos dados de tráfego e da modelagem das edificações foi possível simular o cenário acústico no entorno do Hospital e comparar os valores obtidos por simulação com os medidos nos 4 pontos de aferição. A comparação entre os valores de L_{Aeq} , simulados e medidos nos 4 pontos de aferição, é apresentada na Tabela 1. O mapa de ruído resultante é apresentado na Figura 3, para uma malha de pontos horizontal a 1,5 m do solo, de onde foram extraídos os valores simulados para os pontos de aferição.

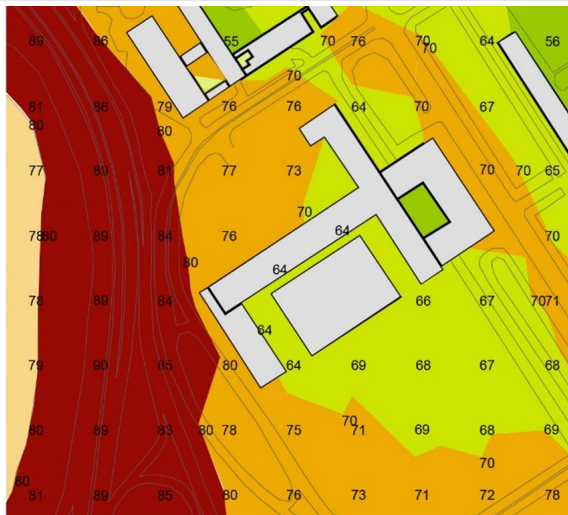


Figura 3: Mapa de simulação computacional gerado pelo software Predictor-LimA.

Tabela 1: Comparação entre os níveis de pressão sonora simulados e medidos.

Ponto de medição	L_{Aeq} dB(A)	
	Simulado	Medido
1	68	68
2	75	72
3	64	62
4	63	60

Da Tabela 1, verifica-se uma diferença máxima de 3 dB(A) entre os valores medidos e simulados. Essa é uma diferença aceitável nesse tipo de avaliação, considerando que as medições foram realizadas em curtos períodos de tempo, que não correspondem exatamente à média ao longo de todo o período diurno (LD). Apesar dessa diferença, pode-se considerar que o mapa gerado é representativo da situação acústica local e serve como base para análise do ruído no entorno do Hospital.

A Figura 3 apresenta o mapa acústico, resultado da simulação, onde observam-se níveis sonoros entre 65 e 90 dB(A). Confirma-se, portanto a hipótese de que o edifício HUCFF encontra-se exposto a níveis de ruído acima dos estabelecidos pela legislação federal. Observando o mapa da Figura 7 e a Tabela 1, verifica-se que os maiores níveis de exposição ao ruído de tráfego foram encontrados nas proximidades das vias de maior fluxo de veículo (pontos 1 e 2). Con-

tudo, todos os níveis indicam valores acima de 50 dB(A) no período diurno, como estabelecido pela NBR 10151.

Se considerarmos uma correção de -10 dB(A), entre o ruído externo e o interno (caso de janelas abertas, conforme NBR 10151, art. 6.2.3) e tendo em vista os brises nas fachadas, verifica-se que o ruído interno varia de 50 dB(A) (ponto 4) a 62 dB(A) (ponto 2). Os valores de referência para ambientes hospitalares, determinados pela NBR 10.152, devem variar entre 35 dB(A) e 50 dB(A), para ambientes com diversas finalidades de uso.

Os pontos 1 e 2 encontram-se na fachada orientada para noroeste, próxima às vias de tráfego intenso. As medições e a simulação comprovam que os níveis de L_{Aeq} encontram-se bem acima do estabelecido pela legislação. O L_{Aeq} no ponto 3 é menor do que nos pontos 1 e 2, devido a sua localização na parte do HUCFF orientada para sudeste, distante das vias de tráfego intenso.

O ponto 4, no 7º pavimento da fachada orientada para nordeste, teve o menor nível de pressão sonora. A parte do HUCFF orientada para nordeste, onde se localizam as salas de enfermaria, é próxima a uma rua com fluxo de veículos em baixa velocidade e intensidade predominante de transporte coletivo. A paisagem sonora desta via é caracterizada pelo ruído de frenagem e aceleração dos ônibus, bem como ruídos de máquinas do próprio hospital.

Os maiores níveis de exposição ao ruído de tráfego foram encontrados nas proximidades das vias de maior fluxo, atingindo significativamente o edifício do HUCFF. As vias locais da cidade universitária apresentam fluxo menor de veículos, bem como encontram-se a uma maior distância do hospital.

Dessa forma, constata-se que, com exceção do ponto 4, todos os pontos de medição ultrapassam o nível de 50 dB(A). Todavia, uma avaliação mais criteriosa dos níveis internos deve ser feita a partir de medições in-loco, considerando os respectivos usos e atividades.

Um exemplo da variação de pressão sonora medida no ponto 1 é apresentado na Figura 3. Pode-se observar a interferência de diversos picos que, apesar de não contribuírem significativamente para a elevação do L_{Aeq} de todo o período de medição, podem causar desconforto aos pacientes.

A setorização interna do HUCFF caracteriza-se pela localização dos corredores de passagem limítrofes às fachadas, permitindo que as atividades sensíveis sejam desenvolvidas em regiões mais resguardadas ao ruído. Além disso, a própria morfologia da edificação sugere um “recuo”, compondo uma área resguardada do ruído. Verificou-se que a fachada mais exposta

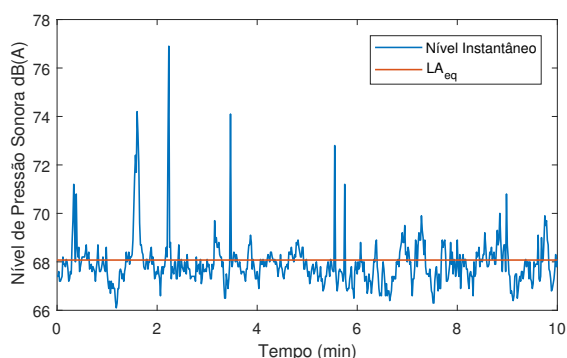


Figura 4: Variação de nível e L_{Aeq} no ponto 1 (horário da medição 10h25).

ao ruído (sudoeste) é onde se encontram depósitos de máquinas e equipamentos do hospital. A região de maior uso do hospital situa-se na região do edifício com fachada orientada para nordeste, menos exposta ao ruído de tráfego rodoviário. Nesta região, encontram-se as enfermarias, salas individuais e coletivas.

4. MITIGAÇÃO DO RUÍDO

Os problemas do ruído em ambientes hospitalares podem ser contornados pela especificação adequada dos materiais, dos sistemas construtivos e de um estudo/planejamento do impacto das principais fontes de ruído local sobre a edificação. A acústica nestes ambientes pode ser tratada desde a análise da implantação do edifício no terreno, propondo uma setorização interna dos ambientes, de forma que os usos sensíveis fi-

quem resguardados das fachadas mais expostas ao ruído urbano. Soluções construtivas devem garantir o desempenho acústico de fachadas ao ruído externo e o isolamento entre ambientes internos.

Além da definição do Índice de Redução Sonora (Rw) adequado para as partições entre ambientes, é fundamental o cuidado com todas as junções existentes entre os sistemas de paredes internas/externas, lajes, vigas e pilares. Nestes encontros, devem ser aplicados materiais específicos, como bandas acústicas (fita isolante) e outros, conforme o caso.

A utilização de sistemas de piso flutuante pode atenuar a transmissão do ruído de impacto entre pavimentos contíguos. Deve haver uma atenção especial ao tipo de revestimento utilizado, para evitar ruídos específicos, como o ruído gerado pelo impacto da passagem de carrinhos com as juntas do piso.

Em geral, os revestimentos de forros e paredes em ambientes de saúde têm predominância de superfícies rígidas e reflexivas, como cerâmicas, azulejos, Drywall, vidro e alvenarias. Deve-se privilegiar o uso de materiais fono-absorventes, para controle da energia sonora interna dos locais de circulações, permanência e convívio.

No caso de sistemas de forro, existem diversas linhas de forros acústicos especialmente para ambientes de saúde, com tratamentos específicos para inibir a proliferação de fungos e bactérias.

Em ambientes com reverberação equilibrada, as pessoas fazem menos esforço para se comunicar e, conseqüentemente, diminuem o tom de voz. Além dos princípios apresentados, também são importantes as soluções de isolamento vibro-acústico de equipamentos, máquinas de ar-condicionado, geradores e exaustores.

5. CONCLUSÕES

Nesta pesquisa, a avaliação da qualidade acústica do HUCFF foi realizada a partir de medições *in loco* e de modelo de simulação computa-

cional, no *software* Predictor-LimA. Os resultados mostraram que o edifício está exposto a níveis de pressão sonora acima dos recomendados pela legislação federal. Isso se confirmou através da análise dos níveis indicados pelo mapa de simulação e pela comparação entre valores medidos e simulados em quatro locais nas fachadas do Hospital.

O ruído proveniente do tráfego aéreo, identificados em raros instantes, não foram considerados como fator de influência significativa na qualidade acústica do HUCFF, contudo, sugere-se um estudo mais aprofundado sobre a frequência dos picos, a fim de verificar se há algum impacto, como por exemplo elevação do nível de estresse sobre pacientes e funcionários do hospital.

Como desenvolvimento futuro desta pesquisa, propõe-se a análise criteriosa das atividades desenvolvidas no interior do edifício, para o reconhecimento das atividades sensíveis expostas a níveis de pressão sonora elevados e um estudo de alteração de layout, que possibilite a redução do ruído, sem prejuízo da organização e das atividades fins e de manutenção.

Propõe-se, também, compreender o projeto arquitetônico do hospital, seus elementos de fachada e constitutivos dos ambientes internos, a fim de propor estratégias arquitetônicas e soluções construtivas que associem princípios bioclimáticos aos acústicos.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelos recursos destinados à realização dessa pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. STANSFELD, S. HAINES, M. BROWN, B. Noise and Health in the Urban Environment. *Environmental Health*, Vol 15, issue 1-2, 2011.
2. SCHULTZ, T. Synthesis of social surveys on noise annoyance. *The Journal of the Acoustical*

Society of America, Vol 64, issue-2, 1998.

3. URBAN, J.; MAICA, V. Linking traffic noise, noise annoyance and life satisfaction: A case study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2013; 10(5): 1985-1915.
4. POPESCU, D. I.; TUNS, R. E.; MOHOLEA, I. F. The urban acoustic environment - A survey for road traffic noise. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 2010; 6(1): 285-292.
5. COHEN, A. Extra-auditory effects of occupational noise Part II: effects on work performance. *Natl Saf News* 1973; 109:68-76.
6. CHOINIERE, D. The Effects of Hospital Noise. *Nursing Administration Quarterly*, 34, pp. 327-333, 2010.
7. Li, S. Y., Wang, T. J., Wu, S. F., Liang, S. Y., and Tung, H. H. Efficacy of controlling nighttime noise and activities to improve patient's sleep quality in a surgical intensive care unit. *Journal of Clinical Nursing*, pp. 396-407, 2011
8. CABRERA, I. N.; LEE, M. H. M. Reducing Noise Pollution in the Hospital Setting by Establishing a Department of Sound: A Survey of Recent Research on the Effects of Noise and Music in Health Care. *Preventive Medicine*, vol. 30, issue 4, abril 2000, pp. 339-345, 2000.
9. JADAAN, K. S.; MSALLAM, M.; ABU-SHANAB, D. A. The Impact of Road Traffic Noise on Hospital Workers. *Indian Journal of Science and Technology*, Vol 9, 2016.
10. XIE, H.; KANG, J.; MILLS, G.H. Clinical review: The impact of noise on patients' sleep and the effectiveness of noise reduction strategies in intensive care units. *Critical Care* Vol 13 No 2, 2009.
11. BRASIL. Lei Federal nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981 – Política Nacional do Meio Ambiente. Brasília, 1981.
12. BRASIL. Resolução CONAMA nº 1, de 8 de março de 1990. Brasília, 1990.

13. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas. ABNT - NBR 10.151. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

14. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- Avaliação do Ruído para o conforto acústico. ABNT - NBR 10.152. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.