NÍVEIS SONOROS E ANÁLISE ESPECTRAL EM UMA UTI DE HOSPITAL PÚBLICO DE SOROCABA-SP, BRASIL

Erik de Lima Andrade (1); Eligelcy Augusta de Lima (2); Darllan Collins da Cunha e Silva (3); Paulo Henrique Trombetta Zannin (4)
(1) Doutorando em Ciências Ambientais, eng.erik@hotmail.com,
(2) Mestranda em Ciências Ambientais, eligelcy@hotmail.com, Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba (ICTS) – UNESP
(3) Prof. Dr., darllan.collins@unesp.br, ICTS – UNESP
(4) Prof. Dr.-Ing, paulo.zannin@gmail.com, Laboratório de Acústica Ambiental, Industrial e Conforto Acústico, UFPR
Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba - UNESP, Av. Três de Março, 511 – Alto da Boa Vista, Sorocaba - SP, 18087-180, Tel.: (15) 3238-3409

RESUMO
O ruído afeta hospitais de todo o mundo e pode causar efeitos adversos aos pacientes e funcionários. Setores mais sensíveis, como as Unidades de Terapia Intensiva (UTI) são amplamente estudados mas poucos trabalhos exploram dados importantes, como análise do espectro de frequência. Neste sentido, este trabalho objetivou avaliar os níveis sonoros de uma UTI juntamente com análise do espectro de frequência. As medições sonoras foram realizadas em triplicata durante 15 minutos cada medição, em diferentes dias da semana, nos períodos diurno e noturno, seguindo-se as recomendações da NBR 10152/2017. Os descritores acústicos utilizados foram o L_{eq}, L_{min}, L_{max} em dB e o espectro de frequência foi analisado com filtro de 1/3 de oitava. Os resultados mostraram que os níveis sonoros médios, tanto para o dia quanto para a noite, estão acima do recomendado pela Organização Mundial da Saúde e pela NBR 10152, com valores superiores a 60 dB. Os níveis mínimo e máximo foram superiores a 50 e 80 dB respectivamente. Em relação ao espectro de frequência, constatou-se que a faixa entre 500 a 1000 Hz tem maior influência nos níveis sonoros dentro da UTI, que correspondem à conversação dos funcionários. Conclui-se que os níveis sonoros na UTI estão elevados e podem acusar efeitos adversos nos pacientes e funcionários. Pela análise do espectro de frequência foi possível identificar a principal fonte sonora dentro da UTI, auxiliando na tomada de decisão dos gestores para implantação de programas e protocolos de redução de ruído.

Palavras-chave: ruído ambiental, unidade de terapia intensiva, espectro de frequência.

ABSTRACT
Noise affects hospitals around the world and can have adverse effects on patients and staff. More sensitive sectors, such as Intensive Care Units (ICU) are widely studied but few studies explore important data, such as frequency spectrum analysis. In this sense, this work aimed to evaluate the sound levels of an ICU together with an analysis of the frequency spectrum. Sound measurements were performed in triplicate for 15 minutes each measurement, on different days of the week, during the day and night, following the recommendations of NBR 10152/2017. The acoustic descriptors used were L_{eq}, L_{min}, L_{max} in dB and the frequency spectrum was analyzed with a 1/3 octave filter. The results showed that the average sound levels, both for the day and for the night, are above the recommended by the World Health Organization and by NBR 10152, with values above 60 dB. The minimum and maximum levels were greater than 50 and 80 dB respectively. Regarding the frequency spectrum, it was found that the range between 500 to 1000 Hz has a greater influence on the sound levels within the ICU, which correspond to the employees' conversation. It is concluded with this work that the sound levels in the ICU are high and can have adverse effects on patients and employees. Through the analysis of the frequency spectrum, it was possible to identify the main sound source within the ICU, assisting in the decision making of managers to implement noise reduction programs and protocols.

Keywords: environmental noise, intensive care unit, frequency spectrum.

1. INTRODUÇÃO

O ruído em hospitais é um problema antigo que cresce a cada dia, mesmo com avanço da tecnologia no ambiente médico hospitalar. Florence Nightingale, em 1859, escreveu que "o ruído desnecessário é a mais cruel ausência de cuidado que pode ser infligida a doentes" (NIGHTINGALE, 1859). De lá para cá, este problema afeta hospitais do mundo todo, sejam em países desenvolvidos ou emergentes (ANDRADE et al., 2021a).

Busch-Vishniac et al. (2005) fizeram levantamento da literatura entre os anos de 1960 e 2005, sobre a temática do ruído em hospitais, e constataram que existe uma tendência de aumento do ruído, com acréscimo médio de 0.38 e 0.42 dB por ano no ruído diurno e noturno, respectivamente, permanecendo alto nos últimos 70 anos (BUSCH-VISHNIAC; RYHERD, 2019).

Diversos problemas a saúde dos pacientes dos hospitais estão associados ao ruído, tais como aumento no período de cicatrização de feridas (WYSOCKI, 1996), distúrbios do sono (BEVAN et al., 2018; HORSTEN et al., 2018), retardo na recuperação (BERGLUND et al., 2000) e incidência nas readmissões (HAGERMAN et al., 2005). Aos profissionais de saúde que trabalham nos hospitais, os problemas ocasionados pelo ruído ambiental são, principalmente, aumento da chance de erros (SANTOS et al., 2017; LOUPA, 2020), aborrecimento e estresse (MONTEZ-GONZÁLEZ et al., 2019; ZANNIN et al., 2019).

Neste sentido, dado a importância de um ambiente silencioso para o desenvolvimento dos trabalhos nos hospitais e para o descanso e recuperação dos pacientes, estudos são realizados ao redor do mundo para avaliação dos níveis sonoros (ANDRADE et al., 2021a; ANDRADE et al., 2021b). Os locais com predominância nas medições sonoras são aqueles, normalmente, onde os pacientes estão em uma condição mais sensível e debilitada e onde os profissionais necessitam de maior atenção aos cuidados com os pacientes, como as Unidades de Terapia Intensiva (UTIs) (WALLIS et al., 2020; ANDRADE et al., 2021a).

Os estudos nas UTIs são, em sua maioria, por meio de diagnósticos da situação acústica com descrição simples, ou seja, citando apenas o nível sonoro equivalente (L_{eq}). Uma descrição mais completa dos procedimentos de medição, assim como o uso de parâmetros acústicos variados, que possam descrever com melhor precisão os principais fatores que influenciam nos níveis sonoros, como o espectro de frequência (HORSTEN et al., 2018), são recomendados para subsidiar possíveis intervenções para redução de ruído.

2. OBJETIVO

Avaliar os níveis sonoros e realizar análise espectral em uma UTI de hospital público da cidade de Sorocaba-SP, no período diurno e noturno, para identificar quais os possíveis estressores e se há influência do período do dia.

3. MÉTODO

3.1. Área de estudo

O hospital do presente estudo localiza-se na cidade de Sorocaba-SP e trata-se de um dos principais hospitais públicos da região metropolitana de Sorocaba. Atende exclusivamente pacientes do Sistema único de Saúde (SUS), provenientes de Sorocaba e das cidades que integram a Diretoria Regional de Saúde (DRS) XVI – Sorocaba, oferecendo atendimento de saúde especializado de média e alta complexidade, atendimento de urgência e emergência, cirurgias eletivas e tratamentos clínico-cirúrgicos especializados, incluindo tratamento oncológico. Possui 227 leitos e 70 quartos. Na Figura 1 tem-se a localização do hospital em relação ao Estado de São Paulo e o detalhe da localização da UTI.

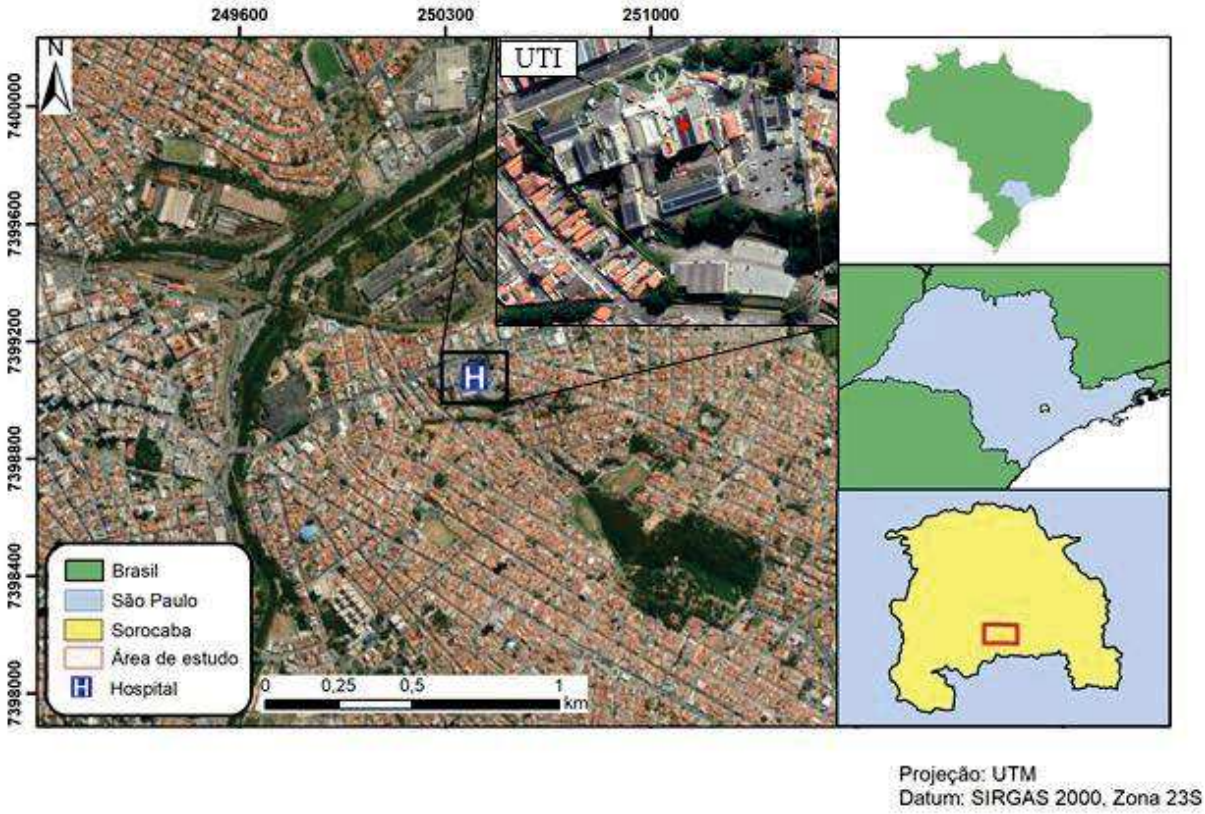

Figura 1 – Localização do hospital localizado na cidade de Sorocaba-SP (Autores, 2021).

A UTI avaliada possui um total de doze leitos, com um leito separado próximo a entrada, além de uma estação de enfermagem localizada no meio do ambiente (Figura 2), localizada próxima ao ponto onde realizou-se as medições sonoras. O ponto foi selecionado por ser um local representativo, possibilitando-se avaliar os sons provenientes da estação e dos leitos, além de possibilitar que as distâncias de superfícies reflexivas, descritas na NBR 10152, fossem respeitadas. O analisador sonoro foi monitorado a distância para garantir que nenhuma interferência comprometesse os resultados. Evitou-se realizar medições em horário de visitação.

Onze dos doze leitos estavam ocupados e todos contavam com monitor cardíaco em funcionamento, além de seis oxímetros, um ventilador pulmonar e um aspirador de secreção.

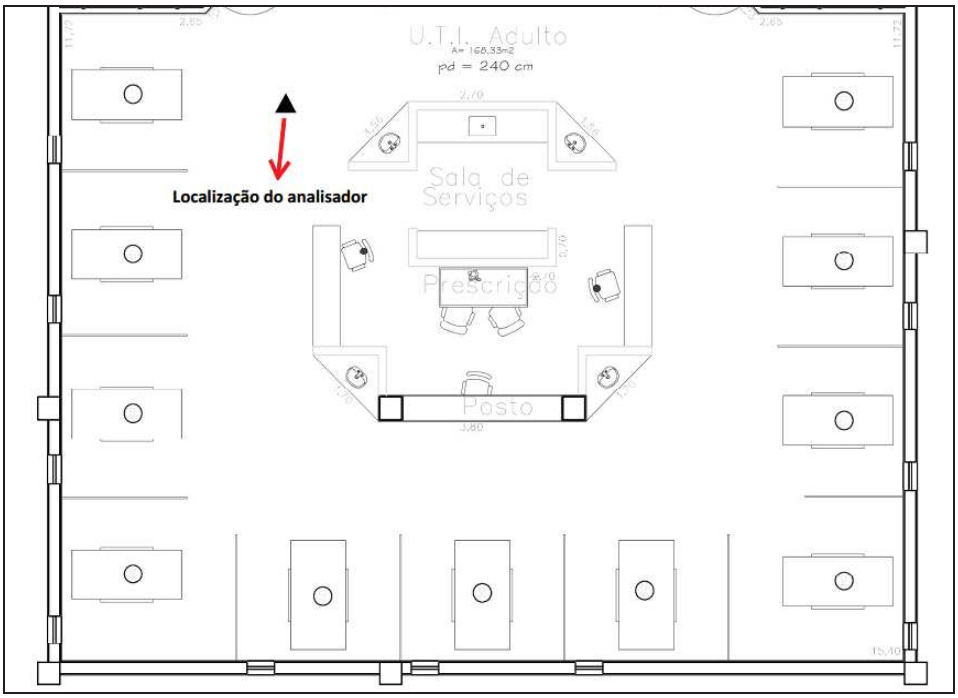

Figura 2 – *Layout* da UTI do hospital estudado (Autores, 2021).

3.2. Medições sonoras

As medições foram realizadas em triplicada (n=3) em diferentes dias da semana (de segunda a sexta), durante 15 minutos cada medição (CHEN, 2015), nos períodos diurno (entre 7h e 18h) e noturno (entre 22h e 6h), seguindo-se as recomendações da norma NBR 10152/2017 (ABNT, 2017).

O analisador sonoro BK 2260, devidamente calibrado, foi regulado no tempo de resposta rápido (*fast*), circuito de ponderação "A" (que melhor representa o nível de detecção do ser humano) e a faixa dinâmica de medição foi ajustada entre 20 a 120 dB. Os níveis sonoros medidos foram o nível sonoro equivalente (L_{eq}), nível mínimo (L_{min}) e nível máximo (L_{max}), além da análise de frequência (1/3 de oitava). O espectro de frequência avaliado refere-se a um dos dias de medição, considerando tanto o dia, quanto a noite.

Dos resultados obtidos de cada medição para o L_{eq}, o cálculo representativo do ambiente foi feito por meio da Equação 1 (ABNT, 2017).

$$L_{Aeq}=10\times\log_{10}\left[\frac{1}{n}\times\left(10^{\frac{L_{Aeq,\,15\,min,\,p1}}{10}}+10^{\frac{L_{Aeq,\,15\,min,\,p2}}{10}}+10^{\frac{L_{Aeq,\,15\,min,\,p3}}{10}}\right)\right]dB \qquad \text{Equação 1}$$

Onde:

n é o número de pontos de medição distribuídos no ambiente. O tempo *T* de integração em cada medição foi de 15 minutos.

Para evitar influência nos resultados, nenhuma medição foi realizada em condições ambientais adversas, como vento e chuva. Evitou-se informar aos funcionários e pacientes da UTI o real interesse da pesquisa, reduzindo-se a interferência na rotina do hospital e o possível efeito *Hawthorne* (SHIELD et al., 2016; ANDRADE et al., 2021a).

4. RESULTADOS

Na Tabela 1 verifica-se as principais fontes sonoras observadas durante o período das medições nos períodos diurno e noturno.

Tabela 1 – Principais fontes sonoras observadas na UTI (Autores, 2021).

Período diurno	**Período noturno**
Conversas de funcionários; equipamentos médicos (principalmente monitor cardíaco)	Conversas de funcionários; equipamentos médicos (principalmente monitor cardíaco); TV; abertura de portas

Nota-se que há predomínio, tanto no período diurno quanto noturno, da conversação de funcionários, além dos sons emitidos pelos equipamentos médicos. Neste caso, são fontes sonoras inerentes aos procedimentos rotineiros e essenciais ao funcionamento da UTI, que é a comunicação entre a equipe hospitalar e os equipamentos com alarmes e valores indicadores do funcionamento dos mesmos e parâmetros fisiológicos dos pacientes (TERZI et al. 2019).

Outros trabalhos relataram que as principais fontes de ruído em UTIs são as conversas entre os funcionários e os equipamentos hospitalares da unidade (CARVALHO et al., 2005; KONKANI e OAKLEY, 2012; KRAMER et al., 2016), corroborando com o presente estudo.

Os níveis sonoros para os períodos diurno e noturno na UTI podem ser vistos na Figura 3.

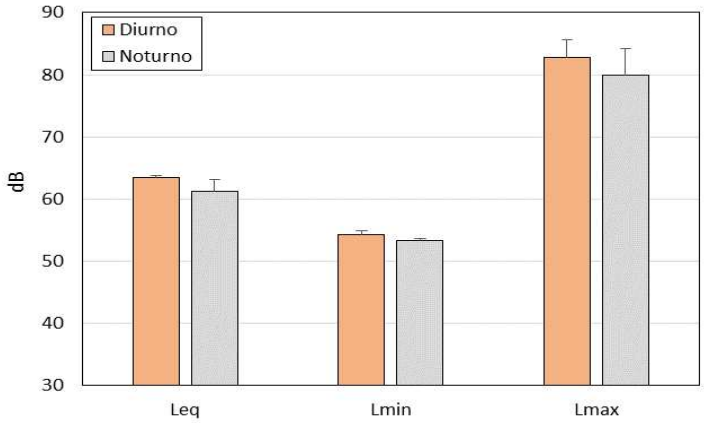

Figura 3 – Níveis sonoros na UTI nos períodos diurno e noturno (Autores, 2021).

Para o período diurno, o L_{eq} foi de 63,4 ±0,4 dB, com níveis mínimo e máximo de 54,3 ±0,6 e 82,7 ±2,9 dB respectivamente. Pequena diferença foi observada para o período noturno, com L_{eq} 61,2 ±1,9, L_{min} 53,3 ±0,4 e L_{max} 79,9 ±4,3 dB. Tanto para o dia, quanto para a noite, os valores ultrapassam aqueles recomendados pela Organização Mundial da Saúde (OMS), que é até 35 dB para o dia e 30 dB para a noite, e pela NBR 10152/2017 que varia de 35 a 45 dB para ambientes hospitalares (BERGLUND et al., 1999; ABNT, 2017).

Valores semelhantes a este trabalho são reportados na literatura para UTIs (GALINDO et al., 2016; SHIELD et al. 2016; GALINDO et al., 2017). Níveis sonoros elevados podem causar efeitos adversos tanto nos pacientes da UTI, quanto nos trabalhadores, como os enfermeiros (KONKANI e OAKLEY, 2012; SANTOS et al., 2017; TERZI et al., 2019).

Na Figura 4, tem-se o espectro sonoro da UTI para os períodos diurno e noturno. Verifica-se uma semelhança aos valores para as bandas baixas médias e altas, mostrando que a dinâmica diurna e noturna possui similaridade quanto as fontes sonoras.

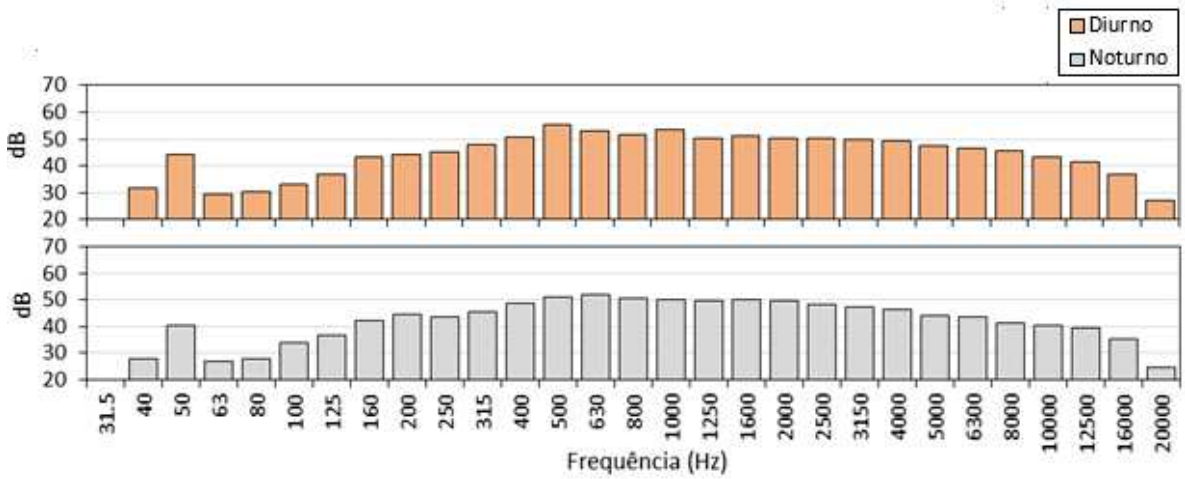

Figura 4 – Espectro de frequência na UTI para os períodos diurno e noturno (Autores, 2021).

Os níveis sonoros mais elevados estão compreendidos nas faixas médias de frequência, entre 500 a 1000 Hz, que correspondem a faixa de frequência característica da fala humana (BUSCH-VISHNIAC et al., 2005; KELLAM e BATHIA, 2008; CARVALHAIS et al., 2015; CHEN, 2015; LOUPA et al., 2019), evidenciando que, neste caso, a fonte sonora de maior contribuição nos níveis sonoros é a conversação, corroborando com a identificação visual durante as medições (Tabela 1). Outros trabalhos mostraram maior influência de faixas de frequência mais baixas nas UTIs relacionadas a equipamentos eletrônicos (GALINDO et al., 2017; SANTOS et al., 2017), evidenciando que o pico de nível sonoro em 50 Hz pode estar relacionado ao som do alarme dos monitores (GALINDO et al., 2017). Isso mostra a importância da análise do espectro em frequência para identificação das principais fontes sonoras que podem afetar os pacientes (SOUBRA et al., 2018).

5. CONCLUSÕES

Este trabalho objetivou avaliar os níveis sonoros em uma UTI de hospital público de Sorocaba-SP. Adicionalmente, realizou-se a identificação das principais fontes sonoras durante as medições, aliadas a análise do espectro de frequência.

Os resultados mostraram que os valores medidos de L_{eq} tanto para o período diurno quanto noturno ultrapassaram o limite de 60 dB, e ultrapassaram também os limites estabelecidos pela NBR 10152. Os níveis mínimos medidos superaram os 50 dB e os máximos ultrapassaram os 80 dB.

Pela análise do espectro de frequência, constatou-se que a maior causa de ruído dentro da UTI tem relação com as conversas dos funcionários, fato verificado também durante as medições sonoras. A análise em frequência pode contribuir, neste caso, para implementação de medidas que possam reduzir o ruído na UTI e que também sejam de baixo custo, como:

- Programas educacionais de redução de ruído para a equipe da UTI;
- Sinalizadores que fornecem uma luz ou farol quando os sons excedem os níveis especificados;
- Um protocolo de "*quiet time*" pode ser útil para instituir uma mudança de cultura para o pessoal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, E. L.; SILVA, D. C. C.; LIMA, E. A.; OLIVEIRA, R. A.; ZANNIN, P. H. T.; MARTINS, A. C. G. Environmental noise in hospitals: a systematic review. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 28, p. 19629–19642, 2021a

ANDRADE, E. L.; LIMA, E. A.; SIMONETTI, V. C.; OLIVEIRA, R. A.; ZANNIN, P. H. T.; SILVA, D. C. C.; MARTINS, A. C. G. Influence of the COVID-19 pandemic on the external environmental noise of a public hospital in Sorocaba, Brazil. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 9, n. 69, p. 44-51, 2021b

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) 2017. **NBR 10.152: Acústica –Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações**. Rio de Janeiro

BUSCH-VISHNIAC, I.; RYHERD, E. Hospital soundscapes: Characterization, impacts, and interventions. **Acoustics Today**, v. 15, p. 11, 2019

BERGLUND, BIRGITTA, LINDVALL, THOMAS, SCHWELA, DIETRICH H & WORLD HEALTH ORGANIZATION. Occupational and environmental health team. **Guidelines for Community Noise**. World Health Organization 1999. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/66217>. Acesso em: 10 Abr 2021

BERGLUND, B.; LINDVALL T.; SCHWELA, D. WHO guidelines for community noise. **Noise & Vibration Worldwide**, p. 24–29, 2000

BEVAN, R.; GRANTHAM-HILL, S.; BOWEN, R.; CLAYTON, E.; GRICE, H.; VENDITTI, H. C.; STICKLAND, A.; HILL, C. M. Sleep quality and noise: Comparisons between hospital and home settings. **Archives of Disease in Childhood**, v. 104, p. 147–151, 2018

BUSCH-VISHNIAC, I. J.; WEST, J. E.; BARNHILL, C.; HUNTER, T.; ORELLANA, D.; CHIVUKULA, R. Noise levels in Johns Hopkins Hospital. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 118, p. 3629–3645, 2005

CARVALHAIS, C.; SANTOS, J.; DA SILVA, M. V.; XAVIER, A. Is there sufficient training of health care staff on noise reduction in neonatal intensive care units? A pilot study from neonoise project. **Journal of Toxicology and Environmental Health - Part A**, v. 78, p. 897–903, 2015

CARVALHO, W. B.; PEDREIRA, M. L.; DE AGUIAR, M. A. Noise level in a pediatric intensive care unit. **Jornal de Pediatria (Rio J)**, v. 81, n. 6, p. 495-498, 2005

CHEN, C. Y. Characterizing subjective noisiness in hospital lobbies. **Archives of Acoustics**, v. 40, p. 235–246, 2015

GALINDO, A. P. G.; CAICEDO, Y. C.; VÉLEZ-PEREIRA, A. M. Noise level in intensive care units of a public university hospital in Santa Marta (Colombia). **Medicina Intensiva**, v. 40, p. 403–410, 2016

GALINDO, A. P. G.; CAICEDO, Y. C.; VÉLEZ-PEREIRA, A. M. Noise level in a neonatal intensive care unit in Santa Marta - Colombia. **Colombia Médica**, v. 48, p. 119–124, 2017

HAGERMAN, I.; RASMANIS, G.; BLOMKVIST, V.; ULRICH, R.; ANNE ERIKSEN, C.; THEORELL, T.; .Influence of intensive coronary care acoustics on the quality of care and physiological state of patients. **International Journal of Cardiology**, v. 98, p. 267–270, 2005

HORSTEN, S.; REINKE, L.; ABSALOM, A. R.; TULLEKEN, J. E. Systematic review of the effects of intensive-care-unit noise on sleep of healthy subjects and the critically ill. **British Journal of Anaesthesia**, v. 120, n. 3, p. 443-452, 2018

KELLAM, B.; BHATIA, J. Sound spectral analysis in the intensive care nursery: Measuring high-frequency sound. **Journal of Pediatric Nursing**, v. 23, n. 4, p. 317–323, 2008

KONKANI, A.; OAKLEY, B. Noise in hospital intensive care units--a critical review of a critical topic. **Journal of Critical Care**, v. 27, n. 5, p. 1-9, 2012

KRAMER, B.; JOSHI, P.; HEARD, C. Noise pollution levels in the pediatric intensive care unit. **Journal of Critical Care**, v. 36, p. 111-115, 2016

LOUPA, G. influence of noise on patient recovery. **Current Pollution Reports**, v. 6, p. 1-7, 2020

LOUPA, G.; KATIKARIDIS, A.; KARALI, D.; RAPSOMANIKIS, S. Mapping the noise in a Greek general hospital. **Science of a Total Environment**, v. 646, p. 923–929, 2019

MONTES-GONZÁLEZ, D.; BARRIGÓN-MORILLAS, J. M.; ESCOBAR, V. G.; VÍLCHEZ-GÓMEZ, R.; REY-GOZALO, G.; ATANASIO-MORAGA, P.; MÉNDEZ-SIERRA, J. A. Environmental noise around hospital areas: A case study. **Environments** - MDPI 6, 2019

NIGHTINGALE, F. **Notes on Nursing**. Dover Publishing, New York, 1859

SANTOS, J.; CARVALHAIS, C.; XAVIER, A.; SILVA, M. V. Assessment and characterization of sound pressure levels in Portuguese neonatal intensive care units. **Archives of Environmental & Occupational Health**, v. 73, n. 2, p. 121–127, 2017

SHIELD, B.; SHIERS, N.; GLANVILLE, R. The acoustic environment of inpatient hospital wards in the United Kingdom. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 140, p. 2213–2224, 2016

SOUBRA, M. M. D. et al. Effect of a quality improvement project to reduce noise in a pediatric unit. **The American Journal of Maternal/Child Nursing**, v. 43, n. 2, p. 83-88, 2018

TERZI, B.; AZIZOĞLU, F.; POLAT, S.; KAYA, N.; İŞSEVER, H. The effects of noise levels on nurses in intensive care units. **Nursing in Critical Care**, v. 24, p. 299–305, 2019

WALLIS R. et al Environmental noise levels in hospital settings: A rapid review of measurement techniques and implementation in hospital settings. **Noise & Health**, v. 21, p. 200–216, 2019

WYSOCKI, A. B. The effect of intermittent noise exposure on wound healing. **Adv Wound Care**, v. 9, n. 1, p. 35-9, 1996

ZANNIN, P. H. T.; MILANÊS, M. L.; DE OLIVEIRA FILHO, M. V. M. Evaluation of noise in the vicinity of a hospital and a gated community. **Current Urban Studies**, v. 07, p. 59–75, 2019