

Influência da pandemia de COVID-19 no ruído ambiental externo de um hospital público de Sorocaba, Brasil

Erik de Lima Andrade

Doutorando, Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba – UNESP, Brasil
eng.erik@hotmail.com

Eligelcy Augusta de Lima

Mestranda, Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba – UNESP, Brasil
eligelcy@hotmail.com

Vanessa Cezar Simonetti

Doutoranda, Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba – UNESP, Brasil
va_simonetti@hotmail.com

Renan Angrizani de Oliveira

Doutorando, Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba – UNESP, Brasil
renan_angrizani@hotmail.com

Paulo Henrique Trombetta Zannin

Prof. Dr.-Ing., UFPR, Brasil
paulo.zannin@gmail.com

Darllan Collins da Cunha e Silva

Prof. Dr., Campus Experimental de Registro - UNESP, Brasil
darllan.collins@unesp.br

Antonio Cesar Germano Martins

Prof. Dr., Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba – UNESP, Brasil
antonio.martins@unesp.br

RESUMO

Este trabalho objetivou avaliar o ruído ambiental no entorno de um hospital público da cidade de Sorocaba, Brasil, antes e durante a pandemia de COVID-19. As medições foram realizadas em triplicata, em dias de semana, em três pontos ao redor do hospital durante a noite e seguiram as diretrizes da norma NBR 10.151/2019. Nos mesmos pontos de medição realizou-se a contagem manual dos veículos leves, pesados e motos. Os equipamentos utilizados foram o analisador BK 2260 e o calibrador BK 4231. Para a análise estatística, a normalidade dos dados foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk e, posteriormente, as diferenças dos níveis sonoros antes e durante a pandemia por meio do teste t pareado. A correlação entre os níveis sonoros e o número de veículos foi verificada por meio da correlação de Spearman's. O nível de significância adotado foi $\alpha=0,05$. Houve redução significativa na circulação de veículos leves e pesados durante a pandemia e menor redução para as motos. Verificou-se que o P1 foi o ponto mais ruidoso e o que teve a menor variação em dB(A) durante a pandemia, associado a maior velocidade e maior circulação de veículos. Ainda que exista forte correlação entre o número de veículos e os níveis sonoros, estatisticamente não houve diferença significativa. Conclui-se com este trabalho que houve redução no ruído ambiental no entorno do hospital durante a pandemia e que outros fatores devem ser levados em consideração, como a velocidade dos veículos.

PALAVRAS-CHAVE: Poluição sonora. Sars-CoV-2. Isolamento social.

1. INTRODUÇÃO

Realidade ao redor do mundo, em países desenvolvidos e subdesenvolvidos, a poluição sonora ou ruído não é só restrita aos ambientes industriais, mas afeta também pequenas, médias e grandes cidades (ZANNIN e BUNN, 2014). Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a poluição sonora já é considerada como a terceira maior causa de poluição global, atrás somente da poluição do ar e da água (WHO, 2011).

Dentre os problemas que o ruído causa na saúde e no conforto humano, dependendo da duração e do volume, pode-se dividi-los em quatro categorias: efeitos físicos como a perda auditiva induzida por ruídos (PAIR) (SILVA et al., 2011; ZAW et al., 2020); efeitos fisiológicos como doenças cardiovasculares (SORENSEN et al., 2017; van KEMPEN et al., 2018; HÉRITIER et al., 2018); efeitos psicológicos como distúrbios do sono (BASNER e McGUIRE, 2018), raiva, fadiga e estresse (GUSKI et al., 2017; PAIVA et al., 2019); efeitos sobre o desempenho do trabalho como redução de produtividade e aumento da chance de erros (LOUPA et al., 2019).

Áreas hospitalares, que são considerados ambientes ainda mais sensíveis a poluição sonora, são afetados, principalmente, pelo ruído gerado por tráfego de veículos (MONTEZ-GONZÁLEZ et al., 2019). O ruído atrapalha significativamente o sono dos pacientes, retardando seu descanso e sua recuperação (LOUPA, 2020), além de aumentar a chance de erros médicos e causar aborrecimento aos visitantes e ao hospital como um todo (MONTEZ-GONZÁLEZ et al., 2019; ZANNIN et al., 2019). Segundo a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, o valor máximo admissível de ruído em áreas ao redor de hospitais é de 55 dB(A) durante o dia e a noite (EPA, 1974). No Brasil, segundo a NBR 10.151/2019, os níveis de pressão sonora ao redor de hospitais não devem ultrapassar os 50 dB(A) durante o dia e 45 dB(A) durante a noite (ABNT, 2019).

Diversos estudos avaliaram os níveis de ruído no entorno de hospitais (ZANNIN e FERRAZ, 2016; RAVINDRA et al., 2016; ZANNIN et al., 2019), no entanto estes estudos se mostram na forma de diagnóstico. Medidas mitigadoras de ruído e comparação antes *versus* depois, por exemplo, são complexas por diversos fatores, como número de veículos em circulação, número de veículos pesados em circulação, dinâmica da área, entre outros. Comparações dos níveis sonoros com medidas mitigadoras geralmente são restritas a

simulações em softwares de acústica, além da modelagem de cenários hipotéticos. No estudo de Fiedler e Zannin (2015), os autores realizaram simulações acústicas aplicando a redução em 50% no número total de veículos e em 50% de veículos pesados que transitam nas vias do entorno de dois hospitais. No estudo de Rossi et al. (2020), os autores estimaram os benefícios na qualidade de vida dos residentes da cidade de Lausanne com a implementação de redução na velocidade dos veículos para 30 km/h.

Com a pandemia de COVID-19 e as medidas de quarentena e isolamento social, estudos relatam redução significativa no ruído ambiental (ASENSIO et al., 2020a; ZAMBRANO-MONSERRATE et al., 2020). Por outro lado, a comunidade científica na área de acústica está mobilizada, aproveitando-se desta rara oportunidade para realizar medições acústicas em diferentes locais, a fim de entender as mudanças no ruído ambiental em decorrência das medidas restritivas na mobilidade urbana, ou seja, fazer a comparação de medições existentes antes da COVID-19 e durante a mesma, onde houve restrição ao deslocamento de pessoas e veículos (ZAMBRANO-MONSERRATE et al., 2020).

Diante deste contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar o ruído ambiental noturno no entorno de um hospital público localizado na cidade de Sorocaba-SP, antes e durante a pandemia de COVID-19, além de verificar se houve redução na circulação de veículos.

2. METODOLOGIA

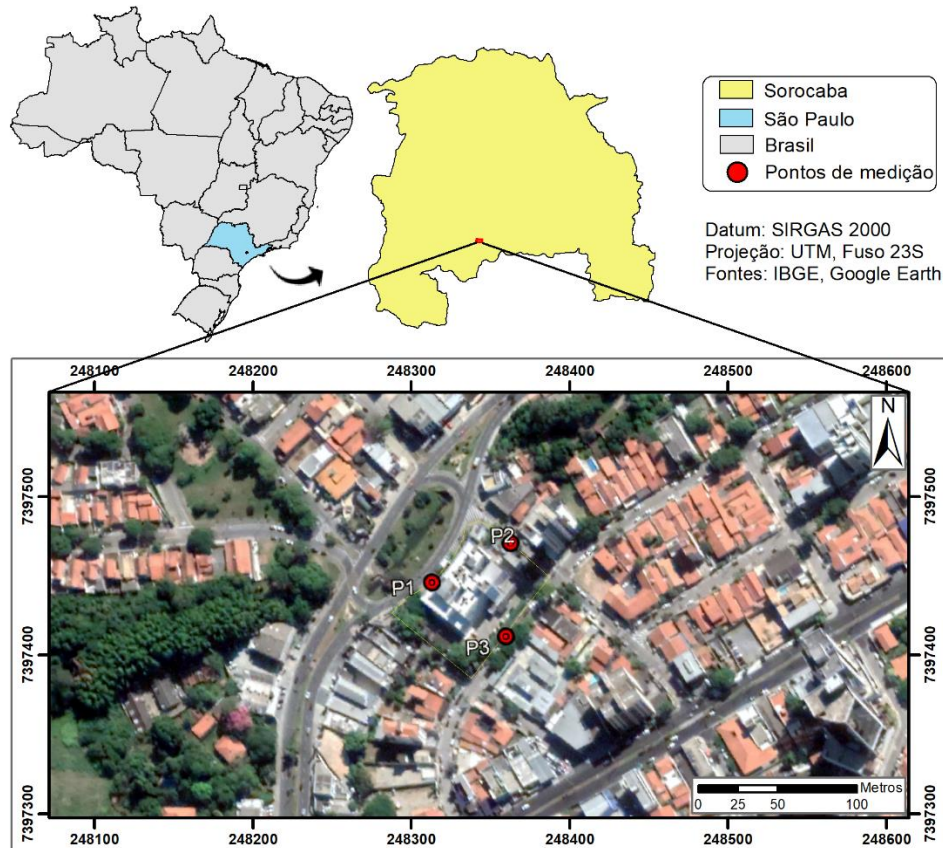
2.1 ÁREA DE ESTUDO

A cidade de Sorocaba está localizada no interior do Estado de São Paulo a aproximadamente 100 km da capital e possui cerca de 679.378 habitantes (IBGE, 2020). Tem grande representatividade no setor de comércio e serviços, além do setor industrial e, também, é referência regional e nacional em alguns segmentos médico-hospitalares.

O hospital do presente estudo, Grupo de Pesquisa e Assistência ao Câncer Infantil (GPACI), faz atendimentos pediátricos (especialidades clínica, cirúrgica e oncológica), sendo referência oncológica para as milhares de pessoas dos 48 municípios atendidos pelo hospital (Diretoria Regional de Saúde XVI – Sorocaba) e em pediatria clínica e cirúrgica para a cidade de Sorocaba. Atende em média 700 pacientes por semana.

O hospital está situado em ambiente urbano no centro da cidade, em região com grande densidade populacional e com diversas construções verticalizadas. A avenida situada em frente ao hospital é rota de interligação entre diversos bairros, de norte a sul e de leste a oeste no município. Na Figura 1 pode-se visualizar a localização da cidade de Sorocaba e dos pontos de medição de ruído ao redor do hospital.

Figura 1: Localização do hospital e dos pontos de medição de ruído.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

2.2 MEDIÇÕES ACÚSTICAS E CONTAGEM DE VEÍCULOS

As medições de ruído foram realizadas no entorno do hospital no período noturno (das 22h- 6h), antes da pandemia de COVID-19 (Junho/2019) e durante a pandemia (Abril/2020). Ao todo foram três pontos de medição de nível de pressão sonora nas ruas do entorno – P1, P2, P3 -, onde cada ponto teve um período de registro dos níveis sonoros durante dez minutos cada, em triplicata, feito em diferentes dias úteis (FIEDLER e ZANNIN, 2015; SOUZA FILHO et al., 2015).

Os equipamentos utilizados foram: analisador BK 2260 (Brüel & Kjær, Denmark), calibrador acústico BK 4231 (Brüel & Kjær, Denmark) e tripé com altura regulável. As medições e alocação dos equipamentos seguiram as diretrizes da NBR 10.151/2019. O medidor foi regulado no tempo de resposta rápida (*fast*), circuito de ponderação “A” (que melhor representa o nível de resposta do ouvido humano) e a faixa de medição foi ajustada entre de 20 a 120 dB(A). Os níveis sonoros medidos foram o nível sonoro equivalente (Leq), o nível equivalente mínimo (Lmin) e nível equivalente máximo (Lmax). Nos mesmos pontos, foram realizadas a contagem manual de veículos leves (VL), caracterizados pelos carros, vans e caminhonetes, veículos pesados (VP), como caminhões e ônibus e motocicletas (M), durante 1 hora.

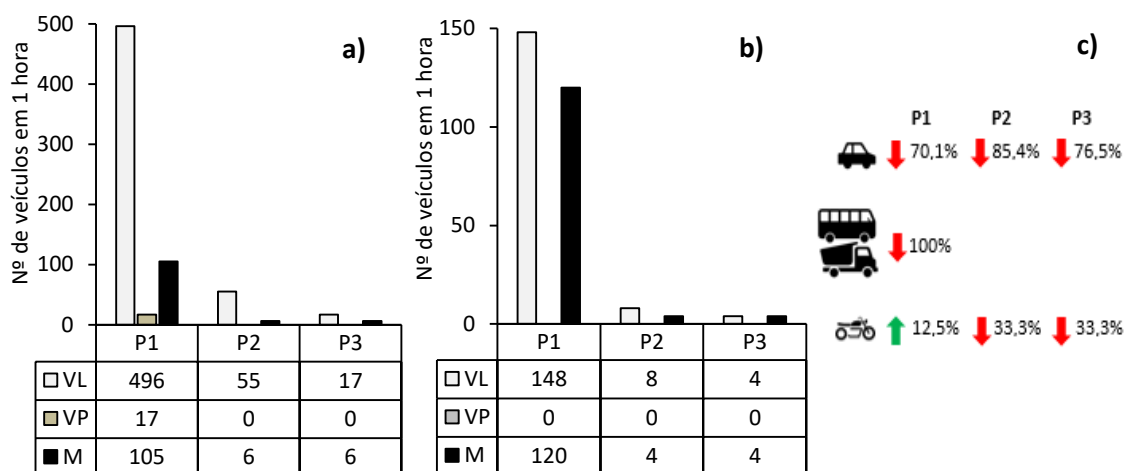
2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise estatística, verificou-se a normalidade dos dados através do teste de Shapiro-Wilk e, posteriormente, as diferenças dos níveis sonoros antes e durante a pandemia por meio do teste t pareado. A correlação entre os níveis sonoros e o número de veículos foi verificada por meio da correlação de Spearman's. O nível de significância adotado foi $\alpha=0,05$ e o *software* estatístico utilizado foi o *Past* versão 4.03 (HAMMER et al., 2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As diferenças no número de veículos antes e durante a pandemia podem ser visualizadas na Figura 2. Houve redução de 70,1 a 85,4% (P1 e P2) no número de VL durante a pandemia. Para os VP a redução foi mais expressiva, com 100% no P1. Por outro lado, houve aumento de 12,5% na circulação das motocicletas no P1, avenida de maior circulação no entorno do hospital, e redução de 33,3% nos pontos P2 e P3.

Figura 2: Número de veículos antes e durante a pandemia.



Legenda: a) número médio de veículos antes da pandemia; b) número médio de veículos durante a pandemia; c) taxas de redução e aumento no número de veículos durante a pandemia.

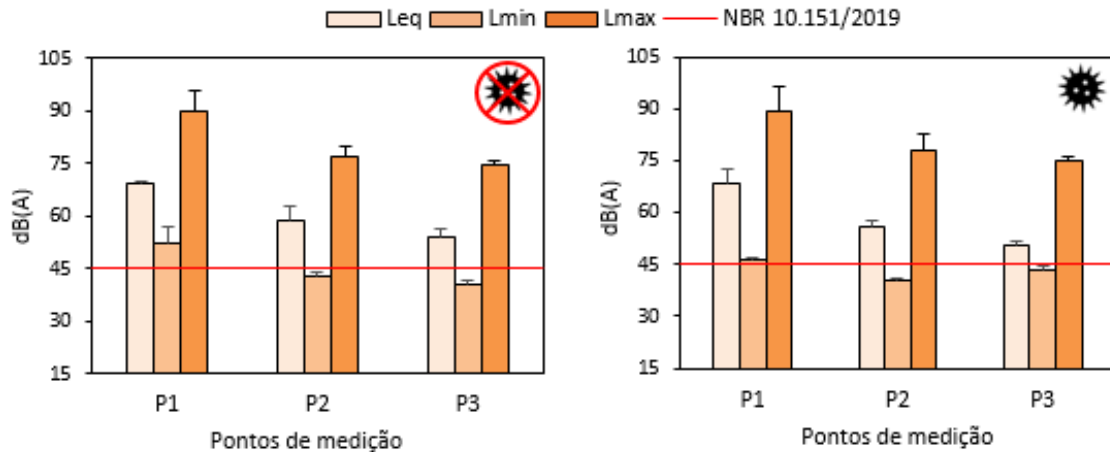
Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A redução significativa no número de VP no P1 e ausência no P2 e P3 pode ser explicada pela redução na circulação dos ônibus em função da quarentena pela pandemia, decretado pela Prefeitura de Sorocaba, e fechamento de muitos estabelecimentos comerciais, industriais e de prestação de serviços, onde os caminhões seriam as principais fontes de abastecimento de insumos. De acordo com Federação do Comércio de Bens, Serviços e Turismo do Estado de São Paulo (FecomercioSP), houve o fechamento de quase todos os seguimentos comerciais e de prestação de serviços durante as medidas de quarentena, permanecendo em funcionamento apenas os serviços essenciais, como hospitais, farmácias, postos de combustível e *delivery* (FECOMERCIOSP, 2020). Em relação aos VL, as reduções são reflexos das medidas de quarentena e isolamento social, aliados ao fechamento dos estabelecimentos comerciais. Por outro lado, em virtude do aumento de pedidos por *delivery*, principalmente dos setores alimentícios, houve

aumento na circulação de M no P1 e menor redução no P2 e P3, quando comparado a VL e VP. Segundo pesquisa da Associação Brasileira de Bares e Restaurantes em São Paulo (ABRASEL/SP), durante a pandemia cerca de 73,5% dos estabelecimentos estão trabalhando com entregas (ABRASEL, 2020).

Na Figura 3 tem-se os níveis de pressão sonora antes e durante a pandemia.

Figura 3: Níveis de pressão sonora antes e durante a pandemia.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Os valores médios e desvios padrão em dB(A) de Leq, Lmin e Lmax, antes da pandemia foram, respectivamente: P1 – 69 ± 0,7; 52 ± 4,6; 89,7 ± 5,8; P2 – 58,9 ± 3,9; 42,8 ± 1; 76,6 ± 3,3; P3 – 54,2 ± 2,3; 40,3 ± 1,4; 74,3 ± 1,7. Durante a pandemia os valores foram, em dB(A): P1 – 68,4 ± 4,1; 46,6 ± 0,2; 89,3 ± 7,2; P2 - 56 ± 1,8; 40,4 ± 0,5; 77,8 ± 5,2; P3 - 50,3 ± 1,3; 43,3 ± 1,2; 74,7 ± 1,6. Estatisticamente não houve diferença significativa entre os níveis de pressão sonora (Leq, Lmin, Lmax) antes e durante a pandemia ($p > 0,05$). As diferenças nos níveis sonoros equivalentes antes e durante a pandemia foram de -0,6 dB(A) no P1, -2,9 dB(A) no P2 e -3,9 dB(A) no P3. Observa-se que antes e durante a pandemia, o P1 foi o que apresentou a menor variação e os maiores níveis de pressão sonora, atribuídos ao maior fluxo de veículos e pela velocidade da via ser maior que os demais pontos, sendo 50 km/h contra 30 km/h permitidos no P2 e P3. Ainda que exista forte correlação entre o número de VL, VP e M e Leq, antes da pandemia ($r = 0,93; 0,88$ e $0,84$ respectivamente; $p < 0,05$) e VL e M durante a pandemia ($r = 0,90; 0,93$ respectivamente; $p < 0,05$), os valores de Leq ficaram acima do recomendado pela NBR 10.151/2019.

No estudo de Gozalo et al. (2019), os autores verificaram forte correlação ($r = 0,92$; $p \leq 0,001$) entre o número de veículos circulantes e os níveis sonoros medidos na cidade de Cáceres, Espanha e relatam que a velocidade dos veículos causou diferenças entre os valores medidos e simulados. Asensio et al. (2020b) observaram redução de 4,1 a 4,6 dB(A) no ruído noturno em dias de semana durante a pandemia e relatam que este valor é inferior ao esperado, visto a enorme redução na circulação de veículos em Madrid (aproximadamente 85%), atribuindo como um dos fatores a manter os níveis elevados, a velocidade dos veículos restantes.

4. CONCLUSÃO

Conclui-se com este trabalho que houve redução significativa na circulação de veículos leves e pesados durante a pandemia de COVID-19 no entorno do hospital durante a noite. Para as motocicletas houve redução somente nas ruas de menor circulação (P2 e P3), enquanto na avenida principal (P1), houve incremento em 12,5%, relacionado ao aumento, provavelmente, nos pedidos por *delivery*.

O P1 foi o ponto que apresentou os maiores níveis de pressão sonora e a menor variação em dB(A) durante a pandemia em relação ao P2 e P3, associado a maior velocidade permitida da via e a maior circulação de veículos. Por outro lado, estatisticamente, não houve diferença nos níveis de pressão sonora equivalentes, mínimo e máximo durante a pandemia, mostrando que outros fatores também devem ser levados em consideração, como a velocidade dos veículos, fato este observado durante as medições *in situ*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASENSIO, C.; AUMOND, P.; CAN, A.; GASCÓ, L.; LERCHER, P.; WUNDERLI, J. M.; LAVANDIER, C.; ARCAS, G.; RIBEIRO, C.; MUÑOZ, P.; LICITRA, G. A Taxonomy Proposal for the Assessment of the Changes in Soundscape Resulting from the COVID-19 Lockdown. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 17, p. 1-9, 2020a

ASENSIO, C.; PAVÓN, I.; ARCAS, G. Changes in noise levels in the city of Madrid during COVID-19 lockdown in 2020. *Journal of the Acoustical Society of America*, v. 148, n. 3, p. 1748–1755, 2020b

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE BARES E RESTAURANTES – ABRASEL. Pesquisa mostra que 73,5% dos bares e restaurantes estão trabalhando com entregas. Disponível em: <<https://sp.abrasel.com.br/noticias/noticias/page9>>. Acesso em: 27 Nov 2020

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) (2019). **NBR 10.151: Acústica – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas – Aplicação de uso geral**. Rio de Janeiro. 2ª ed. 24p.

BASNER, M.; MCGUIRE, S. WHO environmental noise guidelines for the European region: A systematic review on environmental noise and effects on sleep. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 15, n. 3, p. 519, 2018

Federação do Comércio de Bens, Serviços e Turismo do Estado de São Paulo – FECOMERCIO/SP. Disponível em: <<https://www.fecomercio.com.br/noticia/governo-de-sao-paulo-prorroga-quarentena-sem-apresentar-plano-para-o-setor-de-comercio-e-servicos>>. Acesso em: 27 Nov 2020

FIEDLER, P. E. K.; ZANNIN, P. H. T. Evaluation of noise pollution in urban traffic hubs—Noise maps and measurements. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 51, p. 1-9, 2015

GOZALO, G. R.; ESCOBAR, V. G.; MORILLAS, J. M. B.; GONZÁLEZ, D. M.; MORAGA, P. A. Statistical attribution of errors in urban noise modeling. *Applied Acoustics*, v. 153, p. 20–29, 2019

GUSKI, R.; SCHRECKENBERG, D.; SCHUEMER, R. WHO environmental noise guidelines for the European region: A systematic review on environmental noise and annoyance. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 14, p. 1–39, 2017

HAMMER O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. **PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis**. Paleontologia Eletrônica, 2001, 9p. Disponível em: <<http://folk.uio.no/ohammer/past/>>. Acesso em: 04 Ago. 2020.

HÉRITIER, H.; VIENNEAU, D.; FORASTER, M.; EZE, I. C.; SCHAFFNER, E.; DE HOOGH, K.; THIESSE, L.; RUDZIK, F.; HABERMACHER, M.; KÖPFLI, M.; PIEREN, R.; BRINK, M.; CAJOCHEN, C.; WUNDERLI, J. M.; PROBST-HENSCH, N.; ROÖSLI, M. A systematic analysis of mutual effects of transportation noise and air pollution exposure on myocardial infarction mortality: A nationwide cohort study in Switzerland. *European Heart Journal*, v. 40, p. 598–603, 2018

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) – **Panorama (População)**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sorocaba/panorama>>. Acesso em: 29 Mar 2020

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 the 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**, v. 6, 2019

PAIVA, K. M.; CARDOSO, M. R. A.; ZANNIN, P. H. T. Exposure to road traffic noise: Annoyance, perception and associated factors among Brazil's adult population. **Science of the Total Environment**, v. 650, p. 978–986, 2019

RAVINDRA, K.; SINGH, T.; TRIPATHY, J. P.; MOR, S.; MUNJAL, S.; PATRO, B.; PANDA, N. Assessment of noise pollution in and around a sensitive zone in North India and its non-auditory impacts. **Science of the Total Environment**, v. 566–567, p. 981–987, 2016

ROSSI, I. A.; VIENNEAU, D.; RAGETTLI, M. S.; FLÜCKIGER, B. Estimating the health benefits associated with a speed limit reduction to thirty kilometers per hour: A health impact assessment of noise and road traffic crashes for the Swiss city of Lausanne. **Environment International**, v. 145, p. 106126, 2020

SILVA, M. C.; ORLANDI, C. G.; CHANG, E.M.; SIVIERO, J.; PINTO, M. M.; ARMELLINI, P. F. S.; SANTOS, T. S.; LUZ, V. B.; GIL, D. Níveis de ruído na lavanderia de um hospital público. **Revista CEFAC**, v. 13, n. 03, p. 472-478, 2011

SORENSEN, M.; NIELSEN, O. W.; SAJADIEH, A.; KETZEL, M.; TJONNELAND, A.; OVERVAD, K.; RAASCHOU-NIELSEN, O. Long-Term Exposure to Road Traffic Noise and Nitrogen Dioxide and Risk of Heart Failure: A Cohort Study. **Environmental Health Perspectives**, v. 125, p. 097021, 2017

SOUZA FILHO, J. J. de.; STEFFEN, J. L.; ANDREASI, W. A.; ZANNIN, P. H. T. Urban noise assessment based on noise mapping and measurements. **Canadian Acoustics**, v. 43, n. 1, p. 1–10, 2015

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – US EPA. **Information on levels of environmental noise requisite to protect public health and welfare with adequate margin of safety** (report no. 550-9-74-004). Washington, DC: Government Printing Office; 1974

van KEMPEN, E.; CASAS, M.; PERSHAGEN, G.; FORASTER, M. WHO environmental noise guidelines for the European region: A systematic review on environmental noise and cardiovascular and metabolic effects: A summary. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, p. 1–59, 2018

WHO (World Health Organization). **Burden of Disease from Environmental Noise quantification of Healthy Life Years lost in Europe**. The WHO European Center for Environment and Health. Bonn Office: WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, 2011

ZAMBRANO-MONSERRATE, M. A.; RUANO, M. A.; SANCHEZ-ALCALDE, L. Indirect effects of COVID-19 on the Environment. **Science of the Total Environment**, v. 728, p. 138813, 2020

ZANNIN, P. H. T.; BUNN, F. Noise annoyance through railway traffic – a case study. **Journal of Environmental Health Sciences & Engineering**, v. 12, p. 1-14, 2014

ZANNIN, P. H. T.; FERRAZ, F. Assessment of Indoor and Outdoor Noise Pollution at a University Hospital Based on Acoustic Measurements and Noise Mapping. **Open Journal of Acoustics**, v. 6, n. 4, p. 71–85, 2016

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

ZAW, A. K.; MYAT, A. M.; THANDAR, M.; HTUN, Y. M.; AUNG, T. H.; TUN, K. M.; HAN, Z. M. Assessment of Noise Exposure and Hearing Loss Among Workers in Textile Mill (Thamine), Myanmar: A Cross-Sectional Study. **Safety and Health at Work**, v. 11, p. 199-206, 2020