

Emissões acústicas antropogênicas em hospitais, educandários e praças**Anthropogenic acoustic emissions in hospitals, schoolchildren and squares**

DOI:10.34119/bjhrv5n4-010

Recebimento dos originais: 14/02/2022

Aceitação para publicação: 28/03/2022

Rafael Pribe Griep

Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel)

Instituição: Universidade Federal de Pelotas (UFPel)

Endereço: Praça Vinte de Setembro, 455, Centro, Pelotas – RS, CEP: 96.015-360

E-mail: rafael.griep@sesirs.org.br

Gizele Ingrid Gadotti

Doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel)

Instituição: Universidade Federal de Pelotas (UFPel)

Endereço: Rua Benjamin Constant, Centro, Pelotas, RS, CEP: 96010-020

E-mail: gizeleingrid@gmail.com

Danilo Franchini

Doutor em Ciências e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel)

Instituição: Universidade Federal de Pelotas (UFPel)

Endereço: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul,
Campus Porto Alegre, Rua Coronel Vicente, 281, Centro, CEP: 90030-040

E-mail: danilo.franchini@poa.ifrs.edu.br

Luis Antonio dos Santos FranzDoutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
(UFRGS)

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Endereço: Universidade Federal de Pelotas, Centro de Engenharias (CENG). Rua Benjamin
Constant, 989, Porto, CEP: 96412420

E-mail: luisfranz@gmail.com

Lílian de Queiroz Firmino

Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel)

Instituição: Universidade Federal de Pelotas (UFPel)

Endereço: R. Gomes Carneiro, 1, Centro, Pelotas -RS, CEP: 96010-610

E-mail: naililufcgcta@gmail.com

Ruan Bernardy

Mestrando em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel)

Instituição: Universidade Federal de Pelotas (UFPel)

Endereço: R. Gomes Carneiro, 1, Centro, Pelotas -RS, CEP: 96010-610

E-mail: ruanbernardy@yahoo.com.br

RESUMO

Perante a inexistência de estudos sobre o ruído acústico antropogênico na cidade de Pelotas/RS realizou-se a medição dos níveis de pressão sonora com um sonômetro integrador, obtendo o valor do LAeq em pontos distintos, localizados no entorno dos hospitais, praças e educandários centrais. Constatou-se que no entorno dos hospitais e educandários avaliados, nos períodos diurno e noturno, as doses de ruídos ultrapassam de três a cinco vezes os limites estabelecidos na legislação, atingindo valores superiores a 3200%. Apesar dos níveis de pressão sonora medidos nas praças e quantificados abaixo dos limites estabelecidos pela legislação conclui-se com este trabalho que há poluição sonora no centro da cidade de Pelotas devido principalmente ao tráfego de veículos, denotando assim a falta de planejamento urbano.

Palavras-chave: poluição sonora, medição de ruído, sonômetro, área urbana.

ABSTRACT

Given the lack of studies on anthropogenic acoustic noise in the city of Pelotas / RS. Sound pressure levels were measured with an integrating sonometer, obtaining the LAeq value at different points located around the central hospitals, squares, and schools in the city. It was found that in the surroundings of the hospitals and students evaluated, during the day and night periods, the noise doses exceed three to five times the limits established in the legislation, reaching values above 3200%. Despite the sound pressure levels measured in the squares and quantified below the limits established by the legislation, it is concluded with this work that there is noise pollution in the center of the city of Pelotas, mainly due to vehicles' traffic, thus denoting the lack of urban planning.

Keywords: noise pollution, noise measurement, sonometer, urban area.

1 INTRODUCTION

A poluição sonora, em segundo lugar no ranking das poluições que causam maior impacto na saúde da população, fruto de um crescimento desordenado das cidades atrelado ao aumento da densidade demográfica, resulta no aparecimento de fontes de ruído capazes de gerar grande dano à população (WHO, 2016).

Fontes de ruídos, quando em excesso, provocam o aparecimento da chamada poluição sonora (GUEDES, 2005). Este tipo de poluição se destaca como um problema de saúde pública acarretando distúrbios físicos e psicológicos (LÜHNING, LOPES, CACHINESKI, CARVALHO, 2016).

Na Europa, há um crescimento no uso de ferramentas para identificar e direcionar o conforto acústico. As cartas de ruído permitem a visualização de áreas diretamente afetadas pelos efeitos negativos das atividades industriais, tráfego e outras fontes de ruído, para que haja um melhor planejamento e gestão das cidades (VIEIRA JUNIOR, 2011).

Na União Europeia, foi criado um programa de mapeamento de ruído em cidades (CANTIERI et al., 2010). Cujo mapeamento de ruído visa monitorar as emissões causadas por

máquinas, processos e identificar se os limites estão sendo atendidos, evitando medidas desnecessárias para a área e propondo medidas de mitigação para áreas críticas.

Essa técnica de mapeamento das emissões de ruído permite a construção de um plano de ação para controle de ruído. Também se torna uma importante ferramenta econômica para evitar o desperdício de dinheiro em ações preventivas em áreas menos críticas, além de melhorar a qualidade de vida dos cidadãos em regiões mais críticas à exposição ao ruído (CANTIERI et al., 2010).

A proximidade entre áreas de entretenimento e áreas residenciais aumenta os níveis de ruído, diminuindo a qualidade de vida das pessoas que moram nessas áreas (BRITO 2017). Com a finalidade de proteger da exposição ao ruído excessivo e assegurar a continuidade de atividades sociais e econômicas, o zoneamento acústico representa uma ferramenta que favorece o acesso público à informação.

Na ausência de diretrizes legais para o zoneamento ambiental acústico no Brasil, acredita-se que os resultados desse estudo podem contribuir com o avanço em soluções aplicáveis, colaborando para o alcance de cidades saudáveis e sustentáveis.

Ante o exposto, o objetivo geral deste trabalho foi avaliar quantitativamente os locais com provável impacto ambiental causado pela incidência de poluição sonora na região central da cidade de Pelotas/RS.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para responder à questão da pesquisa, se avaliou qualitativamente os locais com provável impacto devido a incidência de poluição sonora, localizados no centro do município de Pelotas, RS, Brasil. Destaca-se que as medições foram realizadas no entorno das praças, hospitais e educandários localizados no centro deste município.

Para o mapeamento acústico da região, foi adaptada a metodologia utilizada por Brito e Barbosa (2014), onde em cada ponto previamente estabelecido, foram realizadas três medições em dias úteis, distribuídas uma no período da manhã, uma no período da tarde e uma no período noturno. Os turnos da manhã, tarde e noite, foram compreendidos pelos horários, das 7h às 12h, das 12h às 18h e das 18h às 7h, respectivamente.

O sonômetro, da marca Quest do modelo Sound Pro classe 2 com número de certificado de calibração 093 047, foi configurado para realizar a aquisição do nível de pressão sonora e integrado a cada 1 segundo, sendo respeitado um tempo de medição mínimo de 5 minutos, a fim de se obter do instrumento medidor o cálculo do LAeq.

As medições foram efetuadas com medidor integrador de nível sonoro que atende o especificado na norma IEC 651 - Sonômetros, ajustado para medição de nível de pressão sonora equivalente (LAeq), em decibel ponderados em “A” (dB), conforme a IEC 60804 (*Standard for Integrating Sound Level Meters of International Electrotechnical Commission*).

O nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A no espectro global, foi obtido por integração no tempo T (LAeq,T), medido diretamente e calculado pela média logarítmica ponderada no tempo de resultados integrados em intervalos de tempo parciais, sendo o resultado expresso por meio do descritor LAeq, em decibel (dB).

Para coleta dos dados foi utilizado método de nível de pressão sonora equivalente (LAeq), em decibel (dB), ponderados pela curva de compensação A. Os critérios de avaliação foram os estabelecidos pela NBR 10.151, que trata da medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas (ABNT, 2019).

O medidor de nível de pressão sonora foi verificado e ajustado, realizado pelo operador do equipamento, com o calibrador sonoro, da marca Quest do modelo QC-10 classe 1, ligado e acoplado ao microfone com protetor de vento, sempre direcionado para a potencial fonte de ruído, imediatamente antes e após cada medição, ou série de medições relativas ao mesmo evento, ajustando-se com a referência acústica de 94 dB e de frequência 1000 Hz.

Foi observada a diferença entre a leitura e o valor ajustado inicialmente a mais ou menos 0,5 dB, sendo os resultados validados para as medições realizadas. As condições climáticas foram favoráveis, pouco vento ($<5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$), sem chuva e umidade relativa do ar abaixo de 80%, para não interferir no nível de ruído captado pelo microfone do sonômetro.

As medições foram executadas ao nível do solo, onde o microfone foi posicionado sobre um tripé entre as alturas de 1,2 m e 1,5 m do solo, e quando possível, posicionado distante pelo menos 2 m de paredes, muros, veículos ou outros objetos que possam refletir as ondas sonoras.

O sonômetro foi utilizado para identificação de diferentes fontes de ruídos presentes no ambiente e os níveis de pressão sonora foram comparados com os limites admissíveis segundo a legislação. As medições foram realizadas nos períodos diurno e noturno, conforme características das atividades antropogênicas de cada local, próximo às divisas (entorno) dos empreendimentos: Portão, grades, cercas ou muros externos.

Para todos os pontos amostrados no centro da cidade de Pelotas, os níveis de pressão sonora obtidos foram comparados e verificados quanto a limites aceitáveis, considerando os critérios estabelecidos na NBR 10.151 e Código de Postura do Município de Pelotas, adotados na elaboração deste estudo, constatando de forma positiva ou negativa o desconforto acústico à

comunidade e/ou poluição sonora originada pelas atividades antropogênicas em cada local avaliado.

Para realizar o estudo acústico detalhado, foram escolhidos os seguintes locais/estabelecimentos: Hospital Santa Casa de Misericórdia de Pelotas, Hospital de Beneficência Portuguesa, Hospital São Francisco de Paula, Hospital Miguel Piltcher, Universidade Católica de Pelotas, Colégio São José, Colégio Gonzaga, Escola Estadual João XXIII, Escola Estadual Pedro Osório, Praça Coronel Pedro Osório, Praça Cipriano Barcelos, Praça Piratinino de Almeida, Parque Dom Antônio Zattera, Praça Sete de Julho (Mercado Público de Pelotas) e Praça José Bonifácio.

Para facilitar a interpretação dos resultados, foram elaborados gráficos dos níveis de pressão LAeq para os principais locais avaliados. E os resultados que não passaram no teste de Shapiro e Wilk, de ajuste da distribuição foram descartados. Este teste, conhecido como Teste W, avalia se os dados não aderem aos modelos de distribuição da planilha (normal e/ou log-normal) (CARVALHO, 2018).

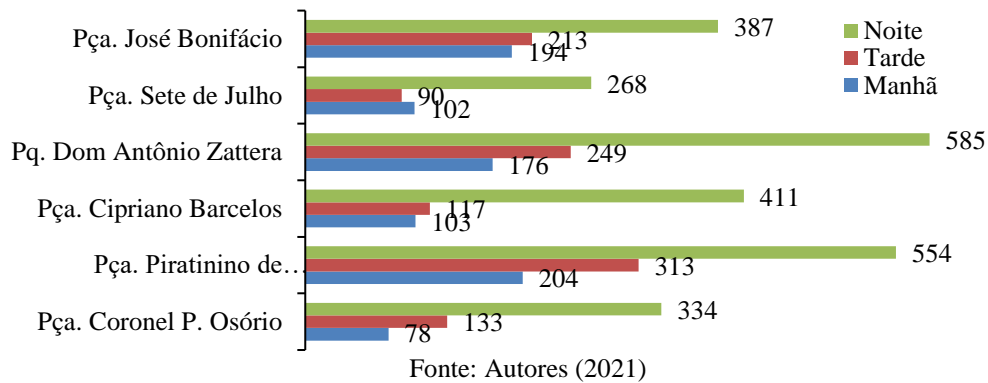
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas praças situadas na região central da cidade de Pelotas, cujos espaços urbanos são destinados ao lazer e ao convívio da população, livres do trânsito de veículos, foram realizadas medições do ruído no entorno e no interior, obtendo-se o LAeq, os quais foram comparados com os limites estabelecidos na NBR10.151, obtendo-se a dose percentual do ruído medido (Dose%). Quando comparados os resultados da média aritmética das doses do ruído no entorno com as doses medidas de ruídos no interior das praças (Ponto I), se obteve a atenuação acústica.

Para representar o ruído nas seis praças localizadas na região estudada, foram consideradas 174 amostras de ruído distribuídas nos períodos da manhã, da tarde e da noite, obtidos em 58 pontos distintos.

No gráfico da Figura 1 estão apresentadas as médias das doses percentuais medidas de ruído no entorno das praças por período, onde se observa que no período noturno ocorre maior ultrapassagem dos limites estabelecidos.

Figura 1. Média da dose medida no entorno das praças (%) do centro de Pelotas



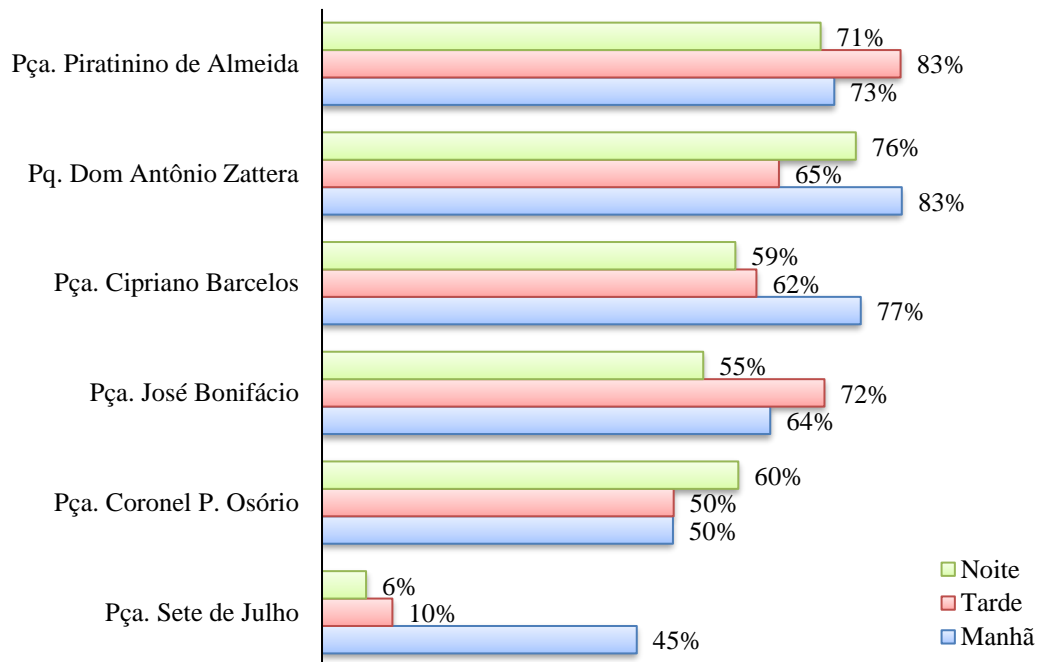
Já quando se analisa os valores da dose percentual medida do ruído nos interiores das praças por período, constata-se que no período noturno ocorre a maior incidência de poluição sonora, onde a Praça Sete de Julho se sobressai com 251%. Para as avaliações no interior de todas as praças, não se percebe ocorrência de poluição sonora nos períodos diurnos, visto que os limites estabelecidos não são ultrapassados.

Para se elencar a praça com maior incidência de poluição sonora, se obteve a média aritmética de todas as doses percentuais medidas no entorno e no interior, onde pode se evidenciar que na Praça Piratinino de Almeida ocorre a maior ultrapassagem dos limites estabelecidos na NBR 10151.

Oliveira et al. (2018) e Szeremeta e Zannin (2009) avaliaram a poluição sonora em alguns pontos no Jardim Botânico e no Parque São Lourenço em Curitiba - PR e também verificaram que estes locais excederam o limite de 55 decibéis estabelecido pela legislação.

No gráfico da Figura 2 estão elencadas as atenuações acústicas percentuais por período para cada praça, onde se destaca a Praça Sete de Julho (Mercado Público) como sendo a que apresenta menor atenuação acústica no interior.

Figura 2. Atenuações acústicas (%) no interior das praças do centro de Pelotas por turnos



Fonte: Autores (2021)

Esta pequena redução do ruído (Figura 2) pode estar relacionada a ausência de vegetação e atividades antropogênicas no interior do Mercado Público, enquanto que nas praças com presença de vegetação e poucas atividades antropogênicas, os níveis percentuais de atenuação acústica são maiores, contribuindo para a redução da poluição sonora, corroborando com diversos autores que a vegetação presente nos centros urbanos vem ganhando cada vez mais atenção devido aos benefícios que proporciona, sejam estes ecológicos, estéticos ou sociais (GRISE et al., 2016; LIVESLEY et al., 2016).

Esta função essencial de promoção da saúde pelos parques urbanos deve ser preservada e melhorada, especialmente porque podem ser acessados facilmente pelos usuários, mas, ao mesmo tempo, são frequentemente cercados por áreas ruidosas devido à emissão sonora do tráfego rodoviário, indústrias e outras fontes (LIVESLEY et al., 2016).

Quando se realizou a média aritmética da atenuação acústica no interior das praças nos três períodos, a fim de se obter a ordem das praças quanto a contribuição na redução dos níveis de pressão sonora, e conseqüentemente poluição sonora, foi possível confirmar a importância dos espaços públicos livres para atenuação do ruído de tráfego urbano, visto se observar nas medições que os níveis de pressão sonora, principalmente cujas fontes geradoras são os veículos automotores em trânsito, são dissipados pelo campo livre e têm sua intensidade diminuída com a distância.

A Praça Piratinino de Almeida e o Parque Dom Antônio Zattera lideram o ranking sendo as praças que apresentam maior níveis de pressão sonora no entorno, porém são as praças que mais atenuam o ruído. A Praça Sete de Julho é a praça que menos contribui para redução da poluição sonora, além de ter o maior índice de ultrapassagem do limite estabelecido no interior durante a noite.

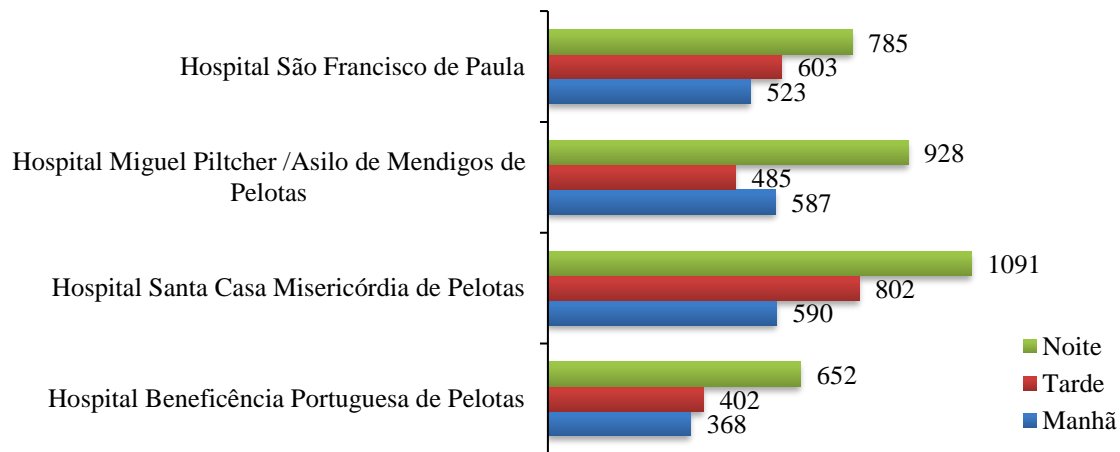
Os resultados do presente estudo corroboram com os resultados encontrados por Oliveira et al. (2018) que a vegetação presente nas áreas de estudo proporciona um isolamento acústico expressivo, o que realça importância de áreas verdes com faixas de vegetação próximas às vias de intenso fluxo de veículos. Porém, para que a barreira vegetal apresente eficiência na atenuação acústica, esta deve ter: densidade de plantas, altura e largura adequadas, segundo estudos desenvolvidos por Ozer et al. (2008) na Turquia e por Pathak et al. (2008).

Os hospitais contemplados neste estudo estão localizados em áreas estritamente residencial urbana, e pelas atividades hospitalares desenvolvidas são tratados como zonas de muita sensibilidade ao ruído, sendo o nível de pressão sonora admitido de 55 dB para período diurno e de 45 dB para o período noturno, níveis que representam 100% da dose percentual medida de ruído. Foi considerado que para cada 6 dB de incremento no nível de pressão sonora, ocorre a duplicação da dose percentual medida de ruído.

Para representar o ruído no entorno dos quatro hospitais localizados na região estudada, se obteve o LAeq, onde foram consideradas 90 amostras de ruído distribuídas nos períodos da manhã, da tarde e da noite, obtidos em 24 pontos distintos.

Os hospitais sendo locais para tratamento da saúde humana, requerem como um dos quesitos, que sejam locais silenciosos. Na Figura 3 com a medição do ruído observa-se a média percentual medida do ruído no entorno dos hospitais, onde se constata a existência de poluição sonora em todos os locais e períodos, chegando no Hospital Santa Casa de Misericórdia ao índice de 1091% durante o período noturno.

Figura 3. Dose de pressão sonora (%), média no entorno dos hospitais no centro do município de Pelotas



Fonte: Autores (2021)

Ao se obtém a média aritmética das doses percentuais medidas do ruído no entorno dos hospitais (Figura 3), se percebe que o Hospital Santa Casa de Misericórdia de Pelotas lidera o ranking de maior incidência de poluição sonora, com dose percentual média do ruído no entorno de 828%.

Os dados deste estudo corroboram com os encontrados por Villarreal et al. (2003) na cidade do Panamá aonde Centros Educacionais, Religiosos e de Saúde existentes na cidade que também estão expostos a altos níveis de poluição sonora, sete dias por semana, situação que afeta a concentração, a saúde e o desenvolvimento normal das pessoas que estão lá rotineiramente.

A evolução dos níveis de ruído, a faixa de frequências medidas (83 Hz está na faixa de frequência do ruído da cidade) e a pesquisa realizada indicam que a maior fonte de ruído e incômodo se deve ao tráfego rolante.

Villarreal et al. (2003) discutem em seu trabalho a necessidade de revisar os regulamentos atuais sobre poluição sonora, para ajustá-los de acordo com os padrões internacionais em benefício da comunidade. A população, especialmente crianças e jovens, deve ser educada e conscientizada dos efeitos que o ruído tem na saúde.

Os centros educacionais, hospitalares e áreas de trabalho devem ser fiscalizados para mantê-los, na medida do possível, dentro dos limites permitidos para os níveis de ruído. Quer sejam áreas extenas como o analisado no presete estudo quer sejam áreas internas como o apresentado por Moraes (2021).

Deve-se exigir aos proprietários de carros, ônibus e caminhões manutenção que garanta o bom estado de seus componentes mecânicos. Da mesma forma, é necessário regular o tempo

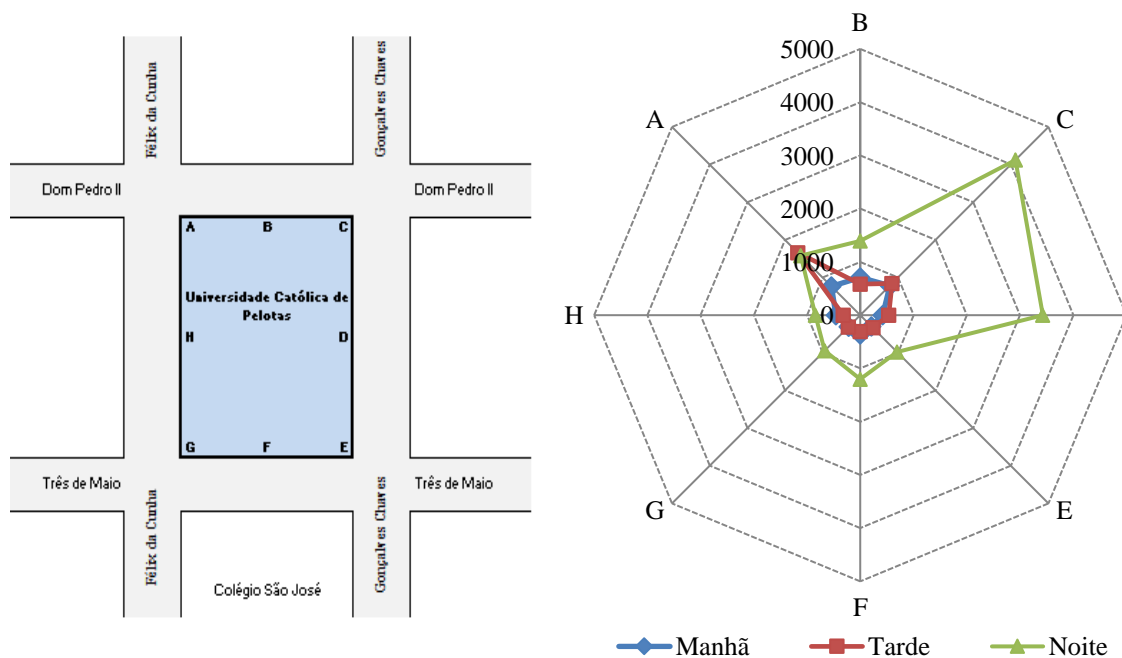
de ativação dos alarmes sonoros em automóveis, residências e lojas. Dado que o tráfego rolante é a maior fonte de ruído em nossas ruas, sendo assim uma das maneiras de reduzir a quantidade de automóveis e, portanto, diminuir o ruído e a poluição do ar, além de melhorar a eficiência e o conforto do transporte público.

Os centros educacionais contemplados neste estudo estão localizados em áreas estritamente residencial urbana e pelas atividades escolares desenvolvidas, são tratados como zonas sensíveis, de muita sensibilidade ao ruído, sendo o nível de pressão sonora admitido de 55 dB para período diurno e de 45 dB para o período noturno, níveis que representam 100% da dose percentual medida de ruído. Foi observado que o turno com maior movimento de pessoas é a tarde, exceto na universidade estudada.

Para representar o ruído no entorno dos cinco educandários localizados na região estudada, se obteve o LAeq, onde foram consideradas 128 amostras de ruído distribuídas nos períodos da manhã, da tarde e da noite, obtidos em 30 pontos distintos.

No entorno da Universidade Católica de Pelotas (UCPEL) o barulho da aglomeração de centenas de pessoas, a música alta e o trânsito de veículos são as principais fontes geradoras da poluição sonora no entorno da UCPEL, apresentado na Figura 4.

Figura 4. Doses de ruído (%) no entorno da Universidade Católica de Pelotas (UCPEL)

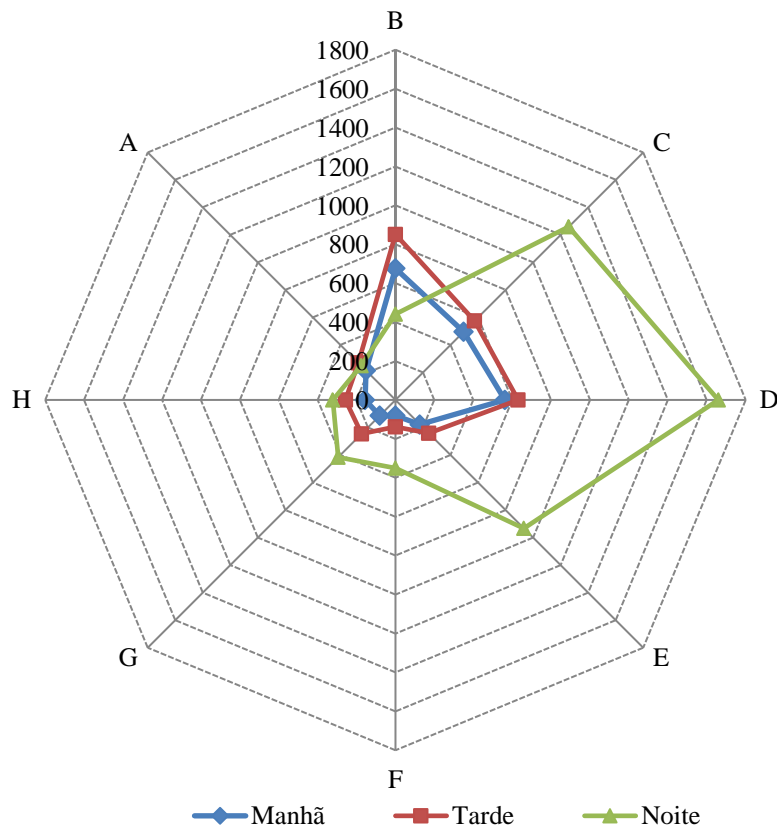


Fonte: Autores (2021)

O acesso principal da Universidade em questão é um ponto de encontro da juventude desta cidade e, portanto, também causador dessa poluição (Figura 4).

Ao analisar o entorno da Escola João XXIII apenas dois dos lados possuem ruas contíguas, onde se localizam os pontos B, C e D, cujas medições dos níveis de pressão sonora ultrapassam os limites estabelecidos na NBR 10151:2019, cuja dose percentual medida atingiu ao valor de 1660%, no ponto D, no período noturno, conforme demonstrado na Figura 5.

Figura 5. Doses de ruído (%) no entorno da Escola Estadual João XXIII



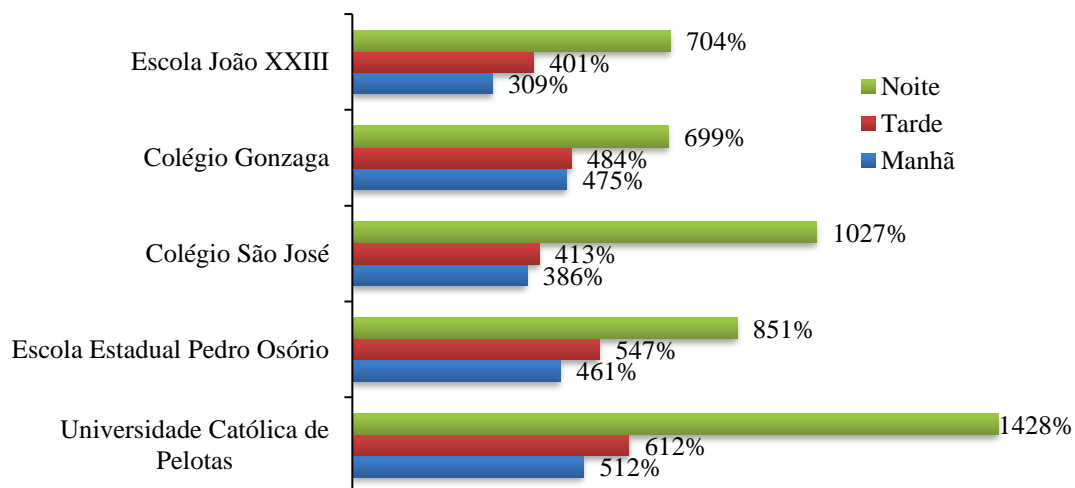
Fonte: Autores (2021)

Se atribui a poluição sonora existente no entorno da instituição de ensino (Figura 5) ao intenso trânsito de veículos que circulam pelas ruas Sete de Setembro e Félix da Cunha, e também a reverberação das ondas sonoras, principalmente devido à largura das ruas serem estreitas, com edificações altas.

Sobre a sinalização das ruas, foi observado que um semáforo posicionado na esquina das ruas Princesa Isabel e Félix da Cunha, ainda na Figura 5, faz com que os motoristas passem com os veículos acelerando para retomada de velocidade, além de se encontrar sinalizada uma faixa de segurança para pedestres quase no cruzamento com a rua Sete de Setembro, obrigando os veículos pararem e partirem rotineiramente.

Comparando-se as doses percentuais medidas de ruído no entorno dos Centros Educacionais por turno, se constata poluição sonora em todos pontos, se destacando a ultrapassagem dos limites estabelecidos no período noturno, sendo que na UCPEL os valores chegam a atingir 1428% neste período, conforme apresentado na Figura 6.

Figura 6. Doses de ruído (%) no entorno dos Centros Educacionais por turno



Fonte: Autores (2021)

Ao se estabelecer um ranking para classificar o entorno dos Centros Educacionais, a partir da média das doses de ruído, se demonstra que na UCPEL é mais barulhento, e que ao redor da Escola João XXIII ocorre a menor poluição sonora.

No entorno dos Centros Educacionais existentes na área central de Pelotas, as pessoas estão expostas a altos níveis de poluição sonora durante os dias de semana, uma situação que afeta a concentração, saúde e o desenvolvimento normal dos que lá se encontram rotineiramente.

Tavakoli e Khosravi (2019) discutem que a média dos níveis de ruído nas escolas no outono foi de 67 dB e 12 dB acima do padrão (55 dB). O nível mais alto de ruídos ocorreu durante os intervalos e mudanças no turno da tarde devido à interferência entre os alunos de ambos os turnos, bem como nos ônibus escolares.

Ainda de acordo com Tavakoli e Khosravi (2019), averigua-se que as autoridades locais precisam colocar a poluição sonora ambiental em sua agenda e realizar atividades para combatê-la. Da mesma forma, as organizações não-governamentais envolvidas na poluição sonora nas escolas contribuiriam para aumentar a conscientização social.

Bulunuz e Güner (2019) verificaram que os níveis de ruído medidos em escolas da Turquia eram tão altos que poderiam impactar negativamente a saúde mental dos alunos e causar perda auditiva temporária entre os alunos.

Kavraz (2015) descobriu que a Universidade Técnica de Karadeniz está sob alto impacto do ruído do tráfego. Medições feitas em outra universidade identificaram o nível de ruído entre 49,9 a 104,1 dB (A) (ZANNIN et al., 2013).

Em estudo acústico em seis escolas localizadas perto de vários tipos de estradas em Taiyuan, no norte da China, os resultados obtidos por Wen et al. (2019) indicaram que existe poluição sonora à beira da estrada, cujos níveis de ruído escolar se correlacionavam significativamente com o ruído do tráfego rodoviário. Próximo a uma via expressa, o nível sonoro equivalente ponderado em A (LAeq, 20min) foi de 74,2 dB (A), superando o limite 55 dB recomendado pela Organização Mundial de Saúde. O que veio ao encontro dos achados obtidos, durante o levantamento dos níveis de pressão sonora nas ruas centrais da cidade, quando comparados com os limites estabelecidos na NBR 10.151:2019 e no Código de Postura do Município.

Nas avaliações de ruído nas praças localizadas na região central de Pelotas, se obteve níveis de pressão sonora abaixo do limite estabelecido para o período diurno, tanto para as medições no entorno quanto nas medições no interior. Nas amostras realizadas no entorno, o Parque Dom Antônio Zattera e a Praça Piratinino de Almeida apresentam as maiores médias de dose de ruído percentual no período noturno, enquanto que nas amostras realizadas no interior das praças, as Praças Sete de Julho e a José Bonifácio são as mais ruidosas, no período noturno. No período da manhã, ocorrem os menores níveis de pressão sonora nos interiores das praças, sendo a Praça Cipriano Barcelos a mais silenciosa internamente.

Quando se obtém a média aritmética das doses de ruído medidas nos períodos da manhã, tarde e noite, considerando as medições internas e no entorno, se constata que a Praça Piratinino de Almeida lidera o ranking de maior incidência de poluição sonora, porém apresenta a melhor

atenuação acústica, quando comparados os níveis de pressão sonora no interior e no entorno. As praças com presença de áreas verdes com faixas de vegetação se demonstraram eficientes na atenuação acústica, contribuindo para a redução da poluição sonora.

O estudo acústico desenvolvido no entorno dos hospitais, localizados da região central de Pelotas, revelou a presença de elevada poluição sonora. Por se tratar de zonas com muita sensibilidade ao ruído a NBR 10.151:2019 estabelece limites com valores baixos de pressão sonora. As doses de ruído no entorno dos hospitais se apresentaram mais altas no período noturno, sendo que para os demais períodos os limites municipal e da NBR 10.151:2019 foram ultrapassados, chegando em diversas amostras a valores acima de 800%, ultrapassando 3 vezes o limite estabelecido. No entorno do Hospital Santa Casa de Misericórdia de Pelotas se identificou a maior incidência de poluição sonora.

No entorno dos centros educacionais localizados na região central de Pelotas, os níveis de pressão sonora e respectivas doses de ruído ultrapassam os limites estabelecidos na legislação, para os períodos diurno e noturno, evidenciando a presença de poluição sonora nos locais. Se destacam as avaliações realizadas no entorno da UCPEL, cujas doses de ruído obtidas nas medições, em alguns pontos no período noturno, atingiram valores superiores a 3200%, representando ultrapassagem do limite em mais de 5 vezes.

4 CONCLUSÃO

Com base nos dados quantificados, pode-se concluir que a área central de Pelotas pode ser considerada poluída acusticamente, visto que os níveis de ruído ambiental estão acima dos valores indicados pela norma NBR 10.151:2019. O que denota a falta de planejamento urbano, principalmente no que tange a localização dos hospitais, centros educacionais, praças, parques e espaços destinados a lazer e recreação, constatando-se com este estudo, que são locais impactados negativamente com a poluição sonora advinda das ruas.

REFERÊNCIAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10.151 - Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.
- BRITO, L. A.; BARBOSA, A. C. S. Incremento do nível de ruído no meio urbano devido às atividades turísticas: estudo de caso na cidade de Campos do Jordão. *Revista Tecno-Lógica*, v.18, n.2, p.9-13, nov. 2014.
- BRITO, L.A.P.F. A utilização de mapas acústicos como ferramenta de identificação do excesso de ruído em áreas urbanas. *Revista Eng Sanit Ambient*, Taubaté (SP), v.22, n 6, p.1095-1107, out. 2017.
- BULUNUZ, M; GÜNER, F. Assessment of Noise Levels of Elementary Schools in France and Turkey. *Institute of Education Sciences*, France, v.18, n.2, p.777-787, abr. 2019.
- CANTIERI, E. et al. Elaboração de um mapa de ruído para a região central da cidade de Curitiba – PR. *Revista Produção Online*, Santa Catarina, v.10, n.1, p.72-74, jun. 2010.
- CARVALHO, A. B. Guia técnico sobre estratégia de amostragem e interpretação de resultados de avaliações quantitativas de agentes químicos em ambientes de trabalho: procedimento técnico. São Paulo: Fundacentro, 2018.
- GRISE, M. M.; BIONDI, D.; ARAKI, H. A floresta urbana da cidade de Curitiba, PR. *Revista Floresta*, Curitiba, v. 46, n. 4, p. 425-437, jun. 2016.
- KAVRAZ, M. Evaluation of noise levels in terms of interior areas – KYU Kanuni Campus. *Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*. V.3, n.3, p.597-601, dez. 2015.
- LIVESLEY, S. J.; ESCOBEDO, F. J.; MORGENROTH, J. The biodiversity of urban and periurban forests and the diverse ecosystem services they provide as socio-ecological systems. *Forests*, Basel, v. 7, n. 12, p.10-14, nov. 2016.
- MORAES, R. B. Avaliação sobre os níveis de ruído em praças de alimentação de shopping centers da cidade de Brasília-DF, *Brazilian Journal of Development*, v.7, n.12, p.111014-111033, 2021.
- OLIVEIRA, J. D. et al. Atenuação do ruído de tráfego de vias urbanas pela vegetação em Curitiba - PR, Brasil. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, Curitiba – PR, v.13, n.2, p. 13-26, mai. 2018.
- OZER, S; IRMAK, M. A.; YLMAZ, H. Determination of roadside noise reduction effectiveness of *Pinus sylvestris* L. and *Populus nigra* L. in Erzurum, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 144, n1-3, p.191-197, out. 2008.
- PATHAK, V.; TRIPATHI, B. D.; MISHRA, V. K. Dynamics of traffic noise in a tropical city Varanasi and its abatement through vegetation. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 146, n.1-3, p. 67-75, dez. 2008.

SZEREMETA, B.; ZANNIN, P. H. T. Analysis and evaluation of soundscapes in public parks through interviews and measurement of noise. *Science of the Total Environment*, Amsterdam, v. 407, n.24, p.6143-6149, dez. 2009.

TAVAKOLI, A.; KHOSRAVI, Y. Study of noise levels caused by the activity of elementary school students - Case study of Zanzan city. 2019.

VIEIRA JUNIOR, C. S. Proposta metodológica para elaboração de mapas de ruído em ambiente SIG, segundo norma ISSO 9613-2. Santa Catarina: UNIVALI, 2011. 76p. Dissertação de mestrado.

VILLARREAL, Y. et al. Nivel de ruido en la ciudad de Panamá. *Tecnociencia*, Panama, v.5, n.2, p.97-108, nov. 2003.

Wen, X. et al. Impacts of traffic noise on roadside secondary schools in a prototype large Chinese city. *Applied Acoustics*, v.151, n.1, p.153-163, ago. 2019.

ZANNIN, P.H.T. et al. Characterization of environmental noise based on noise measurements, noise mapping and interviews: A case study at a university campus in Brazil. *Cities*, v. 31, p. 317-327, abr. 2013.