ANÁLISE DE POLUIÇÃO SONORA URBANA EM VITÓRIA – ES A PARTIR DO USO DE *SMARTPHONES*

Júlia Cometti Saiter (1); Andrea Coelho Laranja (2)
(1) Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal do Espírito Santo, juliasaiter.arq@gmail.com
(2) Doutora em Arquitetura e Urbanismo, professora associada do Departamento de Arquitetura e Urbanismo na Universidade Federal do Espírito Santo, andrea.laranja@ufes.br

RESUMO
O ruído proveniente do ambiente urbano acarreta danos na qualidade de vida da população. Informações acerca de poluição sonora urbana, podem dar condições de planejamento e desenho urbano de forma estratégica. Por outro lado, o crescimento das cidades, aumento populacional, aumento do uso dos veículos e do número de congestionamentos, faz do ruído uma parte completamente associada ao quotidiano das pessoas dos centros urbanos. Assim, esta pesquisa tem como objetivo analisar o ruído ambiental em recorte urbano em Vitória-ES. Na metodologia foram realizadas medições da intensidade sonora, levantamento de dados da prefeitura de Vitória acerca de denúncias de ruído e por fim a confecção de mapa de ruído. Os dados levantados foram realizados em dois momentos, no ano de 2021 e no ano de 2023. No diagnóstico quantitativo da intensidade sonora utilizou-se *smartphones*. As medições foram realizadas em dois dias para cada ano, sendo um dia útil e um dia não útil, utilizando como parâmetro de análise a ABNT NBR 10151 e os valores adotados pelo Disque-Silêncio de Vitória. Foi possível observar que as medições realizadas, no dia não útil (sábado) do ano de 2021, apontaram níveis de ruído mais amenos, porém ainda superiores ao mínimo estabelecido pelo Disque Silêncio. Já na medição realizada em dia útil, no ano de 2021, e nas duas medições realizadas em 2023, foram constatados que os valores obtidos nas medições ultrapassaram ambos os limites, ABNT e Disque Silêncio. Observou-se também que no ano de 2021 a maior parte das reclamações realizadas ao canal de denúncias da prefeitura de Vitória, se deu com relação ao período noturno em função do ruído provocado por veículos. No entanto, no ano de 2023, esse percentual reduz em 21,9% no período noturno e sofre um aumento de 3,5% no período diurno.

Palavras-chave: mapa de ruído, ruído urbano, intensidade sonora.

ABSTRACT
The noise from the urban environment causes damage to the population's quality of life. Information about urban noise pollution can provide conditions for planning and urban design in a strategic way. On the other hand, the growth of cities, population growth, increased use of vehicles and the number of traffic jams, makes noise a part completely associated with the daily lives of people in urban centers. Thus, this research aims to analyze the environmental noise in urban areas in Vitória-ES. In the methodology, measurements of sound intensity were carried out, data collection from the Vitória city hall about noise complaints and finally the making of a noise map. The collected data were carried out in two moments, in the year 2021 and in the year 2023. Smartphones were used in the quantitative diagnosis of sound intensity. Measurements were performed on two days for each year, one working day and one non-working day, using ABNT NBR 10151 as an analysis parameter and the values adopted by the "*Disque Silêncio"* of Vitória. It was possible to observe that the measurements carried out, on the non-working day (Saturday) of the year 2021, showed milder noise levels, but still higher than the minimum established by the "*Disque Silêncio"*. In the measurement carried out on a working day, in the year 2021, and in the two measurements carried out in 2023, it was found that the values obtained in the measurements exceeded both limits, ABNT and "*Disque Silêncio"*. It was also observed that in 2021, most of the complaints made to the denouncement channel of the city of Vitória, were related to the night period due to the noise caused by vehicles. However, in 2023, this percentage decreases by 21.9% at night and increases by 3.5% during the day.
Keywords: noise map, urban noise, sound intensity

1. INTRODUÇÃO

A poluição sonora está classificada em segundo lugar no ranking das poluições que causam maior impacto à população, perdendo apenas para a poluição do ar (OMS, 2018). Doenças psicológicas e fisiológicas também podem ser causadas pelo ruído, afetando desde crianças a idosos (SOUZA, 2020). O ruído urbano afeta a saúde das pessoas de maneira silenciosa, em virtude da dificuldade de percepção e aceitação de seus efeitos (SILVA, 2002). Paneto (2016) relata que este ruído passa despercebido, tornando-se um poluente invisível, pelo fato de estar fortemente alocado no cotidiano da população. Souza et al (2020) adverte para o aumento drástico do ruído urbano, principalmente devido ao desenvolvimento de rodovias, ferroviais e transporte aéreo. Esta situação é apresentada pela OMS (Organização Mundial da Saúde) como agravante, quando identifica que no século XXI, na Europa, ao menos um milhão de pessoas perde a vida por ano devido ao excesso de ruído produzido pelo tráfego de veículos (OMS, 2018). Em vista disso, o planejamento urbano torna-se essencial para o controle e redução desta poluição sonora.

Nesse sentido, Di et al (2018) e Bravo-Moncayo et al (2019) destacam sobre a importância do acesso ao quantitativo de poluição sonora gerado pelo tráfego das cidades, bem como da população afetada, visto que este tráfego é definido como um dos principais causadores de poluição sonora e atmosférica no cenário urbano, devido ao aumento contínuo do número de veículos. Os autores complementam ainda que é necessária a criação de mapas de ruído para a promoção assertiva de políticas públicas, bem como planos de ação voltados ao gerenciamento do ruído e seus impactos à população. Garg et al (2016) acrescentam sobre o monitoramento sonoro a longo prazo, o que torna possível a comparação dos níveis sonoros durante os anos, visando sempre o limite estabelecido pelas normas. Os autores complementam que com o monitoramento é possível o planejamento urbano objetivando a redução da poluição sonora. Pozzer et al (2018), Debnath e Singh (2018), Oliveira et al (2018) e Agha, Ranjan e Gan (2017) afirmam que o desenvolvimento de mapa de ruído permite a aplicação de estratégias com vistas ao controle do ruído urbano. Os autores destacam como exemplo: avaliar a necessidade da mudança de pavimentação; alteração do fluxo de veículos; modificação do limite de velocidade das vias; implementação de barreiras verdes; bem como a implementação de aparelhos de medição junto a sinais de trânsito e radares. Ademais, González et al (2018) enfatizam sobre a importância do mapeamento acústico no desenho de ruas e edifícios, visto que o design desses elementos pode impactar fortemente na exposição das pessoas ao ruído.

À vista disso, González et al (2018) apresentam duas maneiras diferentes de se desenvolver mapas de ruído, sendo a primeira por meio de software computacionais e a segunda por medições "in loco". Aumond et al (2017), por sua vez, apresentam o uso de *smartphones* de habitantes do local, como forma de monitoramento sonoro de baixo custo, no qual a população se torna auxiliar no controle desse nível sonoro. Os autores evidenciam que em estudos desenvolvidos em Paris, durante um ano, a utilização de dispositivos de telefonia móvel apresentou resultados bastante satisfatórios, mas os autores alertam que é sempre necessária uma revisão cuidadosa dos dados coletados. Celestina et al (2018) citam que *smartphones* são dispositivos com recursos que podem ser transformados em dispositivos de medição de som, em função de seu microfone embutido. Acrescentam ainda a ampliação da capacidade das pessoas em medir o som, em função da onipresença destes aplicativos.

2. OBJETIVO

O objetivo geral é analisar o ruído ambiental em recorte urbano em Vitória – ES, a partir do uso de smartphones como uma alternativa para medição sonora.

3. MÉTODO

A metodologia foi dividida em três etapas. A primeira etapa foi destinada à escolha do recorte amostral para a realização das medições. Na segunda etapa realizou-se a visita a campo em dois momentos, no ano de 2021 e no ano de 2023, para efeito de monitoramento sonoro a partir do diagnóstico da região com medição do ruído urbano. Na terceira etapa foi realizada uma investigação complementar no Disque-Silêncio, nos anos de 2021 e 2023, com vistas a identificar as reclamações de ruído no bairro de Jardim da Penha.

Para a realização das medições foi definido um trecho da Avenida Fernando Ferrari, caracterizada como via Arterial Metropolitana (PDU, 2018). O trecho escolhido, entre o bairro de Jardim da Penha e a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), possui aproximadamente 350 metros de extensão, onde nele foram posicionados quatro pontos de medição, com cerca de 120 metros de distância entre si. Um quinto ponto foi adicionado dentro do bairro de Jardim da Penha, contíguo a Avenida Fernando Ferrari, com vistas a identificar

a repercussão do ruído da avenida dentro do bairro. Este foi posicionado sem obstruções diretas, entre o local de medição e a Avenida, Figura 1.



Figura 1: Caracterização do recorte analisado.

Fonte: Imagens à esquerda e no centro: Google Earth com modificações elaboradas pelas autoras (2021); À direita: acervo pessoal (2021).

Conforme a ABNT NBR 10151 (2019), os cinco pontos de medição, foram realizados na via pública, as margens do sistema viário, no qual o *smartphone* foi posicionado com o microfone voltado para cima, localizado entre 1,2 m e 1,5 m do solo, distante pelo menos 2 m de paredes, muros, veículos ou outros objetos que pudessem refletir as ondas sonoras. Utilizou-se o Método Detalhado, visto que a medição foi feita em parte na Av. Fernando Ferrari, podendo as fontes sonoras, objeto de medição, apresentarem características de sons tonais e impulsivos.

Como parâmetro de análise identificou-se o recorte urbano analisado como "área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativas" (ABNT NBR 10151, 2019). Em função disto os valores de decibel medidos foram comparados aos estipulados pela ABNT NBR 10151 para o período diurno (máximo de 60 dB) e noturno (máximo 55 dB). Os valores também foram comparados aos estipulados pelo "Disque-Silêncio" em zonas comerciais, adotando-se assim para o período diurno (máximo de 55 dB) e período noturno (máximo de 50 dB). O Disque Silêncio caracteriza-se como "serviço da Prefeitura de Vitória à disposição do morador da cidade, para o atendimento de denúncias de barulho mecânico e eletrônico que estejam perturbando o sossego público" (PREFEITURA DE VITÓRIA, 2019).

A localização dos cinco pontos de medição levou em consideração: a visão da fonte sonora; estar situado o mais próximo possível dos receptores mais sensíveis ao ruído, como edificações de multipavimentos com uso comercial e escolas.

Utilizou-se smartphones como elemento auxiliar de monitoramento sonoro. Dessa forma, foram empregados aplicativos de medição sonora de desenvolvedores diferentes nos dois smartphones. A escolha dos aplicativos se deu em função da ocorrência de menores diferenças de valores nas medições os dois celulares. As medições foram feitas de forma instantânea, em dia "útil" e outra em dia "não útil", totalizando quatro medições. No ano de 2021 foram utilizados para a medição 2 *smartphones*, Iphone 8 (sistema IOS) e Samsung Galaxy 9 (sistema ANDROID), já no ano de 2023, os aparelhos utilizados foram Iphone 13 (sistema IOS) e Samsung Galaxy S22 (sistema ANDROID). Foi utilizado para a medição o aplicativo Decibelímetro – Sound Meter da GWI JU JO para o Iphone 8 (2021)/Iphone 13 (2023) e Decibelímetro – Sound Meter da ABC APPS para o Samsung Galaxy 9 (2021)/Samsung Galaxy S22 (2023). Para o desenvolvimento do mapa de ruído, os dados de entrada foram os cinco pontos de medição localizados na altura de 1,2m do solo, somente as edificações mais próximas dos pontos de medição, bem como os seus respectivos gabaritos. Utilizou-se o programa iNose, desenvolvido pela DGMR Software, programa gratuito para o cálculo e elaboração de mapas acústicos.

4. RESULTADOS

As medições do ano de 2021 foram realizadas nos dias 02 de março de 2021 (terça-feira) e 24 de abril de 2021 (sábado). As medições foram iniciadas as 16h30min, sendo as características climáticas de ambos os dias similares: ensolarado, variação de temperatura entre 22°C e 29°C, umidade entre 69 e 74%. Em ambas as medições foi possível inferir que os pontos localizados próximos à cruzamentos obtiveram os maiores níveis de ruído, sendo em dia útil o ponto D (Av. Fernando Ferrari x Rua Darcy Grijó), com máxima de 70.3dB, e em dia não útil o ponto C (Av. Anísio Fernandes Coelho x Av. Fernando Ferrari), com nível de ruído máximo de 67.45dB. Isso pode ser explicado pelo fato de que em presença de cruzamentos de vias de tráfego, há uma grande ocorrência de acelerações e desacelerações. Nunes (1999) explica este fato ao lembrar que veículos com marcha lenta em função das baixas e médias velocidades produzem uma quantidade maior de ruído pelo motor. Todos os pontos localizados na Avenida Fernando Ferrari (A, B, C e D) ultrapassaram os limites de ruído estabelecidos pela ABNT NBR 10151 (60 dB) e pelo Disque Silêncio (55dB), Figuras 2 e 3. Em ambas as medições, o ponto E, localizado dentro do bairro de Jardim da Penha, apresentou menores níveis de ruído, no entanto, apenas não ultrapassou os níveis de ruído estabelecidos pela ABNT NBR 10151 na medição realizada no sábado, em 2021, Figura 3.

Como já se esperava, o mapa de ruído permitiu verificar de uma maneira gráfica a concentração do ruído ao longo da avenida. Observou-se também a grande exposição das fachadas das edificações (primeira quadra) próximas a este ruído acima do limite indicado, além de identificar que as edificações já na segunda quadra, adentrando o bairro de Jardim da Penha, estão expostas a um nível de ruído dentro dos limites aceitáveis.

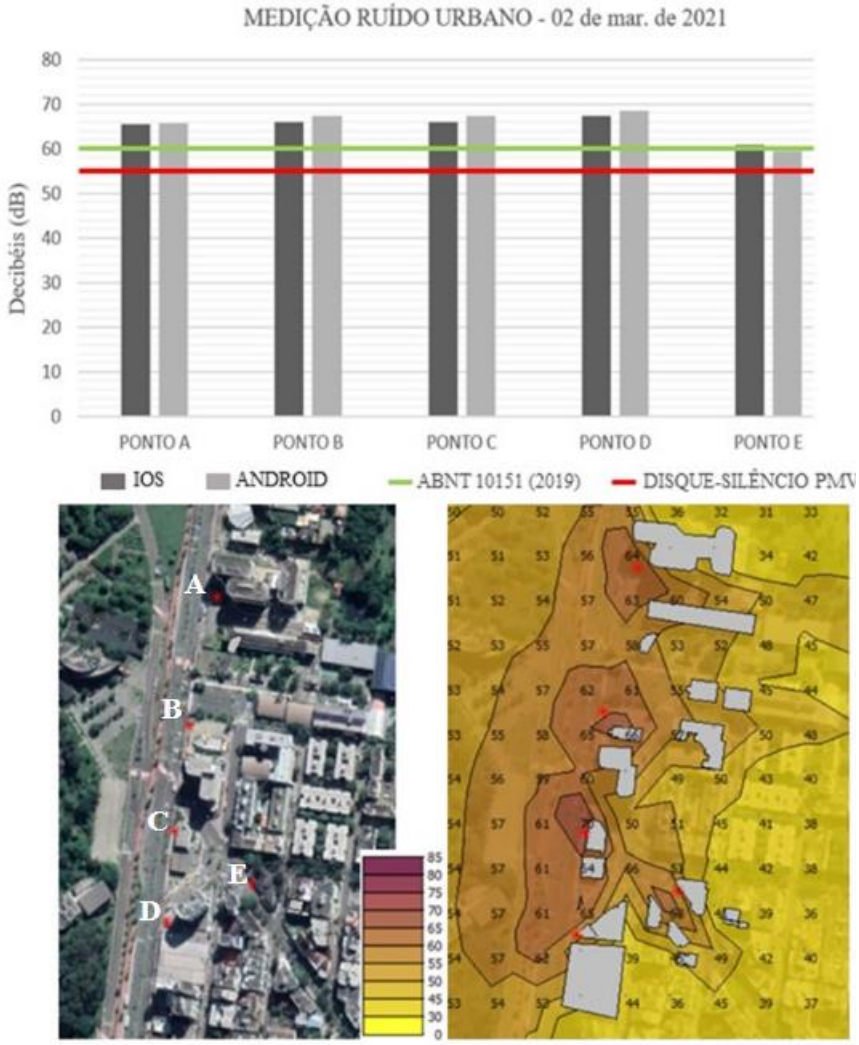


Figura 2: Acima: Gráfico dos níveis de ruído de tráfego obtidos por meio de medição em 2021; Abaixo à esquerda: Imagem obtida no Google Earth, modificada no software iNoise com ênfase em vermelho dos pontos de medição; Abaixo à direita: Mapa de ruído com a identificação de algumas edificações nas quadras próximas.

Fonte: Acervo pessoal (2021), Google Earth, destacando os pontos de medição em vermelho (2021) e acervo pessoal (2021).

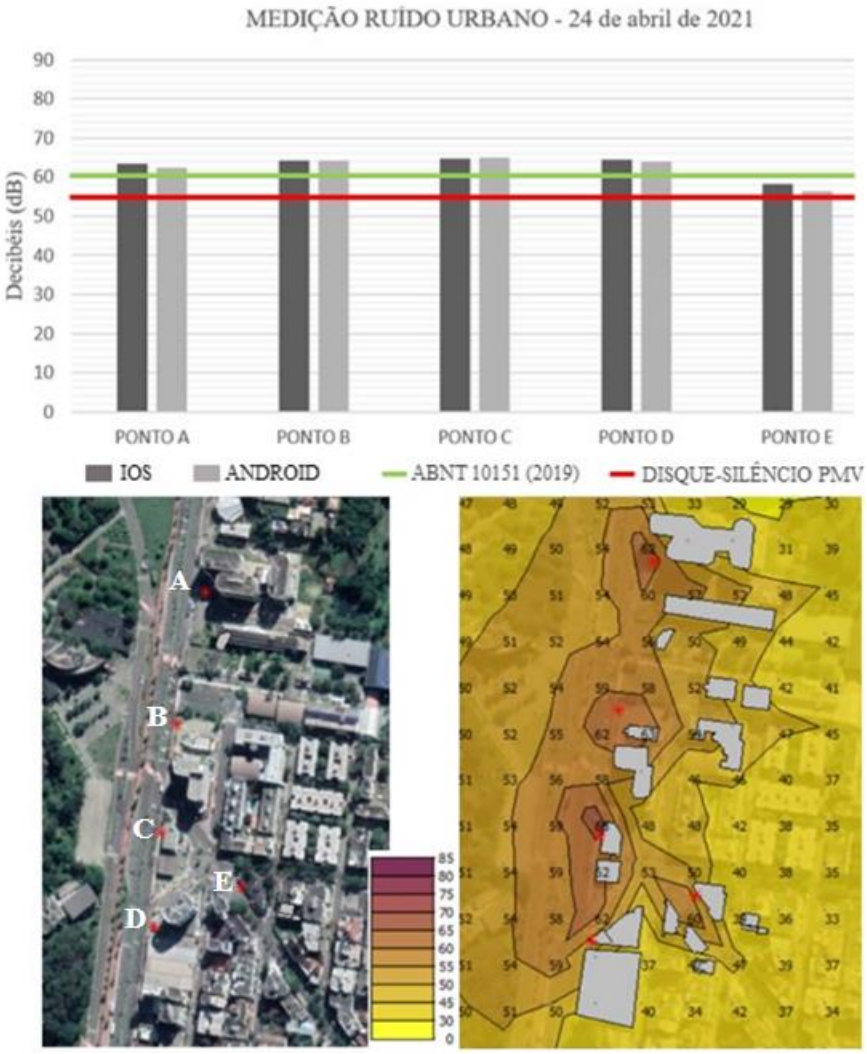


Figura 3: Acima: Gráfico dos níveis de ruído de tráfego obtidos por meio de medição; Abaixo à esquerda: Imagem obtida no Google Earth, modificada no software iNoise com ênfase em vermelho dos pontos de medição; Abaixo à direita: Mapa de ruído.

Fonte: Acervo pessoal (2021), Google Earth, destacando os pontos de medição em vermelho (2021) e acervo pessoal (2021).

As medições do ano de 2023 foram realizadas nos dias 11 de março de 2023 (sábado) e 06 de abril de 2023 (quinta-feira). As medições foram iniciadas às 16h30min, sendo as características climáticas de ambos os dias similares: ensolarado, variação de temperatura entre 22°C e 32°C, umidade entre 78 e 77%. Em ambas as medições, foi possível verificar que o Ponto C, localizado no cruzamento das Av. Anísio Fernandes Coelho e Av. Fernando Ferrari, obteve os maiores níveis de ruído, alcançando uma média de 69,3 dB (dia útil) e 68,1 (dia não útil). Os níveis de ruído mais elevados próximos aos cruzamentos podem ser explicados pela utilização de marcha mais forte pelo motorista. Já o ponto E, localizado dentro do bairro de Jardim da Penha, continuou apresentando menores níveis de ruído. Isso decorre do maior afastamento da Av. Fernando Ferrari, porém, mesmo com a redução dos níveis de ruído, estes ultrapassam os limites estabelecidos pela ABNT NBR 10151 e pelo Disque-Silêncio, Figura 4.

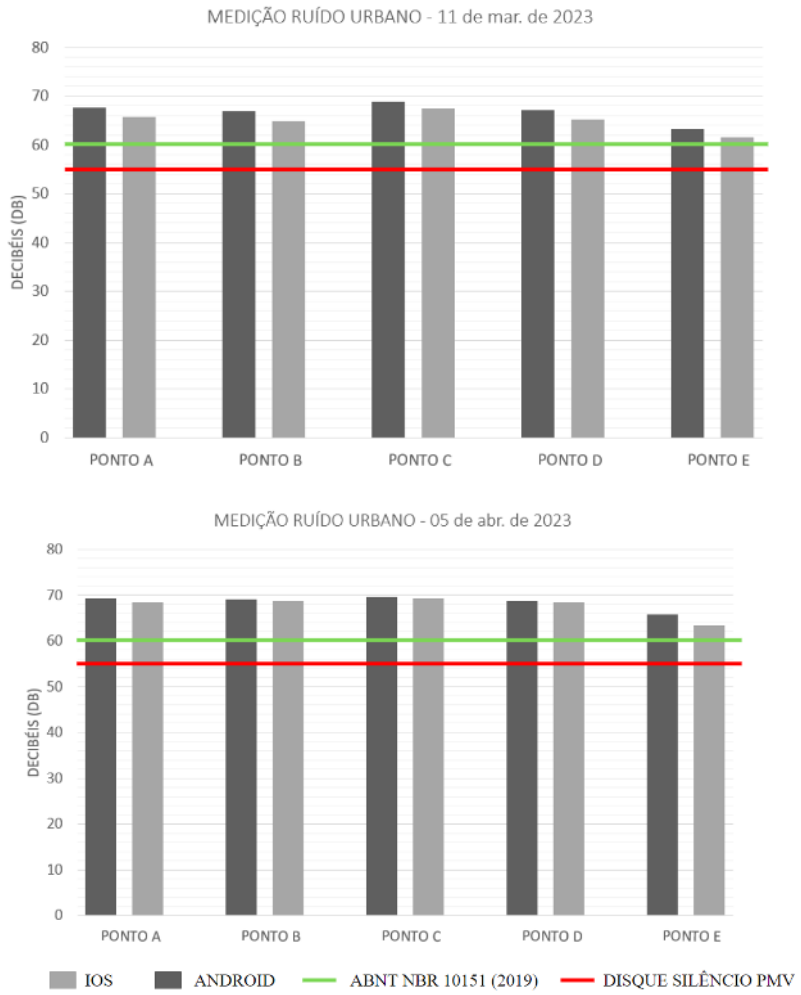


Figura 4: Gráficos dos níveis de ruído de tráfego obtidos por meio de medição;

Fonte: Acervo pessoal (2023).

Em jornal semanal brasileiro editado na cidade de Vitória, A Gazeta, identificou-se em reportagem datada de 2019, que Jardim da Penha, local do trecho analisado, está entre os bairros com maior número de reclamações acerca da poluição sonora. Dentre os ruídos descritos como incômodos estão: "residências, condomínios, bares, restaurantes e quiosques, sistemas de som automotivo, obras e manifestações e festas em local público" (AGazeta, 2019). A consulta ao 156, serviço da Prefeitura de Vitória, o qual tem como objetivo "facilitar o acesso do cidadão aos serviços da administração municipal e agilizar o andamento das demandas" (Prefeitura de Vitória, 2021) permitiu constatar os motivos de reclamação do ruido urbano nos períodos de agosto de 2020 a abril de 2021, bem como agosto de 2022 a março de 2023, de todo o bairro de Jardim da Penha. Os gráficos foram divididos entre os períodos diurno (7h00-22h00) e noturno (22h00-7h00), no qual esses intervalos são definidos pelo Disque-Silêncio. Na Figura 5, referente ao ano de 2021, é possível verificar um aumento excessivo na porcentagem de reclamações quanto ao ruído causado por "veículo automotor/caixas portáteis", quando comparados os dois períodos (noturno e diurno), demonstrando dessa forma um aumento de cerca de dez vezes mais reclamações. Isto pode ser explicado pelo fato de que a redução dos ruídos neste período noturno (ruído proveniente de obras, conversação, animais de estimação) acabam permitindo a maior percepção do ruído de tráfego.

Na Figura 6, referente ao ano de 2023, é possível verificar, que no monitoramento feito em 2021 para 2023 houve um aumento de 3,5% das reclamações quanto ao ruído de veículos automotores no período diurno, no entanto, no período noturno essas reclamações sofreram queda de cerca de 21,9%. Este aumento de ruído diurno indica uma tendência de crescimento que deve ser monitorada. No que se refere ao ruído noturno observa-se que este aumento das reclamações por "bares, restaurantes e quiosques", possivelmente é função do período pós pandêmico, no qual as pessoas estavam confinadas em casa e agora, após a pandemia, houve um retorno ao uso de bares e restaurantes, o que possivelmente mascara o ruído veicular existente a noite. Vale lembrar que os dados coletados do Disque-Silêncio são de todo o bairro de Jardim da Penha, mas que as

medições realizadas para a construção do mapa de ruído localizam-se em um pequeno trecho da Avenida Fernando Ferrari. Dessa forma, há áreas no bairro que não são afetadas por este ruído medido.

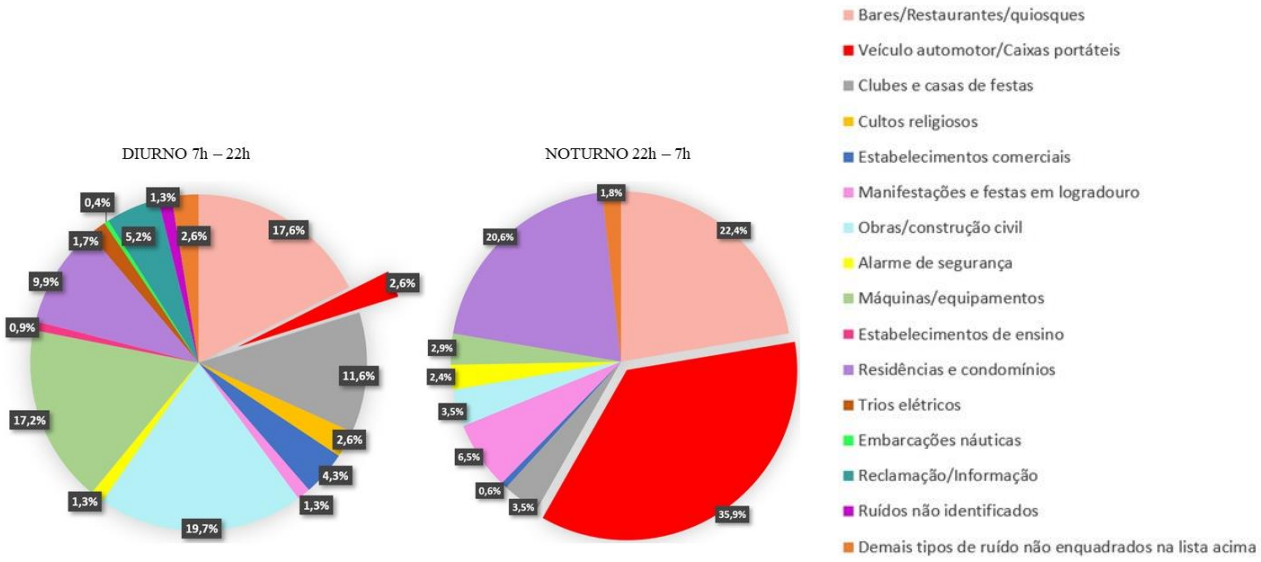


Figura 5: Gráfico referente às reclamações realizadas ao 156, serviço da Prefeitura de Vitória, entre 2020 e 2021.

Fonte: Acervo pessoal (2021).

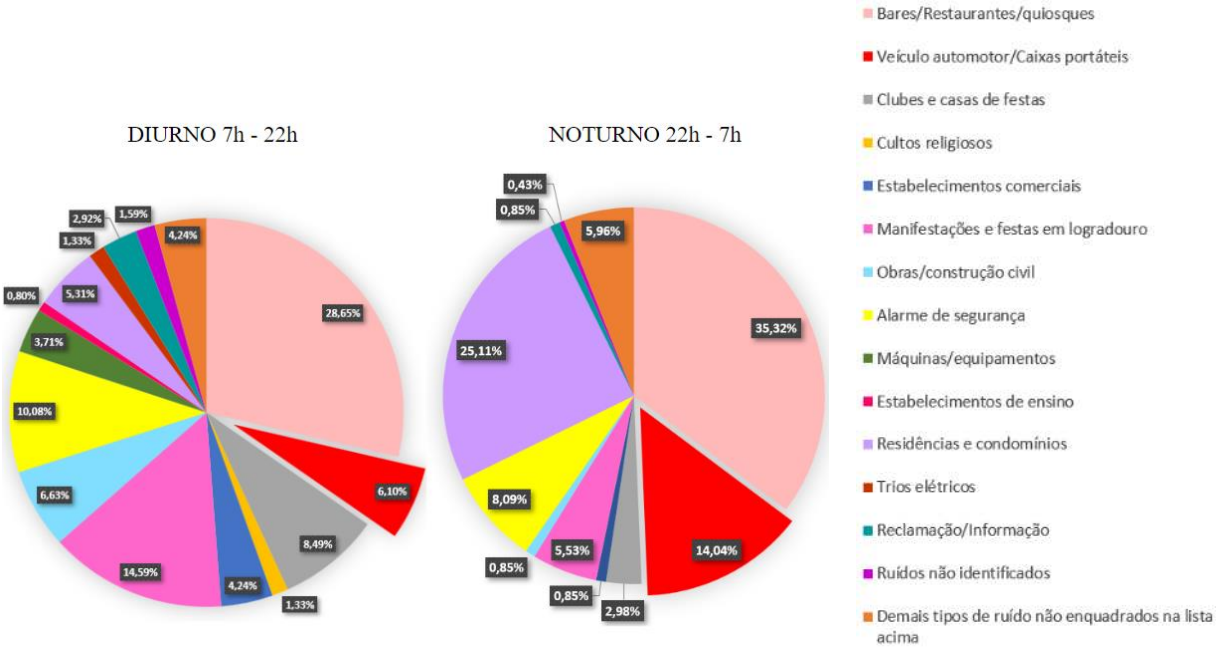


Figura 6: Gráfico referente às reclamações realizadas ao 156, serviço da Prefeitura de Vitória, entre 2022 e 2023.

Fonte: Acervo pessoal (2023).

5. CONCLUSÕES

A pesquisa parte de um estudo dos níveis de ruído obtidos por meio de medição na Av. Fernando Ferrari, Jardim da Penha, Vitória - ES, a partir do uso de *smartphones* com finalidade a de analisar o ruído urbano produzido no local.

No monitoramento realizado no ano de 2021 e no ano de 2023, os resultados apontam que os níveis de ruído encontrados com a medição realizada em um pequeno trecho da avenida mostram valores de ruído superiores aos limites recomendados tanto pela ABNT NBR 10151 (60dB), quanto pelo Disque-Silêncio (55dB).

A partir dos gráficos produzidos no ano de 2021 e 2023 é possível inferir que todos os pontos de medição estão acusticamente poluídos quando admitido o limite estabelecido pelo Disque-Silêncio (55dB); já quando comparado com o limite da ABNT (60dB), apenas o ponto E, na medição realizada sábado (24 de abril de 2021), está dentro dos níveis permitidos. Isso ocorre devido ao menor movimento de veículos durante o fim de semana, além de o ponto E se encontrar mais distante da Av. Fernando Ferrari. Dois anos após a primeira medição constatou-se uma tendência de crescimento do ruído veicular no período diurno em que os níveis de ruído do dia não útil (sábado) apresentaram aumento no ponto E, ultrapassando os limites do Disque Silêncio e da ABNT NBR 10151 (2019).

Nesse sentido, confirma-se que há necessidade de um planejamento urbano estratégico com soluções como as apontadas por Pozzer et al (2018), Agha, Ranjan e Gan (2017), Debnath e Singh (2018) e Oliveira et al (2018), visando a atenuação do ruído de tráfego, como a criação de barreiras verdes; limite de velocidade constante, com sinais de trânsito sincronizados e com maior distância entre essa sinalização; melhora na pavimentação, com menos irregularidades na pista de rolamento; bem como o uso de aparelhos de medição do ruído junto a sinais de trânsito e radares. A pesquisa permitiu confirmar que o uso de *smartphone* é um dispositivo de medição auxiliar no controle de nível sonoro, o qual pode ser incorporado a uma prática usual pela população, mas que, posteriormente, este diagnóstico sonoro deve ser realizado também com o uso de decibelímetros, visto a limitação dos smartphones em não possuírem microfones omnidirecionais, bem como em função de suas pequenas dimensões.

Por fim, destaca-se que o mapa de ruído produzido no ano de 2021 permitiu identificar a concentração do ruído, bem como as fachadas das edificações que estão mais suscetíveis apontando a necessidade de estratégias para o controle deste ruido. O mapa de ruído também pode ser utilizado como uma ferramenta gráfica de suporte para a revisão das leis de zoneamento e uso do solo, no qual é possível identificar as fontes sonoras e sua forma de propagação.

Como trabalho futuro pretende-se continuar o monitoramento destas áreas investigadas, bem como a ampliação da área, ao logo do comprimento da avenida e áreas internas ao bairro analisado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGHA, Apoorv; RANJAN, Rishabh; GAN, Woon-Seng. Noisy vehicle surveillance camera: A system to deter noisy vehicle in smart city. **Applied Acoustics**, v. 117, p. 236-245, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Acústica – medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas – aplicação de uso geral**. Rio de Janeiro: ABNT 2019. (ABNT NBR 10151:2019).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Acústica – terminologia**. Rio de Janeiro: ABNT 2014. (ABNT NBR 16313:2014).

AUMOND, Pierre; LAVANDIER, Catherine; RIBEIRO, Carlos; BOIX, Elisa Gonzalez; KAMBONA, Kennedy; D'HONDT, Ellie; DELAITRE, Pauline. A study of the accuracy of mobile technology for measuring urban noise pollution in large scale participatory sensing campaigns. **Applied Acoustics**, v. 117, p. 219-226, 2017.

BRAVO-MONCAYO, Luis; LUCIO-NARANJO, José; CHÁVEZ, Miguel; PAVÓN-GARCÍA, Ignacio; GARZÓN, Christiam. A machine learning approach for traffic-noise annoyance assessment. **Applied Acoustics**, v. 156, p. 262-270, 2019.

CELESTINA, Metod; HROVAT, Jan; KARDOUS, Chucri A. Smartphone-based sound level measurement apps: Evaluation of compliance with international sound level meter standards. **Applied Acoustics**, v. 139, p. 119-128, 2018.

CLIMA TEMPO. **Clima Tempo** A StormGeo Company, 2021. Clima e previsão do tempo. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/previsao-do-tempo/cidade/84/vitoria-es> Acesso em: 02 de mar. de 2021 e 24 de abr. de 2021.

DEBNATH, Abhijit; SINGH, Prasoon Kumar. Environment traffic noise modelling of Dhanbad Township area – A mathematical based approach. **Applied Acoustics**, v. 129, p. 161-172, 2018.

DI, Hui; LIU, Xingpeng; ZHANG, Jiquan; TONG, Zhijun; JI, Meichen; LI, Fengxu; FENG, Tianji; MA, Qing. Estimation of the quality of an urban acoustic environment based on traffic noise evaluation models. **Applied Acoustics**, v. 141, p. 115-124, 2018.

156 ONLINE. **Prefeitura de Vitória**, 2021. Disponível em: < https://www.vitoria.es.gov.br/empreendedor/156-online> Acesso em: 03 de maio de 2021.

DISQUE-SILÊNCIO: denúncias de morador sobre barulho. **Prefeitura de Vitória,** 2019. Disponível em: < https://www.vitoria.es.gov.br/cidade/disque-silencio-denuncias-de-morador-sobre-barulho> Acesso em: 03 de maio de 2021.

DISQUE-SILÊNCIO: Grande Vitória tem duas queixas de barulho por hora. **A Gazeta**, 2019. Disponível em: < https://www.agazeta.com.br/es/gv/disque-silencio-grande-vitoria-tem-duas-queixas-de-barulho-por-hora-0819> Acesso em: 14 de abr. de 2021.

GARG, N.; SINHA, A. K.; GANDHI, V.; BHARDWAJ, R. M.; AKOLKAR, A. B. A pilot study on the establishment of national ambient noise monitoring network across the major cities of India. **Applied Acoustics**, v. 103, p. 20-

29, 2016.
GONZÁLEZ, D. Montes; MORILLAS, J. M. Barrigón; GODINHO, L.; AMADO-MENDES, P. Acoustic screening effect on building façades due to parking lines in urban environments. Effects in noise mapping. **Applied Acoustics**, v. 130, p. 1-14, 2018.
LINS, Ramona. Avaliação objetiva do ruído tonal e impulsivo. **NTI Audio**, 04 de jul. de 2019. Disponível em: <https://www.nti-audio.com/pt/novidades/avaliacao-objetiva-do-ruido-tonal-e-impulsivo#:~:text=Um%20exemplo%20de%20um%20som,som%20de%20uma%20serra%20circular.>. Acesso em: 20 de nov. 2020.
NAGEM, Míriam Pompeu. **Mapeamento e análise do ruído ambiental: diretrizes e metodologia**. 2004. 133f. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2004.
NUNES, M. F. O. Poluição sonora em centros urbanos: o ruído de tráfego veicular. In: **XIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção; V International Congress of Industrial Engineering e II Encontro de Engenharia de Produção da UFRJ**, Rio de Janeiro, 1999.
OLIVEIRA, Jefferson Dias; BIONDI, Daniela; BATISTA, Antonio Carlos; REIS, Allan Rodrigo Nunho; NESI, Juliane. Atenuação do ruído de tráfego de vias urbanas pela vegetação em Curitiba – Paraná, Brasil. **REVSBAU**, Curitiba – PR, v. 13, n. 2, p. 13-26, 2018.
PANETO, Greicikelly Gaburro. **O ruído de tráfego automotor e os espaços públicos na cidade: estudo de caso em Vitória**. 2016. 142 f. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016.
POZZER, Talita; HOLTZ, Marcos; PIERRARD, Juan Frías. **Mapa piloto da cidade de São Paulo**. XXVIII Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica, Porto Alegre – RS, out. 2018.
RIO DE JANEIRO. Lei Complementar n° 111, de 1° de fevereiro de 2011. Dispõe sobre a Política Urbana e Ambiental do Município, institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Sustentável do Município do Rio de Janeiro e dá outras providências. **Câmara Municipal Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, 2011.
RUÍDO do trânsito é o maior vilão do barulho em SP. **BAND TV** – Café com jornal, 30 de nov. de 2019. 1 vídeo (2min 54segs). Disponível em: <http://www.proacustica.org.br/noticias/clipping-digital/ruido-do-transito-e-o-maior-vilao-do-barulho-em-sp/>. Acesso em: 02 de fev. de 2021.
SÃO PAULO. Lei n° 16.050, de 31 de julho de 2014. Aprova a Política de Desenvolvimento Urbano e o Plano Diretor Urbano Estratégico do Município de São Paulo. **Diário Oficial Cidade de São Paulo**, São Paulo, 2014.
SERRANO, Paulo. Meu primeiro laudo de acústica usando a nova NBR 10151 versão 2019. **Portal Acústica**, 24 de jun. de 2019. Disponível em: <http://portalacustica.info/meu-primeiro-laudo-usando-a-nova-nbr-10-151-versao-2019/ >. Acesso em: 20 de nov. 2020.
SILVA, Pérides. **Acústica arquitetônica & condicionamento de ar**. 4ª edição. EDTAL œ Empresa Acústica Ltda, Belo Horizonte, 2002.
SOUZA, Thaísa Barbosa; ALBERTO, Klaus Chaves; BARBOSA, Sabrina Andrade. Evaluation of noise pollution related tu human perception in a university campus in Brazil. **Applied Acoustics**, v. 157, 2020.
SOUZA, Eduardo. O que são decibéis? (Ou como os ruídos afetam nossa saúde). Archdaily, 24 de maio de 2020. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/939559/o-que-sao-decibeis-e-como-eles-influenciam-na-arquitetura-e-nossa-vida?ad_source=search&ad_medium=search_result_articles>. Acesso em: 02 de fev. de 2021.
WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. Environmental noise guidelines for the European region. 2018.