

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA - CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ANÁLISE DO NÍVEL DE PRESSÃO SONORA E ESPECTRO DE FREQUÊNCIAS NO  
ENTORNO DO PARQUE FARROUPILHA EM PORTO ALEGRE

por

Isadora Favretto Gerevini

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Mecânica da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Engenheiro Mecânico.

Porto Alegre, dezembro de 2024

## DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO

Gerevini, Isadora Favretto  
ANÁLISE DO NÍVEL DE PRESSÃO SONORA E ESPECTRO DE  
FREQUÊNCIAS NO ENTORNO DO PARQUE FARROUPILHA EM PORTO  
ALEGRE / Isadora Favretto Gerevini. -- 2024.  
19 f.  
Orientador: Juan Pablo Raggio Quintas.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de  
Engenharia, Curso de Engenharia Mecânica, Porto  
Alegre, BR-RS, 2024.

1. Ruído. 2. Nível de pressão sonora. 3. Parque  
urbano. 4. NBR 10.151 (2019). 5. Decreto Municipal  
8.185. I. Pablo Raggio Quintas, Juan, orient. II.  
Titulo.

Isadora Favretto Gerevini

ANÁLISE DO NÍVEL DE PRESSÃO SONORA E ESPECTRO DE FREQUÊNCIAS NO  
ENTORNO DO PARQUE FARROUPILHA EM PORTO ALEGRE

ESTA MONOGRAFIA FOI JULGADA ADEQUADA COMO PARTE DOS  
REQUISITOS PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE  
**ENGENHEIRO MECÂNICO**  
APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELA BANCA EXAMINADORA DO  
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

Prof. Ignacio Iturrioz  
Coordenador do Curso de Engenharia Mecânica

Área de Concentração: Mecânica dos Sólidos

Orientador: Prof. Juan Pablo Raggio Quintas

Comissão de Avaliação:

Prof. Edson Hikaro Aseka

Prof. Herbert Martins Gomes

Prof<sup>a</sup>. Letícia Fleck Fadel Miguel

Porto Alegre, dezembro de 2024

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Valdir Gerevini e Marisa Favretto Gerevini, pela motivação, suporte e por fazerem todo o possível para que eu tivesse acesso a melhores oportunidades.

Agradeço aos amigos que fiz durante os anos de faculdade que possibilitaram uma caminhada mais tranquila e de extrema importância para lidar com as dificuldades e também por muitos momentos felizes compartilhados.

Agradeço ao professor Juan Pablo Raggio Quintas, pela disponibilidade em orientar o presente trabalho, pelos conselhos, ajuda e sugestões.

A todos que, de alguma forma, colaboraram para minha formação até então.

Gerevini, Isadora F. **Análise do nível de pressão sonora e espectro de frequências no entorno do parque farroupilha em Porto Alegre.** 2024. 15. Monografia de Trabalho de Conclusão do Curso em Engenharia Mecânica – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2024.

## RESUMO

Parques urbanos desempenham importante função em grandes centros, principalmente quando fornecem ambiente favorável para desenvolvimento de atividades de lazer, que melhoram a qualidade de vida da população. Entretanto, devido à urbanização vários pontos foram prejudicados pelo tráfego de veículos. Diante disso, o trabalho visa avaliar o nível de pressão sonora do Parque Farroupilha em Porto Alegre/RS, durante dois períodos e comparar as duas maiores avenidas localizadas no entorno do parque. A metodologia utilizada baseia-se em medições acústicas, realizadas de manhã e à tarde, em pontos estratégicos do parque. Nos resultados das medições acústicas, próximo a vias de intenso tráfego, obteve-se em apenas 1 das 12 medições o limite permitido de 65 dB(A), determinado pela NBR 10.151(2019) - Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral - não foi ultrapassado. As análises das avenidas também demonstram não conformidade, com destaque à Avenida João Pessoa, que ultrapassou em até 10,5%. Outra análise demonstrou divergência ao estipulado pelo Decreto Municipal 8.185(1983), ao comparar os níveis de pressão sonora permitidos para cada banda de oitava de frequência, ultrapassando os limites, principalmente em 2000Hz e 4000Hz, em até 115% para determinados pontos.

**PALAVRAS-CHAVE:** ruído, parque urbano, nível de pressão sonora, NBR 10.151(2019), Decreto Municipal 8.185(1983).

Gerevini, Isadora F. **Analysis of the sound pressure level and frequency spectrum around the Farroupilha Park in Porto Alegre.** 2024. 15. Mechanical Engineering End of Course Monography – Mechanical Engineering degree, The Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2024.

#### ABSTRACT

Urban parks play an important role in large cities, especially when they provide a favorable environment for leisure activities, which improve people's quality of life. However, due to urbanization, several areas have been damaged by vehicle traffic. The aim of this study is to evaluate the sound pressure level of Farroupilha Park in Porto Alegre/RS over two periods and to compare the two major avenues located around the park. The methodology used is based on acoustic measurements taken in the morning and afternoon at strategic points in the park. In the results of the acoustic measurements, near busy roads, only 1 of the 12 measurements showed that the permitted limit of 65 dB(A), as determined by NBR 10.151(2019) - Acoustics - Measurement and evaluation of sound pressure levels in inhabited areas - General purpose application - was not exceeded. Analyses of the avenues also showed non-compliance, especially Avenida João Pessoa, which exceeded this by up to 10.5%. Another analysis showed a divergence from the stipulations of Municipal Decree 8.185 (1983), when comparing the permitted sound pressure levels for each frequency octave band, exceeding the limits, especially at 2000Hz and 4000Hz, by up to 115% in certain areas.

**KEYWORDS:** noise, urban park, sound pressure level, NBR 10.151(2019), Municipal Decree 8.185(1983).

## NOMENCLATURA

<b>Símbolos</b>	<b>Descrição</b>	<b>Unidade SI</b>
<i>dB</i>	Decibel	
<i>dB(A)</i>	Decibel na curva de ponderação A	
<i>NPS</i>	Nível de pressão sonora	[dB]
<i>LA<sub>eq</sub></i>	Nível de Pressão Sonora Médio	[dB(A)]

<b>Abreviaturas</b>	<b>Descrição</b>
NBR	Norma Brasileira
PAIR	Perda Auditiva Induzida por Ruído
GMAP	Grupo de Mecânica Aplicada
OMS	Organização Mundial da Saúde

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVO.....	1
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E FUNDAMENTAÇÃO .....	1
3.1 RUÍDO .....	2
3.2 LEGISLAÇÃO VIGENTE .....	2
3.2.1 NORMA NBR 10.151/2019 .....	2
3.2.2 LEI MUNICIPAL N° 65/1981 .....	2
3.3 IMPACTO DO RUÍDO NA SAÚDE HUMANA .....	3
3.4 IMPORTÂNCIA DAS ÁREAS VERDES EM CENTROS URBANOS .....	3
4. METODOLOGIA .....	3
4.1 ÁREA DE ESTUDO .....	3
4.2 EQUIPAMENTOS .....	4
4.3 MEDIÇÕES ACÚSTICAS .....	5
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	6
6. CONCLUSÃO .....	14
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	16
ANEXO .....	18

## **1. INTRODUÇÃO**

O processo de evolução tecnológica advindo da industrialização, juntamente com o desenvolvimento dos centros urbanos, trouxe para a paisagem sonora diversas questões que acarretam problemas na população. A aglomeração da população em grandes centros urbanos, o crescimento econômico e o setor de transporte estão diretamente ligados à exposição ao ruído ambiental e nos efeitos na saúde, incluindo doenças cardiovasculares, comprometimento cognitivo, distúrbios do sono, zumbido e incômodo (WHO, 2021).

Além da urbanização gerar ruídos ambientais, esta torna-se responsável por destruir reservatórios naturais de absorção de carbono e remover os amortecedores sonoros naturais através do desmatamento. Dessa maneira, o maior desafio das cidades na atualidade é conciliar o desenvolvimento urbano e os recursos naturais já existentes nos ambientes.

Dentre as áreas verdes, os parques urbanos são áreas públicas essenciais para ambientes urbanos sustentáveis (JASZCZAK; POCHODYŁA, 2021). Quanto mais as pessoas são incomodadas pelo ruído, maiores são os riscos à saúde enfrentados, e mesmo aqueles que ignoram a poluição sonora experimentam reações de estresse e perda auditiva (DUTCHEN, 2022).

## **2. OBJETIVO**

O presente trabalho tem como objetivo medir e analisar o nível de pressão sonora global do parque e o nível máximo de pressão sonora por faixas de oitava de frequências emitidas no entorno do Parque Farroupilha, em Porto Alegre/RS. Os valores de nível de pressão sonora obtidos ao longo de dois períodos de medição, sendo o primeiro realizado entre 11h e 12h e o segundo entre 17h e 18h, em pontos das Avenidas Osvaldo Aranha e João Pessoa serão comparados com os valores de referência na NBR 10.151 - Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral - mostrarão qual é a avenida mais ruidosa e interfere com mais importância na qualidade do ambiente no interior do parque. Além disso, tem-se como objetivo avaliar os espectros de frequência de cada ponto medido e compará-los com o Decreto Municipal nº8185 da Prefeitura de Porto Alegre, que estabelece o nível de pressão sonora limite para cada banda de oitava do espectro de frequência.

## **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E FUNDAMENTAÇÃO**

Diversos estudos estão sendo conduzidos na academia em relação aos impactos dos ruídos gerados pelo tráfego rodoviário no ambiente urbano, dentre os quais estão voltados à análise do impacto causado em áreas verdes de grandes centros urbanos; destacam-se por exemplo alguns trabalhos relacionados ao tema (Maciel, 2022; Menoni, 2021; Paneto, 2016; Paiva-Viana, 2014).

Paneto (2016) avalia o ruído do tráfego automotor e os espaços públicos na cidade de Vitória/ES, na dissertação da Pós-Graduação em Engenharia Civil na Universidade Federal do Espírito Santo. Os resultados mostram falta de conformidade com os parâmetros da NBR 10.151(2000), mesmo em ambientes em que a população tenha pouca percepção dos ruídos.

Menoni (2021) analisa o ruído no entorno do Prédio de Arquitetura da UFRGS, na dissertação de Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Mecânica, no qual os dados foram analisados em 5 pontos, possibilitando o mapeamento do ruído na região e a determinação que a via mais ruidosa é a R. Eng. Luís Englert e que a que mais contribui para os elevados níveis de pressão equivalentes na fachada do prédio da Arquitetura é a Av. Osvaldo Aranha.

Outro trabalho estudado, foi executado por Maciel (2022) em seu trabalho de Pós Graduação em Engenharia Ambiental na Universidade Federal do Paraná, este estudo analisou

dois parques urbanos de Curitiba através da NBR10.151 (2019) e pela Lei Municipal, que resultou em vários pontos ultrapassando os limites de ruído estipulados, principalmente em locais mais próximos as ruas de intenso tráfego.

Também foi encontrado um estudo realizado no município de São Paulo, por Paiva-Viana (2014), no qual foi avaliado o nível de ruído em 75 pontos da cidade e o impacto na saúde da população. Tal estudo obteve como resultado todos os pontos analisados com medições dos níveis de pressão sonora acima dos limites estipulados pela legislação, caracterizando poluição sonora.

### **3.1 RUÍDO**

O conceito de ruído pode ser entendido de diversas formas, para Bistafa (2018) o ruído, diferentemente do som, é um sinal indesejado ou perturbação que gera sensação de desconforto, e que além disso, é percebido de forma subjetiva, o que significa que depende da percepção de cada indivíduo.

De acordo com Calixto (2002), através de variadas frequências e amplitudes ocorrendo em concomitância de forma não harmônica é que o ruído se caracteriza, gerando desconforto. Além disso, outro ponto importante ao investigar um ruído é sua duração, pois o tempo de exposição é fator significativo na análise. Dessa forma, o nível sonoro equivalente (Leq) representa o valor das variações no nível de pressão sonora durante o período de tempo medido.

O ruído ambiental é medido em termos de nível de pressão sonora, tendo como principais fontes de emissão as indústrias, tráfego rodoviário, ferroviário e aéreo, construção civil e vizinhança, com exceção do ruído ocupacional (SCHWELA, 2021).

Segundo estudos realizados por Belojevic et al. (1997), o ruído de tráfego a partir de 66 dB(A) é considerado prejudicial à saúde. Portanto, para parâmetros de medicina preventiva o nível máximo estabelecido para o qual a população pode se expor no meio urbano sem que esteja exposta a riscos é 65 dB(A).

### **3.2 LEGISLAÇÃO VIGENTE**

#### **3.2.1 NORMA NBR 10.151/2019 - ACÚSTICA - MEDIÇÃO E AVALIAÇÃO DE NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA EM ÁREAS HABITADAS - APLICAÇÃO DE USO GERAL**

Com o objetivo de padronizar os resultados e medições efetuados durante o estudo, o processo neste trabalho foi regido pela Norma NBR 10151:2019.

A norma NBR 10151:2019 tem como propósito instruir sobre procedimentos técnicos para a medição de níveis de pressão sonora tanto em ambientes internos quanto externos às edificações. Além disso, estabelece critérios e limites para análise dos resultados, considerando a finalidade de uso e a ocupação do solo. Os parâmetros de avaliação e planejamento são ajustados conforme o local da medição, com foco na proteção da saúde humana e na garantia do sossego público.

A norma estabelece inclusive orientações sobre a execução das medições e o uso dos equipamentos, levando em conta fatores como o local, a altura em relação ao solo, as distâncias mínimas de objetos nos arredores e tempo de medição.

#### **3.2.2 LEI MUNICIPAL N° 65/1981**

A Lei Municipal n° 65/1981 da cidade de Porto Alegre dispõe sobre a prevenção e controle da poluição do meio ambiente (Lei 65/1981). Essa lei é regulamentada através do Decreto Municipal n° 8185/1983, que define padrões de emissão de ruídos e vibrações, bem como outros condicionantes ambientais.

O decreto, através do artigo 26º o qual encontra-se no anexo, na Figura A.1, devido a categoria do ambiente analisado determina que parques urbanos são considerados zonas sensíveis ao ruído e, portanto, uma atividade de classe 1. Também se torna possível relacionar as frequências da faixa de oitava com a classe da atividade e analisar quais são os níveis de pressão sonora aceitáveis em diversos horários do dia.

### **3.3 IMPACTO DO RUÍDO NA SAÚDE HUMANA**

A definição de saúde humana, segundo a Organização Mundial da Saúde, compreende um estado completo de bem-estar, considerando os fatores físico, mental e social e não apenas a ausência de doenças (OMS, 2006).

O ruído causa diversas reações tanto físicas quanto emocionais na saúde humana, como doenças cardiovasculares, aumento da produção de adrenalina, da pressão arterial, ansiedade, insônia e tensão muscular (FARIAS, 2010). Além disso, segundo Bistafa (2018), a exposição constante a ruídos de alta intensidade, causa lesão nas células ciliadas localizadas no ouvido interno, que gera perda auditiva, nesse caso induzida pelo ruído (PAIR).

Além dos desequilíbrios já citados que a exposição ao ruído pode causar, existem efeitos coletivos que interferem negativamente no desempenho das atividades de trabalho, ligadas a dificuldades de concentração e desempenho cognitivo comprometido (BISTAFA, 2018).

### **3.4 IMPORTÂNCIA DE ÁREAS VERDES EM CENTROS URBANOS**

As áreas verdes em grandes centros são conhecidas pela importância na manutenção do equilíbrio ambiental e da melhoria da qualidade de vida da população. Somado a isso, tem-se a função recreativa associada às áreas verdes, através de atividades como caminhadas, jogos e relaxamento, aliados importantes para manutenção da saúde da população. Segundo Andrade (2001), as áreas são uma forma de refúgio e de valorização da natureza em meio as construções.

As vegetações que integram os parques urbanos servem como isolantes do ambiente externo, trazendo a tranquilidade esperada do local mesmo quando esses estão cercados por áreas barulhentas e de intenso tráfego de veículos. No entanto, em locais onde os níveis sonoros dos parques está acima do permitido, o que impacta na finalidade do espaço, existem medidas que focam na fonte do problema, como proibição do tráfego pesado no entorno e redução da velocidade dos veículos (VAN RENTERGHEM et al., 2020).

## **4. METODOLOGIA**

O estudo foi realizado visando caracterizar e mapear a poluição sonora no Parque Farroupilha em Porto Alegre, para isso, foram realizadas medições acústicas para a análise.

### **4.1 ÁREA DE ESTUDO**

O estudo foi desenvolvido na cidade de Porto Alegre, no Parque Farroupilha que possui seu perímetro definido pelas Ruas Setembrina e Luís Englert e as Avenidas Osvaldo Aranha, João Pessoa e José Bonifácio, e está localizado a 30° 02' 12" de Latitude Sul e 51° 12' 57" de Longitude Oeste, possuindo uma área de 375.100 m<sup>2</sup>, como mostra a Figura 1.

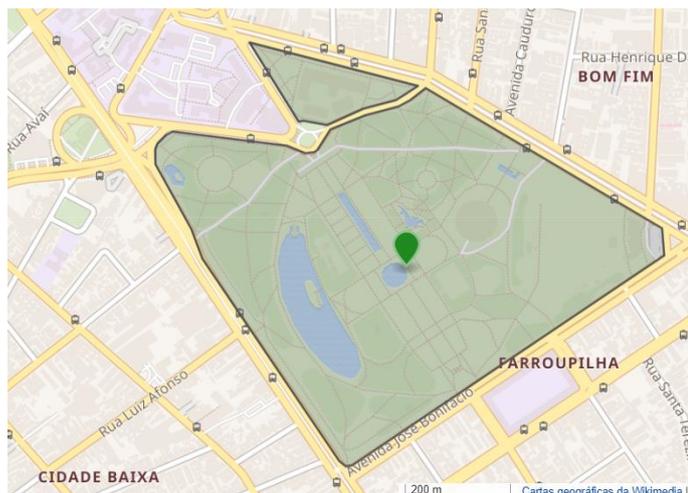


Figura 1 - Demarcação da área do Parque Farroupilha

O parque urbano contém diversas opções de lazer que proporcionam contato com a natureza e propiciam a melhoria na qualidade de vida da população. No entanto, seu entorno é marcado por uma região de intenso fluxo de tráfego rodoviário que pode estar prejudicando o ambiente acústico do local e havendo a hipótese que os níveis sonoros ultrapassem os recomendados pela NBR 10.151:2019 e pelo Decreto Municipal nº 8.185/1983 em alguns horários.

## 4.2 EQUIPAMENTOS

O procedimento de avaliação do ruído foi estabelecido com base na NBR 10.151:2019. Os níveis de pressão sonora aceitáveis para a área de análise encontram-se na Tabela 3 da Norma e neste trabalho encontra-se no anexo, Figura A.2. Já a análise de pressão sonora advinda das faixas de oitava de frequência aceitáveis baseou-se no Decreto Municipal nº 8.185/1983, sendo encontrado no documento no Artigo 20º e neste trabalho encontra-se no anexo, na Figura A.3.

O equipamento de medição foi disponibilizado pelo Grupo de Mecânica Aplicada (GMAp) do Departamento de Engenharia Mecânica da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para que o trabalho pudesse ser realizado. O sonômetro utilizado foi o modelo 2250 (Figura 2), da marca Brüel e Kjaer. O equipamento foi configurado para registrar os Níveis de Pressão Sonora (NPS) em curva de compensação “A” e em circuito de resposta lenta, devido ao ruído não ser de impacto, sendo medidos a cada segundo e em um espectro de frequência compreendido entre 31,5 Hz e 8.000 Hz.



Figura 2 - Sonômetro modelo 2250 Brüel e Kjaer – Fonte: Autora (2024)

O Certificado de Calibração do aparelho não foi disponibilizado, dessa forma, os resultados aferidos neste estudo possuem apenas credibilidade e uso acadêmico.

O procedimento para realização das medições pelo sonômetro também é definido pela NBR 10.151:2019. Por se tratar de áreas externas, o sonômetro estava com o microfone portando a espuma de proteção, afastado a uma distância 2 m de qualquer objeto no entorno ou superfície refletora e um tripé que o mantinha posicionado a 1,5 m em relação ao solo, conforme se apresenta na Figura 3.



Figura 3 - Sonômetro posicionado seguindo a NBR 10.151:2019 – Fonte: Autora (2024)

### 4.3 MEDIÇÕES ACÚSTICAS

Os locais das medições foram distribuídos ao longo das Avenidas Osvaldo Aranha e João Pessoa em pontos do entorno do parque que apresentam maior fluxo de tráfego rodoviário e conseqüentemente maior ruído, sendo os locais e suas coordenadas descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Descrição da localização de cada ponto de medição acústica

Ponto	Descrição do Local	Coordenadas	
		Latitude	Longitude
1	Esquina entre Av. Osvaldo Aranha e Rua Setembrina	30°02'01.4"S	51°12'55.6"O
2	Av. Osvaldo Aranha em frente ao Auditório Araujo Viana	30°02'04.7"S	51°12'49.1"O
3	Av. Osvaldo Aranha em frente ao Parquinho da Redenção	30°02'08.5"S	51°12'42.0"O
4	Esquina entre Av. João Pessoa e Av. José Bonifácio	30°02'24.1"S	51°13'01.2"O
5	Av. João Pessoa em frente ao Homenagem ao médico Samuel Hahnemann	30°02'17.0"S	51°13'06.9"O
6	Av. João Pessoa próximo ao Viaduto Imperatriz Leopoldina	30°02'09.9"S	51°13'12.4"O
7	Av. João Pessoa em direção ao centro do parque próximo ao lago	30°02'14.3"S	51°13'06.7"O
8	Centro do parque próximo ao Espelho d'Água	30°02'07.9"S	51°13'01.7"O

E mostrados no mapa pela Figura 4.

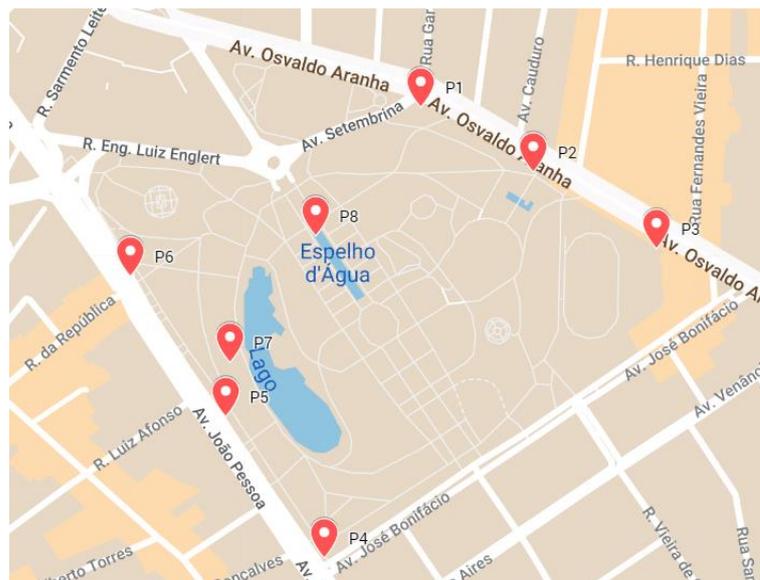


Figura 4 - Localização no mapa dos pontos das medições acústicas

As avaliações foram realizadas em dois períodos diurnos de 30/09/2024, sendo o primeiro deles entre 11h e 12h que englobou a avaliação nos pontos 1 a 7 e no segundo período, entre 17h e 18h sendo os pontos 1 a 6 e 8, e cada ponto do entorno medido uma vez em cada um dos horários. Os horários foram escolhidos visando descrever os de maior fluxo de veículos, gerado pelo momento de pico e conseqüentemente de maior ruído advindo dos arredores do parque. Os pontos 7 e 8 foram utilizados para representar como o ruído externo ao parque é percebido na parte interna e o impacto que traz aos frequentadores.

O tempo de aquisição dos dados foi fixado em dois minutos, com registros a cada segundo, totalizando em cada ponto analisado 120 medidas.

Encontra-se o Nível de Pressão Sonora Equivalente ( $LA_{eq}$ ) para cada fonte pela equação (1):

$$LA_{eq} = 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N 10^{\left( \frac{NPS_i}{10} \right)} \right) \quad (1)$$

em que N é número de medidas realizadas e  $NPS_i$  é o i-ésimo Nível de Pressão Sonora na escala de compensação A.

Através da mesma equação torna-se possível obter o valor global do Nível de Pressão Sonora equivalente em cada avenida.

Os dados de níveis de pressão sonora ( $LA_{eq}$ ) obtidos foram comparados com os níveis de pressão sonora recomendados pela NBR 10151:2019, a qual estabelece 65 dB(A) para áreas de uso misto predominantemente culturais, lazer e turismo.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O trabalho apresenta resultados de 14 medições no parque urbano Farroupilha, sendo cada ponto medido por 2 minutos e resultando em 28 minutos de aquisição de dados. Os pontos das Avenidas Osvaldo Aranha e João Pessoa foram distribuídos de modo a representar as extremidades e centro do parque contidos nessas avenidas, além de dois pontos na região localizada ao centro do parque. Os gráficos dos dados referentes a cada medição serão apresentados nas Figuras 5 a 18.

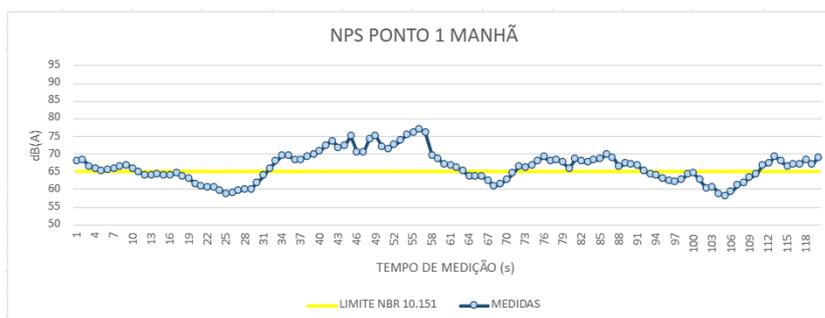


Figura 5: Valor do nível de pressão sonora em dB(A) ao longo do tempo no Ponto 1 no período da manhã

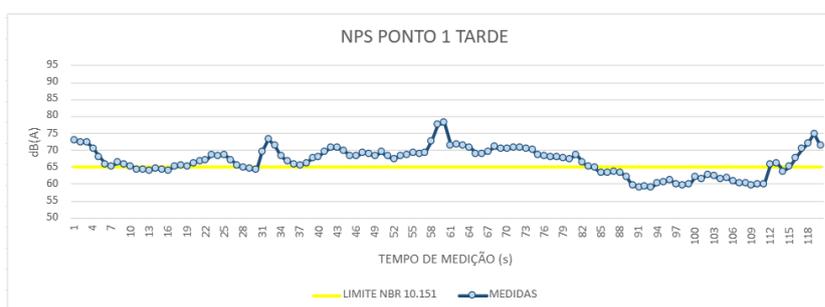


Figura 6: Valor do nível de pressão sonora em dB(A) ao longo do tempo no Ponto 1 no período da tarde

Nas Figuras 5 e 6 nota-se que a região do ponto 1, localizado no encontro da Av. Osvaldo Aranha e Setembrina, apresenta diversos picos no nível de pressão sonora, sendo provavelmente ocasionados pela abertura dos semáforos. Durante as medições realizadas de tarde existiram maiores picos indicando maior tráfego de veículos e também maior nível de pressão sonora equivalente.

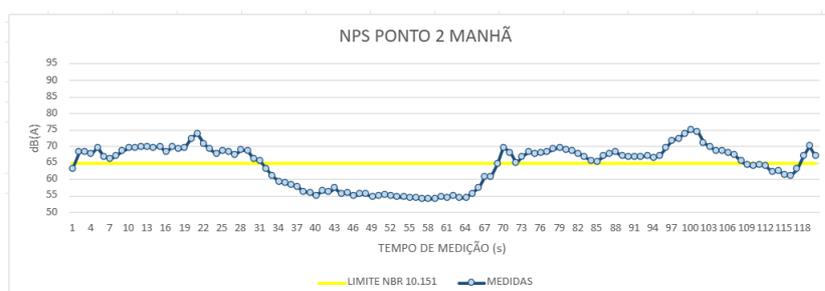


Figura 7: Valor do nível de pressão sonora em dB(A) ao longo do tempo no Ponto 2 no período da manhã

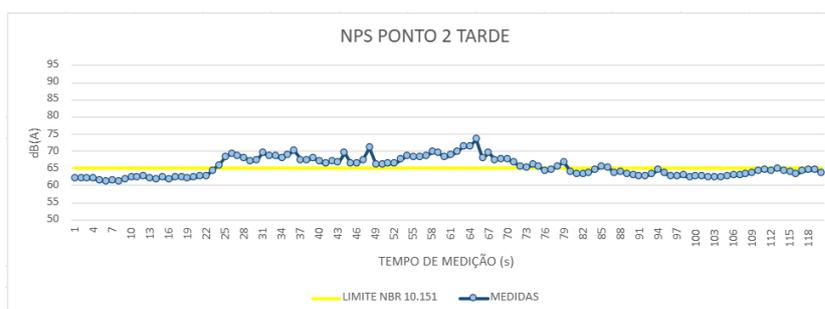


Figura 8: Valor do nível de pressão sonora em dB(A) ao longo do tempo no Ponto 2 no período da tarde

As medições do ponto 2, localizado próximo ao Auditório Araujo Viana, demonstraram que boa parte das medições estiveram abaixo dos 65 dB(A), no entanto existiram alguns picos de ruído, principalmente no período da manhã, que contribuíram para o aumento no NPS global.

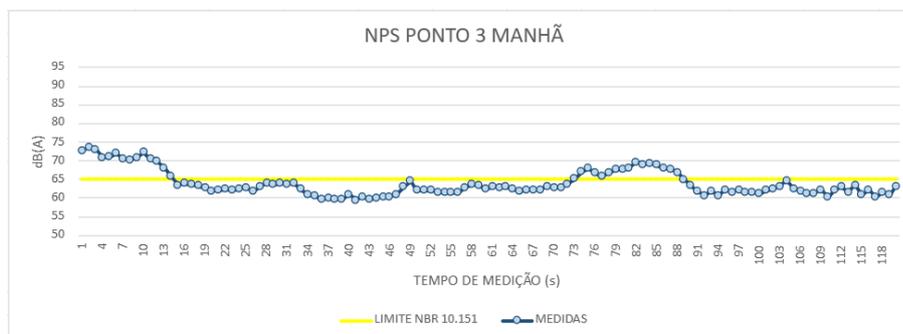


Figura 9: Valor do nível de pressão sonora em dB(A) ao longo do tempo no Ponto 3 no período da manhã

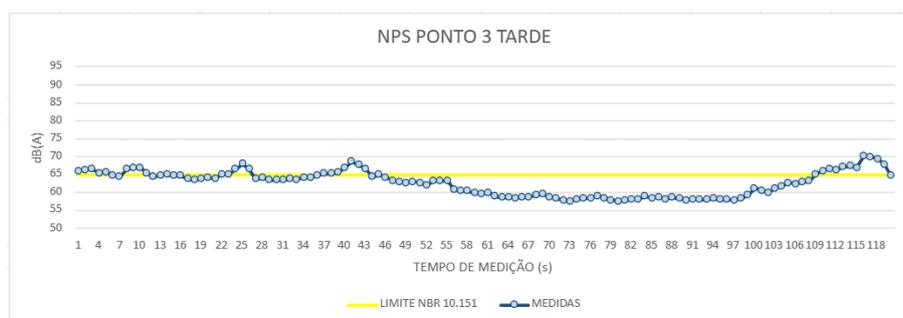


Figura 10: Valor do nível de pressão sonora em dB(A) ao longo do tempo no Ponto 3 no período da tarde

Analisando o ponto 3, localizado próximo ao Parquinho da Redenção, nota-se pelas Figuras 9 e 10 que o nível de pressão sonora é suave, não apresentando picos significativos durante o período de medição.

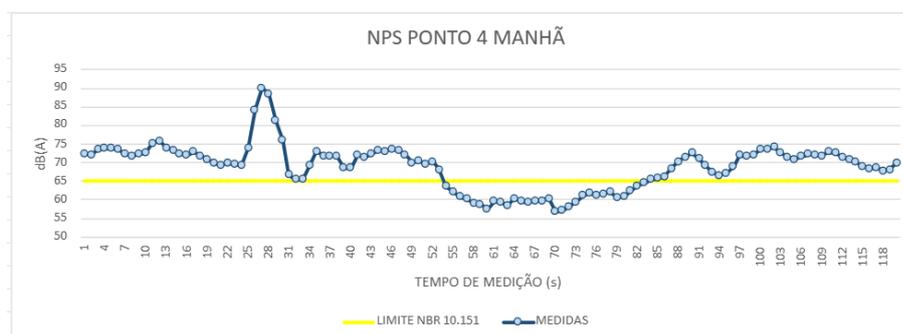


Figura 11: Valor do nível de pressão sonora em dB(A) ao longo do tempo no Ponto 4 no período da manhã

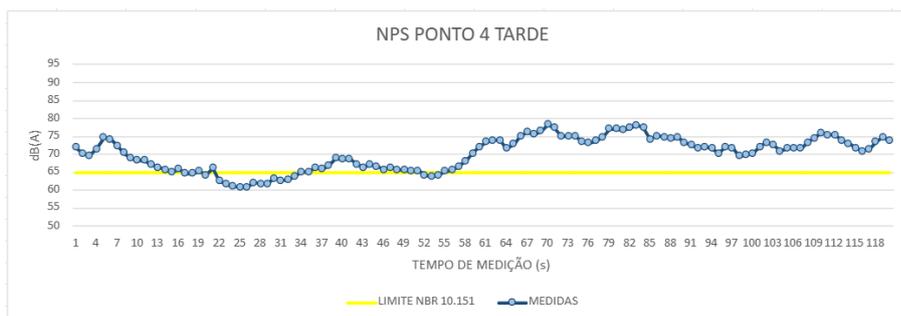


Figura 12: Valor do nível de pressão sonora em dB(A) ao longo do tempo no Ponto 4 no período da tarde

As Figuras 11 e 12 demonstram que em poucas medidas o nível de pressão sonora esteve abaixo dos 65 dB(A), além de existirem vários picos que interferem diretamente no NPS global do ponto 4, localizado no encontro das Av. João Pessoa e José Bonifácio.

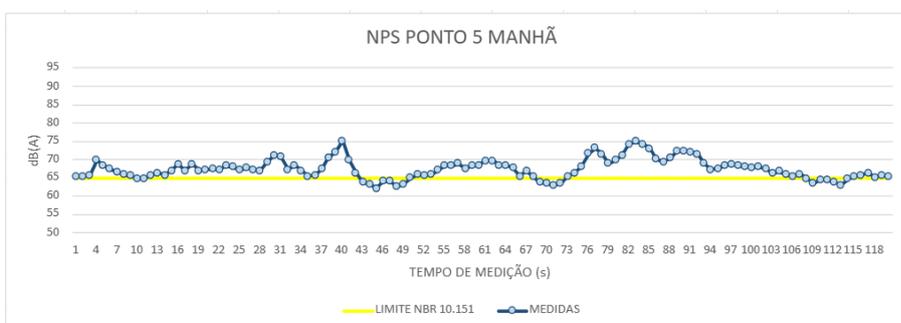


Figura 13: Valor do nível de pressão sonora em dB(A) ao longo do tempo no Ponto 5 no período da manhã

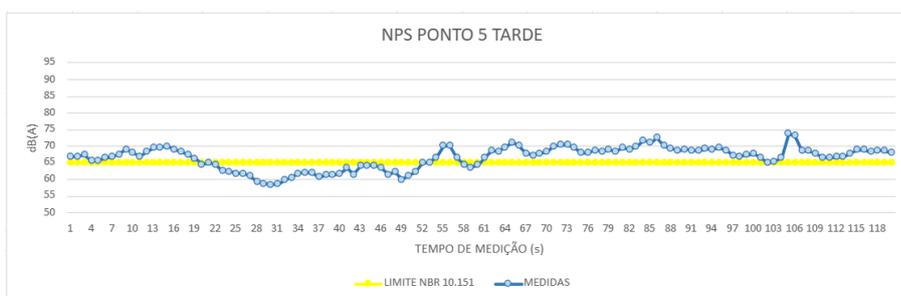


Figura 14: Valor do nível de pressão sonora em dB(A) ao longo do tempo no Ponto 5 no período da tarde

O ponto 5, como nota-se nas Figuras 13 e 14, apresentou medidas com pouca variabilidade, localiza-se na Av. João Pessoa próximo a homenagem ao médico. O local que não possui semáforos, dessa forma o tráfego urbano ocorre sem os ruídos decorrentes de frenagem e arrancadas.

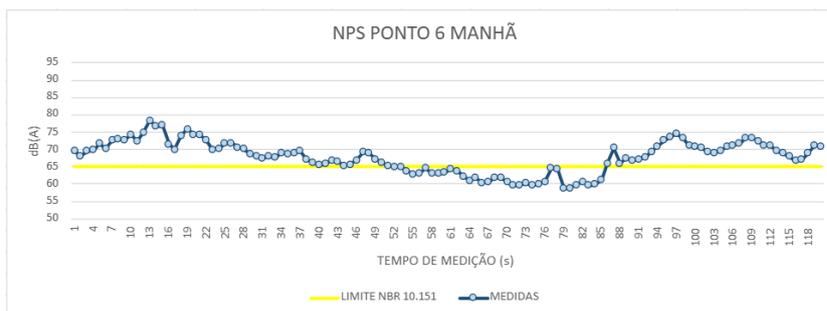


Figura 15: Valor do nível de pressão sonora em dB(A) ao longo do tempo no Ponto 6 no período da manhã

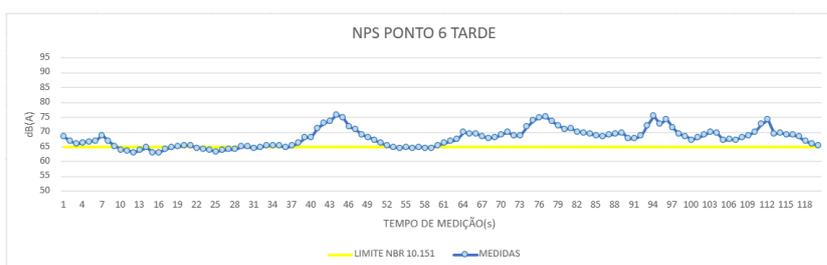


Figura 16: Valor do nível de pressão sonora em dB(A) ao longo do tempo no Ponto 6 no período da tarde

Nas Figuras 16 e 17 observa-se que na região da Av. João Pessoa próxima ao Viaduto Imperatriz Leopoldina, que também compreende o acesso à Rua Luiz Englert, existem diversos picos nas medições realizadas. O local possui o tráfego de veículos de uma das principais saídas da capital somado ao intenso fluxo de ônibus municipais.

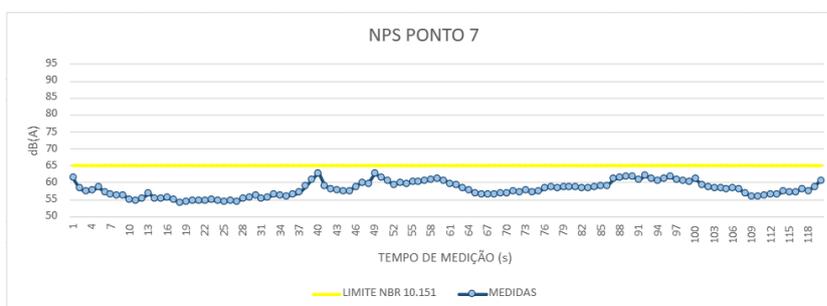


Figura 17: Valor do nível de pressão sonora em dB(A) ao longo do tempo no Ponto 7 no período da manhã

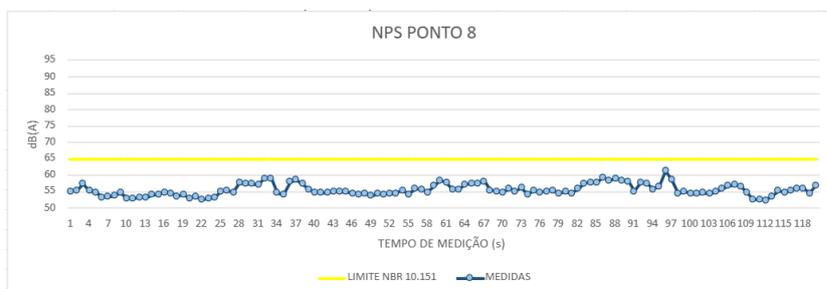


Figura 18: Valor do nível de pressão sonora em dB(A) ao longo do tempo no Ponto 8 no período da tarde

As Figuras 17 e 18, que representam as medições realizadas no interior do parque, demonstram que devido à distância da rua existem escassos picos de ruídos, principalmente no ponto 8 que se localiza longe das duas principais avenidas do entorno do parque. Além disso, nota-se claramente uma redução nos níveis de pressão sonora.

Ao utilizar a equação 1 para calcular o nível de pressão sonora equivalente em cada ponto e nos dois períodos do dia, tem-se os resultados obtidos na Figura 19, sendo esses comparados aos limites estabelecidos pela norma NBR 10.151:2019, que estabelece limite aceitável de 65 dB(A) para a área estudada.

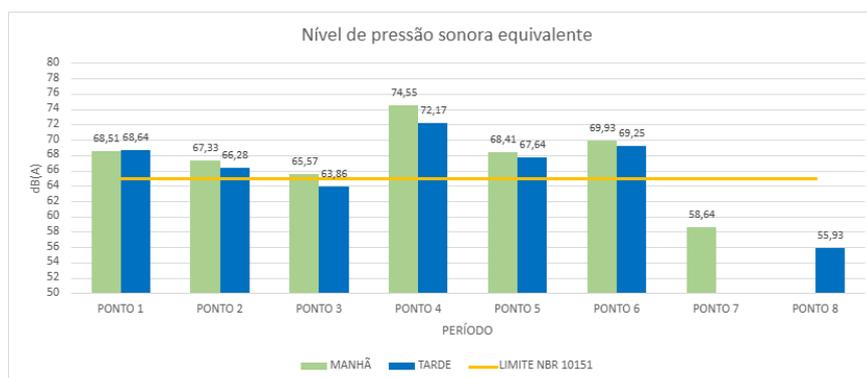


Figura 19: Médias obtidas em cada ponto de medição comparados com NBR 10.151:2019.

Ao analisar a Figura 19, para as obtenções realizadas nota-se que de todos os pontos no entorno do Parque Farrroupilha apenas o ponto 3, localizado próximo ao Parquinho da Redenção, na medição realizada durante a tarde, encontra-se sem ultrapassar o limite definido pela norma para áreas mistas com finalidades de lazer.

Ao comparar pontos em localizações equivalentes nas avenidas, por exemplo, comparando o ponto 1 com o ponto 6, nota-se que há pouca diferença nas médias de NPS obtidas, cerca de 2 dB(A), semelhante ao que ocorre para a comparação entre os pontos 2 e 5. No entanto, ao comparar o ponto 3 ao 4, observa-se uma variação importante na média de NPS, aproximadamente 10 dB(A), que geram uma percepção de cerca do dobro da intensidade do som para o ouvinte.

Ademais, os pontos 7 e 8 estão localizados em áreas mais próximas ao centro do parque e estes apresentam menos oscilações nas medições realizadas, por receberem menos influência dos elementos externos ao parque, e por isso estão em acordo ao limite estipulado pela NBR 10.151:2019. O ponto 7 está localizado a 40 m de distância, ao centro do parque, em relação a Avenida João Pessoa, já o Ponto 8 está localizado a 260 m da Av. João Pessoa e 300 m de distância do Av. Osvaldo Aranha.

Além disso, outra informação possível de ser observada é em relação à diferença entre as medições realizadas de manhã e de tarde, isso porque as médias da manhã se mostraram superiores em praticamente todos os casos, sendo o ponto 1 o único que obteve média superior na segunda medição.

Novamente, ao utilizar a equação 1 para comparar as avenidas analisadas obtêm-se as informações demonstradas na Figura 20.

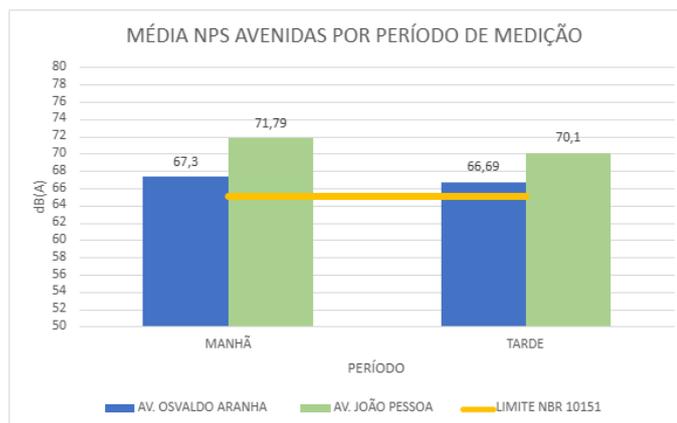


Figura 20: Médias obtidas em cada avenida e comparação com NBR 10.151:2019.

Tendo em vista os valores obtidos em relação as médias de cada avenida, obtém-se para os dois períodos e para as duas avenidas os valores acima do limite permitido pela NBR 10.151:2019, sendo perceptível que durante a manhã os níveis estão ainda maiores em comparação com as medições realizadas durante a tarde.

Ademais, nota-se que a Avenida Osvaldo Aranha apresentou menor nível de pressão sonora em comparação com a Avenida João Pessoa, que pode estar diretamente ligado ao maior número de veículos que transitam por essa região, principalmente de grande porte como ônibus e caminhões. Isto porque, a Av. João Pessoa é mais ampla e possui velocidade máxima permitida de 40 km/h, conforme mostrado na Figura A.4 no Anexo, enquanto a Av. Osvaldo Aranha possui limite máximo de 30 km/h, conforme mostrado na Figura A.5 no Anexo.

No ponto de vista de espectro de frequências que também serão analisados no presente trabalho, a partir dos dados obtidos pelo sonômetro, tem-se a Figuras 21, 22 e 23.

Na Figura 21, observa-se o NPS obtido para cada banda de frequência nas medições dos pontos 1 a 6 no período da manhã, em comparação ao limite estipulado pelo Decreto Municipal nº 8.185/1983, que regulamenta a Lei Municipal nº65. Já a Figura 22 permite a análise para o período da tarde, sendo que a Figura 23 mostra os pontos medidos na região localizada no centro do parque.

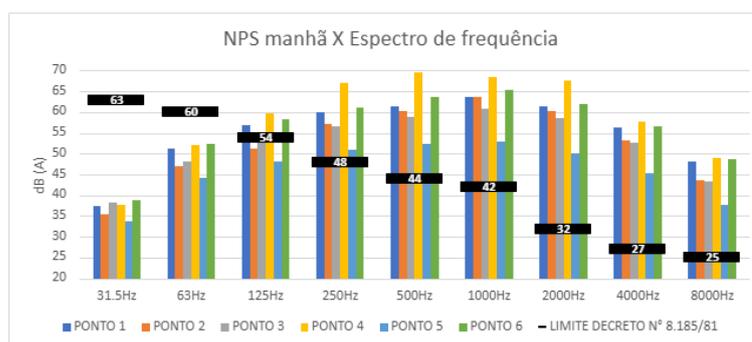


Figura 21: NPS em cada ponto durante a manhã por banda de oitava de frequência em comparação com Decreto Municipal nº 8.185/1983.

A Figura 21 permite analisar que em grande parte das bandas de frequência os níveis de pressão sonora estão acima do aceitável para a área analisada, sendo 31,5 Hz e 63 Hz as únicas que estão dentro do estipulado pelo decreto, essas bandas de baixa frequência se propagam bem em ambientes abertos. Além disso, nota-se que ponto 4, localizado na esquina entre a Avenida João Pessoa e a Avenida José Bonifácio, apresenta o pior resultado em todas as bandas de frequência dentre todos os pontos medidos e o ponto 5, localizado próximo ao monumento em

homenagem ao médico, sendo o que se encontra mais próximo dos limites estabelecidos pelo decreto municipal.

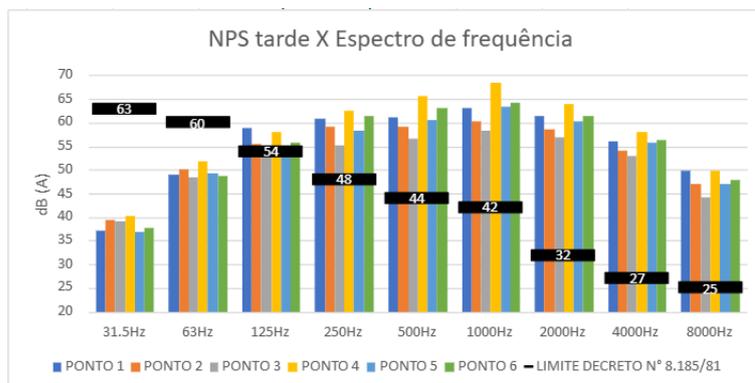


Figura 22: NPS em cada ponto durante a tarde por banda de oitava de frequência em comparação com Decreto Municipal nº 8.185/1983.

Na análise realizada no período da tarde, Figura 22, observa-se que apenas nas baixas frequências os pontos de medição ficaram dentro do limite estipulado pelo decreto municipal. Ainda, avaliando as bandas que estão fora do limite, o ponto 4, localizado na esquina entre a Avenida João Pessoa e a Avenida José Bonifácio, se manteve como o pior cenário em todas as bandas de oitava de frequência e o ponto 3, localizado próximo ao Parquinho da Redenção, apresentou os menores valores.

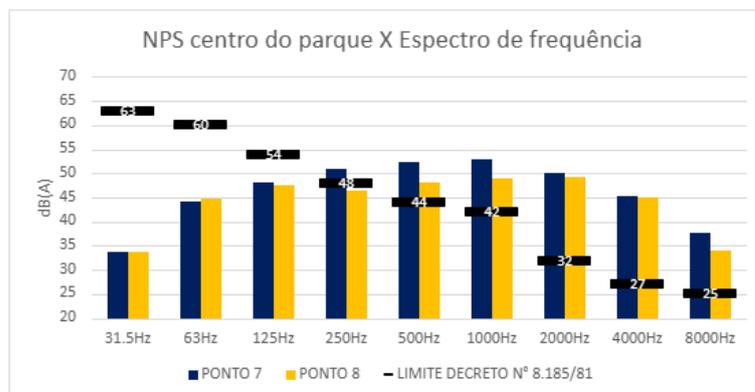


Figura 23: NPS nos pontos do centro do parque por banda de oitava de frequência em comparação com Decreto Municipal nº 8.185/1983.

Tendo em vista a análise dos pontos medidos em regiões mais centrais do parque, e consequentemente mais distantes das avenidas, pode-se observar que conforme se adentra no parque o nível de pressão sonora reduz em cada banda de frequências. Ainda assim, acima do estabelecido pelo decreto municipal, principalmente nas bandas entre 500 Hz e 8.000 Hz, conforme mostra a Figura 23.

Além disso, ao comparar as Figuras 21, 22 e 23, os pontos que se encontram no interior no parque apresentam medições acima do limite permitido pelo decreto em até 18 dB(A), enquanto ao verificar as regiões próximas as avenidas a superação do limite é em até 36 dB(A) em algumas bandas.

## 6. CONCLUSÃO

Através deste trabalho, foi analisado comparativamente o nível de pressão sonora em um parque urbano, classificado como área mista de predominância de atividades culturais, lazer e turismo pela norma NBR 10.151:2019 e o nível de pressão sonora permitido para cada banda de oitava de frequências estipulado pelo Decreto Municipal nº 8.185/1983, que regulamenta a Lei Municipal nº 65, e baseado nessas comparações, determinar se estão em conformidade.

É possível inferir que, ao analisar individualmente os pontos do entorno do parque, apenas o ponto 3, localizado próximo ao Parquinho da Redenção, apresentou resultados dentro do limite da norma NBR 10.151:2019, já os outros pontos revelaram não estar adequados e com as medições entre 1% e 15% acima do limite estabelecido por norma. Dessa forma, o ruído se encontra em uma zona de desconforto acústico, acima de 65 dB(A).

Ainda, na Figura 20, ao verificar as médias de nível de pressão sonora das avenidas, nota-se que as duas analisadas encontram-se acima do estabelecido por norma para os dois casos analisados. Visto isso, a Avenida Osvaldo Aranha com medições onde os limites foram ultrapassados em 2,6% e 3,5% e a Avenida João Pessoa em 7,8% e 10,5%. Dessa forma, é possível concluir que a Avenida João Pessoa é a mais ruidosa em ambos momentos do dia e interfere negativamente com maior importância na qualidade do ambiente no interior do parque.

Ao fazer uso das medições em pontos de entorno do parque para analisar os dados obtidos para cada banda de oitava de frequência, esses compreendidos entre 31,5Hz e 8.000Hz com os limites estipulados pelo Decreto Municipal nº 8.185/1983, foi possível verificar que em ambos horários apenas nas bandas de 31,5 Hz e 63 Hz estavam dentro dos limites.

Além disso, no período da manhã para os 2 000 Hz, banda com maior alteração, o limite foi ultrapassado em 56,5% para o ponto 5, localizado no centro da Av. João Pessoa, e em 111% para o ponto 4, localizado no encontro entre a Av. João Pessoa e Av. José Bonifácio, os outros pontos ficaram dentro desse intervalo de variação. Ainda, ao analisar os dados durante a tarde, a banda com maior superação do limite estabelecido foi a de 4.000 Hz, com limite ultrapassado em 95,5% para o ponto 3, localizado próximo ao Parquinho da Redenção, e 114,4% para o ponto 4. Já para as medições realizadas na região localizada ao centro do parque teve maior superação dos limites na banda de 4.000 Hz, com 66,5% para o ponto 8 e 67,6% no ponto 7.

Visto que, o ponto 4, localizado no encontro entre as Avenidas José Bonifácio e João Pessoa, foi o que mais excedeu os limites de nível de pressão sonora em relação as bandas de frequência analisadas, contribui na constatação realizada anteriormente, de que a Avenida João Pessoa transmite maior ruído ambiente para a região do parque urbano.

Devido ao tempo de aquisição de dados ser restrito esses resultados são a representação do dia analisado, estimasse que retrata o que ocorre nos outros períodos para esse parque urbano.

Dessa forma, como sugestão para trabalhos futuros recomenda-se realizar os mapas de ruído da região, que geram uma representação gráfica para identificar de forma mais precisa os problemas acústicos, e assim viabilizar estratégias no combate à poluição sonora do local.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151: Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral**. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.
- BELOJEVIC, G.; JAKOVLJEVIC, B.; ALEKSIC, O. **Subjective reactions to traffic noise with regard to some personality traits**. *Environment International*, v. 23, p. 221-226, 1997.
- BISTAFA, S. R. **Acústica Aplicada ao Controle de Ruído**. 3 ed. São Paulo. Editora Edgard Blucher Ltda, 2018.
- CALIXTO, A. **Vibração, som e luz**. Apostila do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.
- DIAS, Adriano et al. **Associação entre perda auditiva induzida pelo ruído e zumbidos**. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 22, p. 63-68, 2006.
- DUTCHEN, S. **Noise and health**. *Havard Medicine Magazine*, Spring, p. 16-17, 2022.  
<https://magazine.hms.harvard.edu/articles/noise-and-health#:~:text=Yet%2C%20in%20sectors%20from%20government,possible%20links%2C%20including%20to%20dementia.&text=Research%20also%20reveals%20how%20noise,offer%20opportunities%20to%20muffle%20noise>. Acesso: 07/11/2024
- FARIAS, Talden Queiroz. **Análise jurídica da poluição sonora**. *Revista Direito e Liberdade*, v. 3, n. 2, p. 669-688, 2010.
- JASZCZAK, A.; POCHODYŁA, E. **Evaluation of Soundscapes in Urban Parks in Olsztyn (Poland) for Improvement of Landscape Design and Management**. *Land*, v. 10, n. 1, p. 66, 2021.
- MACIEL, Karoline Farias Koloszuki. **Avaliação da paisagem sonora de parques urbanos por meio da percepção, medição de ruído e mapeamento acústico**, Trabalho de Pós Graduação - Curso de Engenharia Ambiental - Universidade Federal do Paraná, 2022.
- MENONI, G.J. **Mapeamento sonoro: avaliação de ruído urbano no entorno do prédio de arquitetura da UFRGS**, Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, 2021.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE – OMS. **Constitution of the world health organization**. Basic Documents, Forty-fifth edition, Supplement, October, 2006.
- PAIVA-VIANA, K.M. **Poluição sonora no município de São Paulo: avaliação do ruído e impacto da exposição na saúde da população**, Trabalho de Conclusão Doutorado - Curso de Ciências - Universidade de São Paulo, 2014.
- PANETO, Greicikelly Gaburro. **O ruído de tráfego automotor e os espaços públicos na cidade: estudo de caso em Vitória, ES**, Trabalho de Pós Graduação - Curso de Engenharia Civil - Universidade Federal do Espírito Santo, 2016.
- SCHWELA, D. **Environmental noises challenges and policies in low-and middle income countries**. *South Florida Journal and Health*, v. 2, n. 1, p. 26-45, 2021.

SZEREMETA, Bani. **Avaliação e percepção da paisagem sonora de parques públicos de Curitiba-PR**, Trabalho de Pós-graduação em Engenharia Mecânica - Universidade Federal do Paraná, 2007.

VAN RENTERGHEM, T.; VANHECKE, K.; FILIPAN, K.; SUN, K.; DE PESSEMIER, T.; DE COENSEL, B.; JOSEPH, W.; BOTTELDOOREN D. **Interactive soundscape augmentation by natural sounds in a noise polluted urban park**. Landscape and Urban Planning, v. 194, p. 103705, 2020.

Who burden of disease from environmental noise, **Quantification of healthy life years lost in Europe**. Disponível em:

<https://www.who.int/publications/i/item/9789289002295#:~:text=At%20least%20one%20million%20healthy,the%20western%20part%20of%20Europe>. Acesso em: 8 nov. 2024.

ZANNIN, P. H. T.; SZEREMETA, B. **Evaluation of noise pollution in the Botanical Garden in Curitiba, Paraná, Brazil**. Public Health Reports, v. 19, n. 2, p. 683-686, 2003.

## ANEXO

## ANEXO A

**Art. 26º** - As atividades que determinam a existência de zonas sensíveis a ruídos incluem escolas, bibliotecas públicas, hospitais e creches, reservas biológicas e parques urbanos e naturais.

Figura A.1: Determinação de parques urbanos como zonas sensíveis ao ruído.

Fonte: Decreto N° 8.185 (1983), que regulamenta a Lei Complementar N° 65 (1981).

**Tabela 3 – Limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período**

Tipos de áreas habitadas	RL <sub>Aeq</sub> Limites de níveis de pressão sonora (dB)	
	Período diurno	Período noturno
Área de residências rurais	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista predominantemente residencial	55	50
Área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativa	60	55
Área mista com predominância de atividades culturais, lazer e turismo	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Figura A.2 - Limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período

Fonte: NBR 10.151(2019).

FREQUÊNCIA CENTRAL DA FAIXA DE OITAVA (Hz)	NPS PASSÍVEL DE SER RECEBIDO POR ATIVIDADES DE CLASSE 1		
	Atividades emissoras de ruído		
	CLASSE 3	CLASSE 2	CLASSE 1
31,5	66	63	63
63	63	60	60
125	58	54	54
250	55	48	48
500	51	44	44
1000	49	42	42
2000	40	32	32
4000	36	27	27
8000	33	25	25

Figura A.3: Níveis máximos de pressão sonora por faixa de oitava frequência para atividades classe 1 no horário compreendido entre 7h e 19h.

Fonte: Decreto N° 8.185 (1983), que regulamenta a Lei Complementar N° 65 (1981).

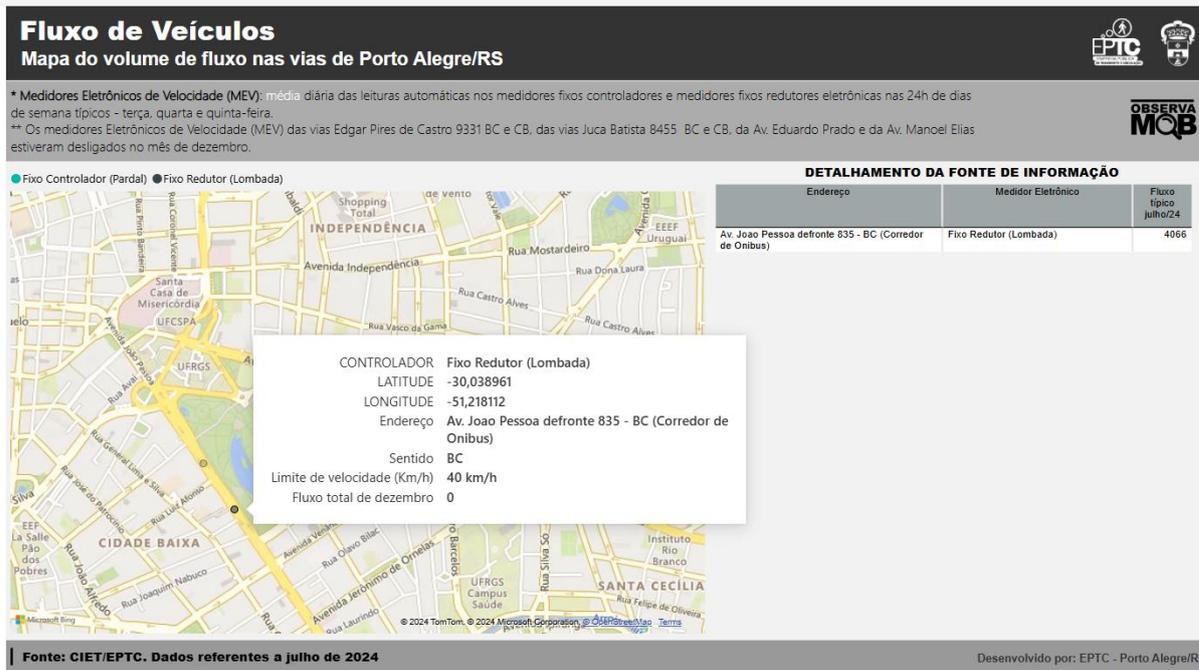


Figura A.4: Limite de velocidade na Av. João Pessoa em Porto Alegre

Fonte: <https://eptctransparente.com.br/fluxomapa>

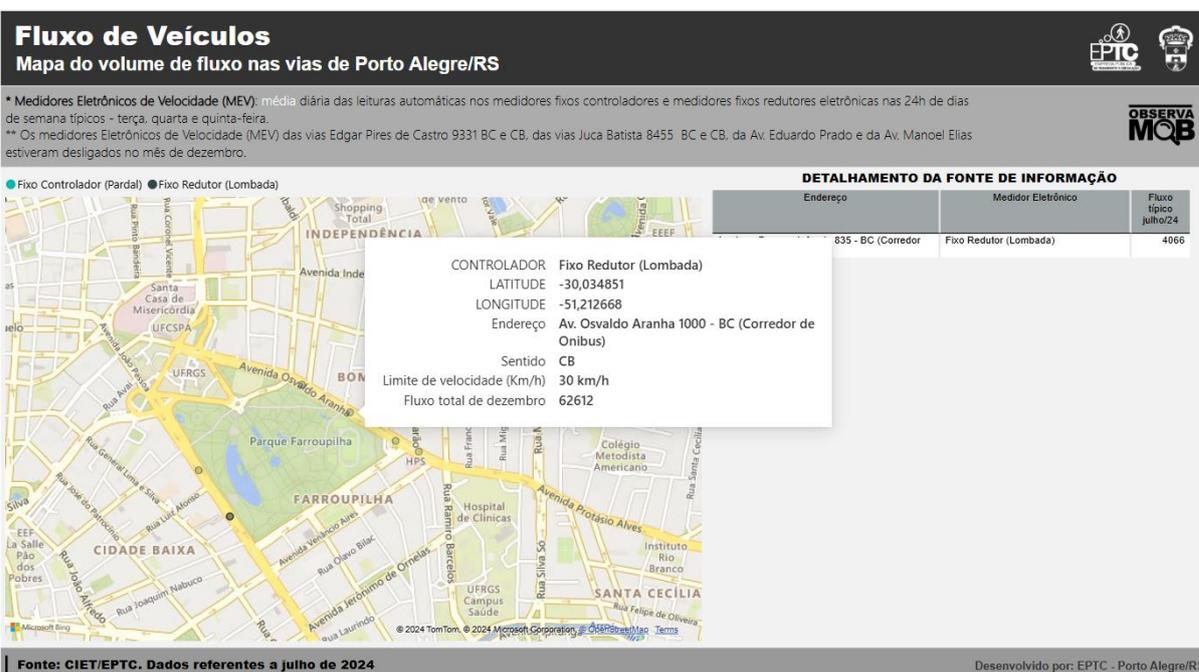


Figura A.5: Limite de velocidade na Av. Osvaldo Aranha em Porto Alegre

Fonte: <https://eptctransparente.com.br/fluxomapa>