

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS ÁGUAS LINDAS DE GOIÁS
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

ZILMA BARROS DE SENA

**MONITORAMENTO DA POLUIÇÃO SONORA NO
MUNICÍPIO DE ÁGUAS LINDAS DE GOIÁS.**

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO
NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Zilma Barros de Sena

Matrícula: 20191140050310

Título do Trabalho: Monitoramento da Poluição Sonora no Município de Águas Lindas de Goiás

Autorização - Marque uma das opções

- ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
- ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
- ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Águas Lindas de Goiás, 12/08/2022.
Local Data



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

ZILMA BARROS DE SENA

MONITORAMENTO DA POLUIÇÃO SONORA NO MUNICÍPIO DE ÁGUAS LINDAS DE GOIÁS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Licenciado do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Águas Lindas de Goiás, desenvolvido na linha de pesquisa de Monitoramento Ambiental.

Orientador(a): Dr. Leonardo Ramos da Silveira

Águas Lindas de Goiás - GO
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

S474m

Sena, Zilma Barros de

Monitoramento da poluição sonora no município de Águas
Lindas de Goiás / Zilma Barros de Sena. -- 2022.

50 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: prof. Dr. Leonardo Ramos da Silveira.
Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em ciências
biológicas) - Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Goiás, *campus* Águas Lindas, 2022.

1. Poluição sonora - Águas Lindas de Goiás. 2. Ruído
urbano. 3. Saúde ambiental. 4. Biologia - Estudo e ensino. I.
Título. II. Silveira, Leonardo Ramos da, orient.

CDD 363.7

TERMO DE APROVAÇÃO

ZILMA BARROS DE SENA

MONITORAMENTO DA POLUIÇÃO SONORA NO MUNICÍPIO DE ÁGUAS LINDAS DE GOIÁS

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Águas Lindas de Goiás como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas, desenvolvido na linha de pesquisa Monitoramento Ambiental sob a orientação do(a) Prof. Dr. Leonardo Ramos da Silveira

Aprovado em 13 de Julho de 2022.

BANCA EXAMINADORA:

(assinado eletronicamente)

Prof. Dr. Leonardo Ramos da Silveira

Orientador(a)

(assinado eletronicamente)

Prof. Dr. Renato Welmer Veloso

Docente do Departamento

(assinado eletronicamente)

Prof. Dr. Maycol Moreira Coutinho

Avaliador Convidado

Documento assinado eletronicamente por:

- Leonardo Ramos da Silveira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 12/08/2022 10:12:54.
- Maycol Moreira Coutinho, Maycol Moreira Coutinho - Docente - Unb (00038174000143), em 13/07/2022 20:47:16.
- Renato Welmer Veloso, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 13/07/2022 20:46:51.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 11/07/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 302577

Código de Autenticação: 745f20ae53



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Rua 21, Área Especial 4, Jardim Querência, ÁGUAS LINDAS DE GOIÁS / GO, CEP 72910-733
(61) 3618-9854 (ramal: 9854)

MONITORAMENTO DA POLUIÇÃO SONORA NO MUNICÍPIO DE ÁGUAS LINDAS DE GOIÁS

ZILMA BARROS DE SENA

zilmabsena@gmail.com

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Ramos da Silveira

leonardo.silveira@ifg.edu.br

Resumo

Nos últimos anos, o município de Águas Lindas de Goiás vem se destacando pelo acelerado crescimento populacional e econômico. No entanto, o processo de urbanização desordenado traz consequências indesejáveis, capazes de causar danos ao meio ambiente e provocar incômodos e transtornos que podem comprometer a saúde da população. Neste sentido, o monitoramento dos níveis de ruídos em áreas urbanizadas tornam-se de grande importância, possibilitando verificar a situação acústica da área de estudo, viabilizando a implementação de propostas que auxiliem nas medidas mitigadoras para o problema. Com o objetivo de avaliar a real situação em que se encontra o município de Águas Lindas de Goiás, foram realizadas medições dos níveis de pressão sonora em 15 pontos da cidade, utilizando um decibelímetro digital. Através de observação em campo, foi apurado informações acerca das grandezas morfológicas, meteorológicas e de tráfego com o intuito de identificar as principais fontes de poluição sonora das áreas estudadas. A coleta de dados foi realizada em de Maio de 2022, totalizando 4 medições por ponto, no período da manhã e da tarde com um intervalo de 10 minutos cada aferição. Com os resultados, constatou-se que todas as medições realizadas obtiveram valores muito acima do estabelecido pela da ABNT, NBR 10.151 e através da equação de correlação linear identificou o fluxo de veículos como um fator de grande influência para os altos níveis de poluição sonora na região.

Palavras-chave: Impactos à saúde; Poluição urbana; Pressão sonora; Problema ambiental; Ruídos.

Abstract

In recent years, the municipality of Águas Lindas de Goiás has stood out for its accelerated population and economic growth. However, the disorganized urbanization process brings undesirable consequences, capable of damaging the environment and causing nuisance and inconvenience that can compromise the health of the population. In this sense, the monitoring of noise levels in urbanized areas becomes of great importance, making it possible to verify the acoustic situation of the study area, enabling the implementation of proposals to assist in mitigating measures for the problem. In order to assess the real situation in which the city of Águas Lindas de Goiás finds itself, sound pressure levels were measured in 15 points in the city, using a digital decibel meter. Through field observation, information was gathered about morphological, meteorological and traffic magnitudes in order to identify the main sources of noise pollution in the areas studied. The data collection was carried out in May 2022, totaling 4 measurements per point, in the morning and afternoon, with a 10-minute interval each measurement. With the results, it was found that all measurements obtained values well above the established by ABNT, NBR 10.151 and through the linear correlation equation identified the vehicle flow as a factor of great influence for the high levels of noise pollution in the region.

Keywords: Health impacts; Urban pollution; Noise pressure; Environmental problem; Noise.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1	Mapa de distribuição dos pontos de coleta.....	27
Figura 2	Sistema de suporte de equipamentos.....	31
Figura 3	Níveis de pressão sonora equivalente.....	35
Figura 4	Comparativo acústico dos dados de coleta.....	37
Figura 5	Esquema de reflexão da poluição sonora.....	39
Figura 6	Ponto de coleta 10.....	40

QUADROS

Quadro 1	Caracterização dos pontos de coleta.....	26
Quadro 2	Informações meteorológicas.....	29
Quadro 3	Valores de LAeq comparados ao fluxo de veículos.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Contagem de veículos.....	32
Tabela 2	Resultados de LAeq.....	34
Tabela 3	Comparativo acústico entre NCA e NBR 10.151.....	36
Tabela 4	Características morfológicas da área de estudo.....	38
Tabela 5	Resultado dos cálculos de correlação linear.....	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnica
AG	Agência
AV	Avenida
CEMEI	Centro Municipal de Educação Inclusiva
CET	Companhia de Engenharia de Tráfego
CODEPLAN	Companhia de Planejamento do Distrito Federal
CONAMA	Conselho nacional do Meio Ambiente
dB	Decibéis
dBA	Decibéis ponderado em A
DETRAN	Departamento de Trânsito
DF	Distrito Federal
GO	Goiás
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
IBRAM	Instituto Brasília Ambiental
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i> (Comissão Eletrotécnica Internacional)
JK	Juscelino kubitschek
LAeq	Níveis de Pressão Sonora equivalente
NBR	Norma Brasileira
NCA	Nível Critério de Avaliação
OMS	Organização Mundial da Saúde
PA	Pará
PMAD	Programa Municipal de Auxílio Desemprego
PROCON	Programa de Proteção e Defesa ao Consumidor
PSIU	Programa Silêncio Urbano

RIMA Relatório de Impacto Ambiental

SP São Paulo

UNESCO *United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization*
Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciências e Cultura)

UPA Unidade de Pronto Atendimento

UR Umidade Relativa do Ar

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	13
1.1 Relevância da pesquisa	16
1.2 Objetivo geral	18
1.3 Objetivos específicos	18
2. REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 O aparelho auditivo e a percepção do som	18
2.2 O som e os fenômenos acústicos	19
2.3 Determinação dos níveis de pressão sonora	20
2.4 Os efeitos da pressão sonora no espaço urbano	21
2.5 Importância do monitoramento sonoro	24
3. MATERIAIS E MÉTODOS	25
3.1 Delimitação da áreas de estudo e escolha dos pontos de medição	25
3.2 Procedimentos metodológicos	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
6. SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS	45
REFERÊNCIAS	47

1.INTRODUÇÃO

A propagação de som¹ ao nosso redor se tornou tão corriqueira em nosso dia a dia, que mal percebemos os diferentes níveis que ecoam em nossos ouvidos. É comum nas áreas urbanas os habitantes serem submetidos a diversos sons ao mesmo tempo: são os motores dos veículos, o fluxo das pessoas, as buzinas, sons residenciais e automotivos, construções, etc. Essa mistura de sons, dependendo do tempo e intensidade pode tornar-se prejudicial e causar danos fisiológicos ou psicológicos às pessoas, além de afetar o equilíbrio da fauna e flora urbana.

A poluição sonora, segundo IBRAM (2019), é definida como qualquer alteração das propriedades físicas do meio ambiente causada pelo som, que seja direta ou indiretamente nocivo à saúde, à segurança e ao bem estar dos indivíduos.

Considerada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como um problema de saúde pública, a poluição sonora lidera a 3ª posição no ranking de poluição ambiental, ficando atrás apenas da poluição do ar e da água. Este problema vem se tornando cada vez mais crescente na medida que ocorre o avanço da urbanização. Garbim (2013) afirma que problemas ambientais causados pela ação do homem cresceram numa proporção tamanha que a conscientização sobre a preservação do meio ambiente passou a se constituir em uma necessidade global, que pode comprometer povos e governos.

Esta é uma problemática recorrente que assola o planeta desde longas datas, no Brasil podemos destacar alguns eventos que marcam a história da poluição sonora. Souza (1958) relata em seu livro “Ciclo do carro de boi no Brasil”, que o barulho dos carros de boi faziam mal aos nervos dos habitantes das cidades (São Paulo), tanto que tornou-se comum a proibição do canto provocado pelas rodas dos carros de boi dentro dos maiores núcleos de população. Os sons não eram tão estridentes quanto o rechino dos trens, mas incomodava os habitantes das cidades. Narra também sobre as primeiras leis municipais da cidade de São Paulo datada de 21 de Abril de 1852 que os transportes de rodas fixas deveriam ter seus eixos bem lubrificados para não chiarem. Os que assim não o fizessem, pagariam multa de um mil réis e o dobro em cada uma reincidência, “o rechino dos carros, ainda que muito menos estridente que o das curvas das tranvias ou o sibilar do trem, incomoda mais aos habitantes das cidades” (CARREIRAS; CANDY, 1931 *apud* SOUZA, 1958, p.327).

¹ Segundo o IBAMA (2019), o som é definido unicamente como fenômeno físico, isto é, como movimento ondulatório de átomos e moléculas em um meio.

Outro evento marcante registrado no ano de 1912 foi o ato municipal do estado de São Paulo que proibia o estalar de chicotes daqueles que conduziam carruagens (FIORILLO, 2013). Todavia, a Revolução Industrial foi um ponto crucial na história que, principalmente no século XIX, acelerou o processo de poluição ambiental. A grande concentração humana nas áreas urbanas que elevou avanços econômicos e tecnológicos, agravando a poluição sonora provocada pelos ruídos maquinários, agitação do comércio, dos veículos e indústria do som, acelerou o processo degradativo do meio ambiente (RINARD, 2014). Os níveis de ruídos se elevaram consideravelmente, diferente da poluição da água, ar e do solo, a poluição sonora afeta a população de forma invisível, gradativa e cumulativa, ocasionando efeitos diretos na saúde auditiva (ZAJARKIEWICCH, 2010).

Em 1972, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada na cidade Sueca, Estocolmo, considerou que o meio ambiente é essencial para o bem estar humano e até mesmo como uma garantia do direito à vida. Reconheceu que o homem tem a obrigação de proteger o meio ambiente para as gerações futuras. A exposição a altos níveis de ruídos causam efeitos irreversíveis para todo o nosso organismo, fato que levou as autoridades europeias, em 1989, considerarem o ruído um problema de saúde pública (DERISIO, 2012).

Em 1981 foi promulgada pelo Congresso Nacional a Política Nacional do Meio Ambiente, Lei nº 6.938/81 definindo a poluição como um fator de degradação do meio ambiente:

II - degradação da qualidade ambiental, a alteração adversa das características do meio ambiente; III - poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (BRASIL, 1981, Art. 3º).

A emissão de sons em níveis que causam incômodos às pessoas e animais e que prejudica, assim, a saúde e as atividades humanas, enquadra-se perfeitamente no conceito de poluição legalmente aceito no Brasil (JUNIOR, 2002). Desde então, as maiores mudanças feitas a nível nacional que visa a normatização sobre poluição sonora, é a Resolução nº 001/90 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA onde considera que os problemas dos níveis excessivos de ruído estão incluídos entre os sujeitos ao Controle da

Poluição de Meio Ambiente e que a deterioração da qualidade de vida está continuamente agravada pela poluição sonora (CONAMA, 1990). Esta lei visa resolver, entre diversos problemas de poluição sonora, a questão da emissão de ruídos em decorrência de qualquer atividade industrial, comercial, social ou recreativa, inclusive as de propaganda política. Obedecendo aos critérios estabelecidos pelas normas NBR 10.151 (2019), fixando os níveis de ruídos aceitáveis, as condições exigíveis para a avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades, independente da existência de reclamações.

Águas Lindas de Goiás é uma cidade que está em processo de urbanização em ritmo acelerado, com uma área total de 191.198 km² e sua população é quase inteiramente urbana. O município tornou-se lar de inúmeras famílias à procura de melhores condições de vida e refúgio dos migrantes que foram atraídos ao Distrito Federal em busca de melhores oportunidades de emprego, mas que tiveram suas expectativas frustradas pelo alto custo de moradias da Capital Federal. Os baixos valores dos loteamentos surgem como uma alternativa de vida, incentivando essas famílias a construir e se estabelecer no município.

Após o ano da sua emancipação, em 1996 foi registrado 61.478 habitantes PMAD (2018), em 2021 o número populacional estimado pelo IBGE foi 222.850. Águas Lindas de Goiás é a sexta maior cidade do Estado de Goiás, foi considerada uma das áreas urbanas que mais cresceu na América Latina” durante o período de sua explosão demográfica (PMAD, 2018). Suas características estruturais possuem grande relação com os fatores sociais/econômicos vividos pela população. O grande adensamento populacional que avança no município traz consigo fatores agravantes da poluição sonora.

Almeida, Trigueiro e Cavalcante (2020) afirmam que a poluição sonora é um problema presente nas cidades, devido ao intenso processo de urbanização e que afeta a qualidade de vida dos seus habitantes. Águas Lindas de Goiás não é uma exceção, alguns locais estão expostos a um grande fluxo de veículos e pessoas, aumentando consideravelmente os níveis de ruídos. No Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) realizado em 2007 com o objetivo de elaborar o estudo de impactos positivos e negativos com a implantação da duplicação da Rodovia 070, principal via de acesso que passa no meio da cidade realizou um estudo de poluição sonora em 28 pontos ao longo da BR-070, constatando a ocorrência de ruídos em torno de 80-90 dB predominantemente ocasionado por veículos automotores, níveis muito acima da média permitida.

A Resolução CONAMA nº 272 de 14/09/2000 estabelece que o nível de ruídos mais elevado para veículos automotores (veículo de carga) é de 80 dB. Níveis de som mais

elevados do que o recomendado podem provocar efeitos que afetam diretamente no sistema auditivo, além de provocar danos de forma indireta como por exemplo o estresse e irritabilidade, podendo ser prejudiciais à saúde e bem estar dos humanos e a degradação do meio ambiente.

Neste contexto, o objetivo deste estudo é investigar se os níveis de ruídos nas avenidas comerciais, hospitalares e escolares da cidade de Águas Lindas de Goiás, estão dentro dos níveis aceitáveis pelas Normas Brasileiras, se são nocivos à saúde pública e quais as consequências desses níveis para a saúde da população. Identificar os níveis de poluição sonora na cidade de Águas Lindas de Goiás, assim como os pontos de maior incidência, podendo contribuir para o planejamento de estratégias e ações que visem garantir melhor qualidade de vida para a população e o meio ambiente. Também pode contribuir como base para futuras pesquisas no âmbito acadêmico e até mesmo autoridades locais como fontes de pesquisa de dados, na busca de soluções conjuntas para a melhoria da paisagem sonora da região e desenvolvimento de ações que promovam a saúde auditiva dos habitantes.

Essa pesquisa está estruturada em 6 partes, que corresponde à: **(1) Introdução** que traz um contexto histórico sobre a poluição sonora e o contexto geral sobre a cidade de Águas Lindas de Goiás e sua rápida urbanização; apresentação dos objetivos e a importância deste trabalho **(2) Revisão Bibliográfica** a respeito dos assuntos tratados neste estudo. **(3) Materiais e métodos** que correspondem à parte prática e os procedimentos metodológicos adotados para a realização da pesquisa. **(4) Resultados e Discussões** que trás a apresentação dos resultados e argumentação com base nas repercussões que trouxeram os resultados. **(5) Considerações Finais** correspondente à finalização da pesquisa com a conclusão acerca dos desfecho apresentado pela pesquisa. **(6)** trata de **Sugestões de Pesquisas** a serem realizadas no futuro que possam contribuir para o melhoramento acústico e consequentemente a saúde da população e meio ambiente.

1.1 Relevância da pesquisa

O aumento da poluição sonora é insustentável e provoca danos ao ser humano e ao meio ambiente, constitui em uma fonte de incômodo tornando-se um problema de saúde pública pois influencia diretamente para a perda da qualidade de vida da população. Fiorillo (2013) descreve o ruído como “um fenômeno tipicamente urbano, sendo este aspecto do meio ambiente grande objeto de preocupação do Poder Público e da coletividade”. Ações negativas

provocadas pela expansão demográfica da cidade, gera problemas ambientais. A poluição sonora é uma das principais causas de degradação do ambiente urbano. Segundo Rinard (2014), bares, casas noturnas, pequenas fábricas, indústrias e o fluxo do trânsito de veículos produzem poluição sonora, causam perturbação do sossego público e afetam a qualidade de vida da população.

Os efeitos do ruído para o homem são diversos e podem comprometer sua saúde. Derisio (2012) relata que “esses problemas vão desde a redução da capacidade auditiva até a deficiência permanente, além de problemas cardiovasculares, perturbação do sono, irritação geral, perturbação na comunicação, também está associado ao medo e ansiedade, conduta social e restrições na vida doméstica”.

O único estudo sobre poluição sonora feito no município e somente em um eixo territorial, foi o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) realizado em 2007 e mesmo os resultados apresentando altos níveis de ruídos, a justificativa contida no documento para o não impedimento da construção da duplicação da BR-070 ou o uso de medidas preventivas de contenção, relata que “o barulho já existia e a população nunca reclamou dessa poluição como um problema” (DNIT, 2007, p.5). O argumento que vale a pena ser discutido em relação a essa justificativa é que o aumento dos níveis sonoros não se trata de sentir-se incomodado ou estar doente, trata-se dos direitos fundamentais garantidos por lei a todos os homens, o bem-estar e a qualidade de vida.

Para se ter qualidade de vida, é preciso também se ter qualidade sonora, eis que ambas coexistem. A poluição sonora gera efeitos sobre a qualidade de vida e bem-estar do homem e sobre o meio ambiente como um todo, e a audição humana pode sofrer danos físicos (somáticos) quando expostas a ruídos excessivos durante um tempo prolongado, podendo ocasionar até a deficiência auditiva permanente (GARBIN, 2013).

Identificar os níveis de poluição sonora na cidade de Águas Lindas de Goiás, assim como os pontos de maior incidência, pode contribuir para o planejamento de estratégias e ações que visem garantir melhor qualidade de vida para a população e o meio ambiente. Também pode contribuir para a comunidade acadêmica e até mesmo autoridades locais como fontes de pesquisa de dados, na busca de soluções conjuntas para a melhoria da paisagem sonora da região e desenvolvimento de ações que promovam a saúde auditiva dos habitantes.

1.2 Objetivo geral

Esta pesquisa propõe investigar os níveis de poluição sonora nas avenidas comerciais, hospitalares e escolares da cidade de Águas Lindas de Goiás, através do monitoramento acústico dos locais de maior movimentação.

1.3 Objetivos específicos

- Identificar as principais fontes emissoras de ruídos.
- Analisar comparativamente as medições provenientes dos locais de pesquisa com níveis de pressão sonora aceitáveis pela ABNT, NBR 10.151.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Neste item da revisão de literatura, serão abordados de forma simplificada sobre as principais partes morfológicas do aparelho auditivo e suas funções na repercussão das vibrações acústicas. Discorre também sobre o som, como ele se propaga, as determinações dos níveis de pressão sonora, finalizando com o contexto sobre os efeitos que a pressão sonora pode provocar no meio urbano.

2.1 O aparelho auditivo e a percepção do som

O que nos permite avaliar e distinguir os diversos sons que ouvimos ao nosso redor todos os dias só é possível devido aos estímulos provocados pelas vibrações que ressoam em nosso ouvido que transforma essas vibrações em impulsos elétricos enviando as informações para o cérebro. O aparelho auditivo humano pode ser subdividido em externo, médio e interno.

O ouvido externo é composto pelo pavilhão auditivo (orelha) e o canal auditivo. O pavilhão auditivo capta o som recebido, direciona para o canal auditivo, que por sua vez transmite para o tímpano que, agindo como um tradutor, ressoa e transfere a energia mecânica para o ouvido médio. O ouvido externo possui um formato aproximado de corneta e apresenta ressonâncias que resultam em amplificação de determinadas frequências (COUTO; CARVALHO, 2009, p.16).

O ouvido médio possui três regiões ossiculares articuladas entre si: martelo, bigorna e estribo, limitadas entre a membrana timpânica e a cóclea. As vibrações mecânicas transmitidas pelo tímpano, faz vibrar a cadeia ossicular que por sua vez transmite o som para a cóclea.

O ouvido médio, pode ser entendido como uma espécie de caixa preenchida por ar onde a membrana timpânica e os ossículos estão localizados. Ao receber as ondas sonoras, a estrutura vibra, movendo os três ossículos promovendo a propagação do som até a janela oval/ouvido interno (CRISÓSTOMO, 2014, p.7)

O aparelho auditivo interno é formado por uma cavidade revestida por pequenos pêlos e em seu interior possui um líquido que auxilia na transmissão das oscilações para o nervo auditivo, que envia as oscilações para o cérebro (COSTA; HEINIG, 2018, p. 76).

2.2 O som e os fenômenos acústicos

Segundo Mendes (2013), o som é uma onda longitudinal que se propaga de forma mecânica e Costa e Heing (2018) complementam que o som necessita do auxílio de ar e outros elementos para serem transmitidos (sólido, líquido e gasoso). Através do sistema sensorial auditivo podemos perceber o som e as vibrações produzidas por ele por meio de ondas que se propaga em frequência, intensidade e timbre.

[...] para que uma pessoa escute, uma gama considerável de eventos precisam acontecer: um som audível deve ser produzido, precisa haver um meio para que se propague e atinja o seu aparelho auditivo, este deve funcionar e transmitir as informações do som (frequência, amplitude, timbre, localização da fonte sonora) para o nervo auditivo. Este último, por sua vez, deve conduzir as informações, via células auditivas, para o encéfalo que interpretará o som (RUI, 2007, p.7).

A frequência são oscilações vibratórias por segundo, representadas através de números pela unidade de medida Hertz (Hz). De acordo com Costa e Heing (2018) *Apud* Nussenzveig (1981), “a frequência detectados pelos ouvidos de uma pessoa estão na faixa entre 20Hz a 20.000Hz, onde faixas abaixo de 20Hz são caracterizadas como infra-sons, as faixas acima de 20.000Hz são ultra-som” e a frequência no intervalo entre essas faixas, no qual podem ser detectados pelos ouvidos humanos é denominada banda audível.

A intensidade sonora corresponde a percepção da amplitude da vibração de uma onda sonora. Expressada de forma logarítmica, a intensidade sonora emitida pela fonte é diferente da intensidade percebida pelo receptor. “O nível de sensação sonora (β) é diferente da intensidade sonora emitida pela fonte, pois é definida como sendo a medida da intensidade média percebida pelos ouvidos de uma pessoa” (COSTA; HEINIG, 2018, p. 105). De acordo com o Sistema Internacional de Unidades para expressar as grandezas físicas sonoras, para facilitar a medição da pressão sonora em relação à percepção auditiva, consiste na escala logarítmica utilizando-se um décimo de Bell como medida padrão.

O timbre também é um elemento que caracteriza a oscilação espacial da onda sonora, que nos permite diferenciar sons emitidos por diferentes fontes sonoras. Está relacionado com a intensidade da onda sonora emitida pela fonte e depende da somatória das muitas frequências que compõem o som. “[...] nossa voz é um bom exemplo de timbre, todos nós temos uma voz que nos define e acaba se tornando reconhecível” (MENDES, 2013, p.16).

2.3 Determinação dos níveis de pressão sonora

O som está presente no nosso cotidiano de maneira tão natural que dificilmente paramos para refletir sobre a sua importância e seus efeitos, a não ser que este som passe a ser um incômodo aos nossos ouvidos. “Os efeitos do ruído no homem podem ser físicos, psicológicos e sociais. O ruído prejudica a audição, interfere na comunicação, provoca fadiga e reduz a eficiência” (DERÍSIO, 2012, p.186). Um ambiente sonoro saudável é muito importante para a qualidade de vida das pessoas. Segundo Meirelles e Vasconcelos (2020), o ambiente sonoro é um componente essencial do nosso equilíbrio, moldando o nosso comportamento individual e coletivo.

Por isso se faz necessário avaliar os níveis de ruídos ecoantes que podem tornar-se prejudiciais à saúde humana e de todo o meio ambiente. O nível de pressão emitido pelos ruídos podem ser medidos por meio de instrumento apropriado para medições acústicas denominado sonômetro ou mais conhecido como decibelímetro.

Os circuitos eletrônicos dos medidores sonoros são padronizados e classificados de modo a simular o comportamento do ouvido humano (NAGEM, 2004, p.21). Os decibelímetros são classificados de acordo com a ponderação em frequência que corrige os

níveis sonoros em decibéis: dB(A), dB(B), dB(C) e dB(D). A ponderação A é a mais utilizada nas medições de nível de pressão sonora por ter maior aproximação com a percepção do ouvido humano.

Assim como os ruídos em determinado ambiente apresenta inúmeras variações, para encontrar o valor adequado da pressão sonora, segundo a ABNT, NBR 10.151 é calculado o nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A, representada pela equação:

$$LAeq = 10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{Li}{10}}$$

$LAeq$ [dB (A)] designa o nível de pressão sonora equivalente ponderado em A, Li é o nível de pressão sonora, em dB (A), lido em resposta rápida a cada 5 s, durante o tempo de medição do ruído, enquanto n representa o número total de medições registradas (SANTOS, 2019, p.35).

2.4 Os efeitos da pressão sonora no espaço urbano

“Os sons podem desencadear diferentes sensações, resultando em momentos prazerosos ou tornar-se perturbadores e indesejáveis” (ZAJARKIEWICCH, 2010), a depender dos níveis da pressão sonora, a frequência com a qual níveis são emitidos e do tempo de exposição. De acordo com Ferri (2013), “níveis acima de 50 dB podem provocar efeitos negativos ao ser humano tais como, insônia, estresse, depressão, perda auditiva, dores de cabeça, perda de concentração, aumento da pressão arterial [...]”.

A urbanização desencadeia crescimento acelerado dos níveis sonoros e por consequência, “podem provocar danos à saúde comprometendo drasticamente a qualidade de vida do homem” (FERRI, 2013, p.15). O município de Águas Lindas de Goiás, por ser uma cidade em expansão possui essas características e necessita de atenção da comunidade e do poder público do município para evitar maiores danos ambientais. Com sua estrutura disposta de maneira desordenada e sem planejamento, existem áreas mistas que além do comércio, também possuem escolas públicas municipais e estaduais, unidades de saúde e residências, e tudo isso pode ser encontrado em um único quarteirão. É o caso da Avenida JK, no Bairro Jardim Brasília, a avenida comercial mais intensa da cidade, com um grande fluxo de veículos, carros de som e pessoas. Junto com essa diversificação em estrutura e espaço, há também uma variedade de sons que podem impactar na saúde das pessoas que transitam nas ruas, nos trabalhadores dos comércios, nos alunos e nos pacientes que buscam atendimento nas unidades de saúde. Mesmo sem se dar conta, as pessoas que circulam nessas áreas podem

estar correndo riscos a sua saúde. De maneira sutil, o ruído é um poluente invisível que agride os indivíduos e lhes causa danos tanto auditivos quanto em todo o organismo, gerando um problema de saúde pública. (LACERDA *et al.*, 2005).

A exposição à sonorização excessiva e prolongada pode provocar danos fisiológicos, psicológicos e sociais. Uma pesquisa realizada na cidade de Curitiba/ PR com a intenção de identificar as reações psicossociais da população ao ruído ambiental, resultou que as principais reações foram irritabilidade, baixa concentração, insônia e dor de cabeça (LACERDA *et al.*, 2005)

Souza (1992), diz que “o ruído é um dos sincronizadores ou perturbadores do ritmo do sono mais importantes”, também descreve que “o sono de todos os indivíduos é sensível ao ruído, e provoca perdas proporcionais às perturbações nas suas nobres funções. [...] Um pulso de som de 90 dB de apenas 20 segundos desenvolve 80 segundos de constrição periférica nos vasos sanguíneos”. Em outro estudo, Souza (1998) relata que “a baixa qualidade do sono pode deixar prováveis sequelas não mensuradas como o aumento de cansaço, perdas de concentração, de humor, de criatividade etc.”

Na extensão de todo o perímetro urbano do município de Águas Lindas de Goiás, segundo o site Qedu.org o Senso Escolar de 2021 registrou o total de 98 instituições de ensino: 46 escolas municipais que corresponde às séries da Educação Infantil e Ensino Fundamental I; 17 escolas Estaduais que inclui estudantes do Ensino Fundamental II e Ensino Médio; 34 escolas particulares com crianças da Educação Infantil ao Ensino Médio; e 1 Federal. Entre as escolas públicas e particulares da educação básica, na Pesquisa Metropolitana por Amostra de Domicílio (PMAD), no ano de 2018 foram registrados 54.885 estudantes que podem ter tido o ensino afetado com os altos níveis de ruídos no perímetro escolar (CODEPLAN, 2019).

Estudos realizados em uma escola de ensino médio, na cidade de Tomé-Açu/PA apontou que os professores sofrem de diversos sintomas que podem afetar sua saúde e que, tais sintomas, podem estar associados aos altos índices de poluição que afetam o ambiente escolar, principalmente nas salas de aulas. Considerando efeitos fisiológicos e psicológicos, há, sem dúvida, bastante interferência na produção e rendimento dos profissionais em sala de aula, devido à poluição sonora. Os níveis de ruído também interferem de forma negativa no

ensino-aprendizagem, provocando nos alunos agitação, desinteresse e desconcentração (SOUZA; CORDEIRO; PASSOS, 2013, p.17).

Em relação a ocupação populacional dos habitantes de Águas Lindas de Goiás, de acordo com o PMAD (2018), uma estimativa de 29.149 habitantes trabalham na cidade, sendo que o maior percentual estão alocados no comércio local (10%) e na construção civil (5.38%). No âmbito trabalhista, Santos e Santos (2000) defendem que um trabalhador que fica exposto a um ambiente com elevados níveis de ruídos por períodos que incapacita a defesa de recuperação do ouvido, pode desenvolver lesões no ouvido interno e diminuir sua sensibilidade auditiva. Altos níveis de ruídos também estão associados ao aumento do número de acidentes de trabalho, a aumento da incidência de hipertensão arterial, de gastrite e úlcera gástrica, a alterações do sono e neuropsíquicas.

Quanto aos principais meios causadores de ruídos, Milanez (2013) afirma que o tráfego de veículos é um agente causador do impacto ambiental negativo. Neste ano, o Departamento de Trânsito de Goiás (DETRAN-GO, 2022) identificou que existe uma frota de 37.413 veículos registrados no município. Considerando que dentro da cidade passam 3 grandes vias de acesso: a BR 070 (Brasília - Águas Lindas de Goiás - Cocalzinho de Goiás), a GO-547 (Águas lindas de Goiás - Santo Antônio do Descoberto) e Estrada Parque Águas Lindas de Goiás interligada a DF-533 (Águas Lindas de Goiás - Padre Bernardo), todas elas atravessam o perímetro urbano. Estevam (2013) afirma, em estudo feito na cidade de Campinas/SP, que o principal gerador de reclamações por parte da população, é o barulho do tráfego, sendo os veículos automotores responsáveis por 80% das perturbações sonoras urbanas.

A diversidade e intensidade de sons que ecoam pelas ruas da cidade podem refletir em um cenário de impactos sonoros negativos. Neumann (2018) descreve uma metrópole contemporânea como o ritmo frenético da paisagem sonora que pode ser facilmente verificável: são os ruídos do tráfego rodoviário intensificados nos horários de pico, as constantes obras da construção civil, o fluxo de pedestres nas ruas, a música dos bares, o latido dos diversos cachorros, além de atividades eventuais. Tais características torna-se cada vez mais corriqueira no espaço urbano e na cidade de Águas Lindas de Goiás não é muito diferente, as perturbações geradas pela expansão da urbanização em seu território podem tornar-se um problema de desconforto acústico e refletir no bem-estar e na saúde da

população e assim como Garbim (2013) afirma, é hora de se dar ouvidos ao problema da poluição sonora para que os ouvidos não se percam.

2.5 Importância do monitoramento sonoro

Para avaliar os problemas da poluição sonora no espaço urbano, identificando os focos disseminadores de ruídos, existem importantes métodos e ferramentas adequadas que podem ser utilizadas, como por exemplo, o monitoramento e mapeamento sonoro que possibilitam verificar a situação e auxiliam no controle dos níveis de pressão sonora.

Estudos de monitoramento sonoro contribuem para a avaliação da exposição ao ruído em determinada área e origem dos principais causadores desta problemática, demonstrando a relevância da implementação de propostas corretivas que auxiliem na tomada de decisões por parte dos órgãos competentes como as autoridades executivas, legislativas e a fiscalização ambiental.

Com o passar dos anos, a atenção com o monitoramento sonoro tem ganhado espaço no Brasil. Estudos realizados por Santos (2019) com o objetivo de avaliar a poluição sonora em área urbana localizada na região central de Goiânia, através do monitoramento dos níveis de ruídos, identificou os pontos críticos de maior índice de exposição sonora, possibilitando elaborar mapas de ruídos com o objetivo de diagnosticar a situação acústica da região e simular cenários futuros que pudessem prever o impacto provocado pelo ruído na área de estudo.

Em 2012, foi iniciado o monitoramento da poluição sonora no Distrito Federal em uma parceria do IBAMA e UNESCO, com o intuito de realizar um estudo de modelagem de ruído veicular na região central de Brasília concluindo que devido o grande volume cada vez maior de veículos, os níveis de pressão sonora demonstra um potencial de impacto significativo, indicando que 18,3% da população está expostas a limites (dB) superiores indicados pela OMS, indicando a necessidade de elaborar planos de redução de ruídos.

Foi criado pela Prefeitura da Cidade de São Paulo em Setembro de 2021, o Programa Silêncio Urbano (PSIU), a fim de tornar a vida do cidadão mais tranquila. O programa visa a fiscalização dos estabelecimentos comerciais, indústrias, instituições de ensino, templos religiosos, bailes funk/pancadões e assemelhados, estabelecendo horários de funcionamento passíveis de multas de até 36.000,00 para infratores, fiscalização conjunta pelos órgãos da Polícia Militar e Guarda Civil Metropolitana e, eventualmente, da Vigilância Sanitária,

Companhia de Engenharia de Tráfego (CET), Polícia Civil e Subprefeituras e disponibilização de canal de denúncias para a população.

Em Curitiba, foi realizado um estudo do impacto ambiental sonoro com a implantação do trecho norte da linha verde por Milanez (2013). Através de medições e mapas acústicos foi possível elaborar simulações de possíveis medidas mitigadoras que pudessem reduzir os níveis sonoros. Também, através da elaboração de mapas, fez previsões computacionais dos níveis sonoros para os próximos 20 anos e os resultados sugeriram que as medidas propostas em simulações eram insuficientes para reduzir os níveis sonoros com base nos valores estabelecidos pela Lei Municipal e Normas Brasileiras.

Brasileiro *et al* (2018) fez diversas pesquisas nas cidades de Belém, Fortaleza e Natal por iniciativa do poder público, entretanto, a grande contribuição para os estudos e monitoramento da poluição sonora em todo o Brasil, são realizadas no meio acadêmico, reafirmando a importância de investimentos no âmbito educacional e em ferramentas para elaboração de planos municipais planejamento urbano e gestão ambiental.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este item apresenta os materiais e métodos usados para realizar a pesquisa, assim como o caminho percorrido para a elaboração e execução de cada etapa.

3.1 Delimitação da áreas de estudo e escolha dos pontos de medição

Definir a área de estudo, assim como a quantidade de pontos, o total de dias, o horário de execução e o tempo de duração de cada medida, é um processo muito importante e existem alguns detalhes que podem determinar o percurso e o resultado da pesquisa: tempo, área da análise, recursos financeiros, equipamentos disponíveis e disponibilidade de pessoal para a apuração dos resultados da pesquisa.

Considerando esses importantes quesitos, a caracterização da área de estudo foi delimitada de forma que uma única pessoa pudesse realizar o percurso a pé. Para isso, com o auxílio do Google Earth foram previamente definidos e distribuídos os pontos de coleta de dados na porção central da cidade de Águas Lindas de Goiás, margeando as principais vias de acesso do município, de modo que contemplasse as características de diferentes cenários: áreas comerciais, residenciais, escolares, administrativas, recreativas e hospitalares. Esses

pontos posteriormente foram ajustados de maneira que possibilitasse realizar as medições sem interferência nos resultados da pesquisa. As medidas foram efetuadas a pelo menos 2 m de qualquer estrutura refletora e o aparelho de medição ficou posicionado a 1,20 m de altura acima do solo, conforme os requisitos mínimos exigidos pela ABNT 10.151 para ambientes externos.

Também foram considerados como critérios para definir os locais, o fluxo de veículos e pessoas, a realidade estrutural de Águas Lindas de Goiás que em sua totalidade é basicamente composta por áreas mistas, geralmente em um único bairro ou até mesmo uma única quadra, pode conter diversas características (comércio, residências, escolas, clínicas hospitalares, etc).

Desta forma, os pontos de coleta foram concentrados na Avenida JK, na marginal da BR 070 e na Avenida Rio Grande do Sul, totalizando 15 pontos (Quadro 1 e Figura 1). Além de serem avenidas centralizadas que interligam o município a outras cidades como: Brasília, Cocalzinho, Santo Antônio do Descoberto e Padre Bernardo, também são locais com grande fluxo de veículos e pessoas.

Quadro 1 - Descrição e caracterização dos 15 pontos da área de estudo.

Caracterização da área de estudos			
Pontos	Descrição	Referência	Característica/NBR 10.151
1	Rua 36, Jardim Brasília, Jardim Brasília	Praça da Bíblia	área mista recreativa, residencial e comercial
2	Avenida JK, Quadra 37, Jardim Brasília	Clínica odontológica Teff, Ag. dos Correios	Área comercial
3	Avenida JK, Quadra 25, Jardim Brasília	Policlínica, CEMEI - Centro Municipal de Educação Inclusiva	Área mista comercial, educacional e hospitalar
4	Avenida JK, Quadra 16, Jardim Brasília	Auto escola Brasiliense	Área comercial
5	Avenida JK, Quadra 12, Jardim Brasília	Drogasil, Brandas Group	Área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativa
06	Avenida Brasília, Quadra 109 B, Bairro Setor 10	Hospital Municipal Bom Jesus	Área mista comercial, educacional e hospitalar
07	Avenida Brasília, Quadra 25, Bairro Setor 08	Estacionamento do Supermercado Tatiko	Área comercial

Continua na próxima página

Caracterização da área de estudos			
Pontos	Descrição	Referência	Característica/NBR 10.151
08	Av. Santa Luzia - Mansões Centro Oeste	Águas Lindas Shopping	Área mista com predominância de atividades culturais, lazer e turismo
09	Av. Rio Grande do Sul, Quadra 12, Jardim Querência	Posto Ipiranga, Viaduto, Sol Nascente Distribuidora	Área comercial
10	Av. Rio Grande do Sul, Quadra 26, Jardim Querência	Terreno vazio em frente ao Cartório Eleitoral	Área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativa
11	Av. Rio Grande do Sul, Quadra 8, Camping Club	Procon-GO	Área comercial
12	Rua 4, Quadra 6, Camping Club	Escola Municipal Orlando Soares de Sousa	Área mista comercial, educacional
13	Avenida Águas Lindas, Quadra 52, Queda do Descoberto	Terreno vazio ao lado do Residencial Safira III	Área estritamente residencial urbana
14	Avenida Águas Lindas/Rua 40, Quadra 52, Queda do Descoberto	Próximo a Igreja Pentecostal Jesus é o Caminho da Vida	Área estritamente residencial urbana
15	Rua B3/ Av. Perimental, Mansões Odisséia	UPA Pediátrica 24hs Odisséia	Área mista comercial, educacional e hospitalar

Conclusão

Fonte: O próprio autor.

Figura 1: Mapa com a distribuição dos pontos de coleta de dados.



Fonte: Google Earth Pro, 2022. Elaborado pelo autor.

Segundo Nagem (2004), as medidas podem ser obtidas a cada segundo, minutos ou quarto de horas e são utilizadas para se construir a distribuição dos níveis de ruídos de uma determinada região. A NBR 10.151/2019 da ABNT diz que o tempo de medição em cada ponto deve ser definido de modo a permitir a caracterização sonora do objeto de medição, abrangendo as variações sonoras durante o seu funcionamento ou operação, no ambiente avaliado. A norma estabelece também que o período noturno começa depois das 22 horas e termina antes das 7 horas do dia seguinte durante a semana e domingos e feriados termina antes das 9 horas do dia seguinte.

Alguns autores estabelecem o tempo, fracionando o dia em manhã (de 07h às 12h), tarde (de 12h às 17h), vespertino (de 17h às 22h) e noite (de 22h às 07h). Devido ao curto tempo de execução da pesquisa, a falta de pessoal e a segurança, definiu-se o total 4 medições, no período diurno entre 8 horas e 18 horas.

3.2 Procedimentos metodológicos

Conforme a ABNT NBR 10.151, os instrumentos usados para medição do nível sonoro (decibelímetro) devem atender aos critérios da IEC 61672, sendo obrigatoriamente necessário o uso de protetor de vento acoplado no microfone para medições ao ar livre, posicionado conforme sugere a norma para ambientes externos próximos a edificações . Para operação em campo livre, o medidor de ruídos deve ser calibrado conforme normas declaradas pelo fabricante e o calibrador também deve atender aos critérios normativos da IEC 60942.

Durante toda a coleta de amostras foi verificado a temperatura climática e velocidade do vento para garantir quaisquer interferências no resultado da pesquisa. Segundo o fabricante do decibelímetro as condições climáticas ambientais suportadas pelo aparelho é de 0° a 50°C, Umidade relativa do ar entre 10 a 90 % UR e em relação a velocidade do vento a ABNT NBR 10.151 aponta que mesmo com o uso do protetor de microfone a influência do vento pode alterar os resultados da pesquisa, sugerindo a velocidade do vento superior a 5 m/s , ou seja, 18 km/h podem ser significativos nos resultados. A cada medição feita, foi verificado as condições climáticas (temperatura e velocidade do vento) pelo aplicativo do celular *The*

Weather Channel e os dados obtidos se encontravam dentro dos padrões recomendados (Quadro 2).

Quadro 2: Informações meteorológicas registradas durante a coleta de dados.

<i>Informações meteorológicas 26/05/2022</i>						
<i>Ponto</i>	Manhã			Tarde		
	Hora	Temperatura	Vento	Hora	Temperatura	Vento
<i>1</i>	08:11	16°	16 Km/h	14:14	24°	14 Km/h
<i>2</i>	08:40	17°	16 Km/h	14:42	24°	14 Km/h
<i>3</i>	09:08	18°	16 Km/h	15:05	24°	14 Km/h
<i>4</i>	09:35	18°	17 Km/h	15:34	24°	14 Km/h
<i>5</i>	10:03	19°	17 Km/h	16:02	24°	14 Km/h
<i>6</i>	11:02	21°	18 Km/h	16:42	24°	14 Km/h
<i>7</i>	11:36	22°	18 Km/h	17:10	24°	14 Km/h
<i>8</i>	12:11	22°	18 Km/h	17:40	24°	14 Km/h
<i>Informações meteorológicas 27/05/2022</i>						
<i>Ponto</i>	manhã			Tarde		
	Hora	Temperatura	Vento	Hora	Temperatura	Vento
<i>9</i>	09:03	18°	17 Km/h	14:19	25°	10 Km/h
<i>10</i>	09:30	18°	17 Km/h	14:48	25°	10 Km/h
<i>11</i>	09:43	18°	17 Km/h	15:24	25°	9 Km/h
<i>12</i>	10:10	18°	19 Km/h	15:44	25°	8 Km/h
<i>13</i>	10:43	21°	19 Km/h	16:13	25°	8 Km/h
<i>14</i>	11:07	22°	19 Km/h	16:32	25°	8 Km/h
<i>15</i>	11:35	22°	16 Km/h	17:20	25°	8 Km/h

Continua na próxima página

<i>Informações meteorológicas 30/05/2022</i>						
<i>Ponto</i>	Manhã			Tarde		
	Hora	Temperatura	Vento	Hora	Temperatura	Vento
1	08:25	16°	7 Km/h	13:58	27°	6 Km/h
2	08:53	16°	7 Km/h	14:25	27°	6 Km/h
3	09:14	20°	8 Km/h	15:05	27°	6 Km/h
4	09:53	20°	8 Km/h	15:24	27°	6 Km/h
5	10:18	20°	8 Km/h	16:19	27°	6 Km/h
6	11:20	24°	8 Km/h	16:51	24°	8 Km/h
7	11:52	27°	5 Km/h	17:13	24°	8 Km/h
8	12:23	27°	5 Km/h	17:42	26°	8 Km/h
<i>Informações meteorológicas 31/05/2022</i>						
<i>Ponto</i>	manhã			Tarde		
	Hora	Temperatura	Vento	Hora	Temperatura	Vento
9	08:29	19°	6 Km/h	14:03	28°	11 Km/h
10	08:50	19°	6 Km/h	14:27	28°	13 Km/h
11	09:17	22°	6 Km/h	14:58	28°	13 Km/h
12	10:00	23°	10 Km/h	15:23	28°	13 Km/h
13	09:20	25°	10 Km/h	15:42	28°	13 Km/h
14	09:40	25°	10 Km/h	16:11	28°	13 Km/h
15	11:06	26°	10 Km/h	16:34	28°	13 Km/h

Conclusão

Fonte: Próprio autor.

Para a realização desta pesquisa foi utilizado um decibelímetro digital modelo *sound level meter* AK824 da marca Akso, com ponderação de frequência A (dB), faixa de medição 30 a 130 dB e protetor de vento acoplado ao microfone em conformidade com IEC 61672-1

CLASSE 2. O decibelímetro foi posicionado a 1,2 metros de distância do solo acoplado a 1 tripé adaptado com utilização de madeira reutilizada com suporte para o medidor, 1 câmera filmadora HD Tomate, modelo MT-1081 usada para registro do fluxo de veículos e 1 celular da marca Samsung, modelo A50, para registrar as medições realizadas pelo decibelímetro (Figura 2).

Figura 2: Sistema de suporte dos equipamentos. (A) Câmera de registro do fluxo de veículos; (B) suporte do celular e medidor de níveis sonoros; (C) Equipamentos posicionados conforme norma da ABNT NBR 10.151.



Fonte: Próprio autor. Adaptado de Silva (2019).

As aferições dos níveis de pressão sonora foram realizadas no final do mês de maio, nos dias 26/05/2022 (pontos 1 a 8), 27/05/2022 (pontos 9 a 15), 30/05/2022 (pontos 1 a 8) e 31/05/2022 (pontos 9 a 15). Com o auxílio do decibelímetro foram aferidas 2 coletas por dia, com duração de 10 minutos contínuos para cada turno (manhã e tarde), para cada ponto de pesquisa. Durante o tempo de gravação utilizou-se o celular para gravar as medições realizadas pelo decibelímetro.

Nagem (2004) afirmou que a principal fonte de ruídos do ambiente urbano é o tráfego de veículos. Desta forma, para avaliar a influência dos ruídos emitidos pelos automóveis das áreas estudadas foi realizada a contagem manual com o auxílio de gravações feitas com uma câmera filmadora no mesmo instante do registro das medições (Tabela 1).

Tabela 1: Contagem de veículos Leve (L), Pesado (P) e Moto (M) realizadas nos mesmo dias e horários dos registros de níveis sonoros.

Contagem de Veículos

<i>Dia 26/05/2022</i>										
<i>Período da Manhã</i>						<i>Período da Tarde</i>				
<i>Ponto</i>	<i>Hora</i>	<i>L</i>	<i>P</i>	<i>M</i>	<i>Total</i>	<i>Hora</i>	<i>L</i>	<i>P</i>	<i>M</i>	<i>Total</i>
1	08:11	57	0	13	70	14:14	73	2	7	82
2	08:40	96	3	11	110	14:42	102	6	16	124
3	09:08	179	1	27	207	15:05	141	3	15	159
4	09:35	219	8	30	257	15:34	208	5	23	236
5	10:03	165	1	18	184	16:02	189	6	21	216
6	11:02	52	1	7	60	16:42	60	7	9	76
7	11:36	82	6	13	101	17:10	83	3	13	99
8	12:11	161	11	39	211	17:40	225	12	52	289
<i>Dia 30/05/2022</i>										
1	08:25	62	1	9	72	13:58	59	6	10	75
2	08:53	98	4	13	115	14:25	122	5	10	137
3	09:14	148	3	18	169	15:05	123	2	21	146
4	09:53	196	2	27	225	15:24	203	34	11	248
5	10:18	183	6	20	209	16:19	170	3	15	188
6	11:20	41	4	13	58	16:51	69	7	9	85
7	11:52	72	4	16	92	17:13	88	12	28	128

Continua na próxima página

Dia 30/05/2022

8	12:23	126	10	29	165	17:42	196	29	10	235
---	-------	-----	----	----	-----	-------	-----	----	----	-----

Dia 27/05/2022

9	09:03	146	7	33	186	14:19	131	3	30	164
10	09:30	134	10	21	165	14:48	137	13	39	189
11	09:43	156	19	26	201	15:24	132	11	28	171
12	10:10	204	5	29	238	15:44	146	13	41	200
13	10:43	134	15	28	177	16:13	133	15	32	180
14	11:07	123	8	19	150	16:32	78	15	21	114
15	11:35	41	3	18	62	17:20	32	1	11	44

Dia 31/05/2022

9	08:29	130	6	32	168	14:03	137	6	35	178
10	08:50	146	10	24	180	14:27	155	3	18	176
11	09:17	144	21	18	183	14:58	150	13	31	194
12	10:00	193	11	40	244	15:23	143	15	41	199
13	09:20	106	11	19	136	15:42	92	17	20	129
14	09:40	126	17	30	173	16:11	105	17	25	147
15	11:06	28	3	7	38	16:34	46	2	15	63

Conclusão

Fonte: Próprio autor.

Além das informações citadas, foram feitas observação visual no local das principais características da área, das edificações, de possíveis obstáculos ou barreiras, além das

medidas de distanciamento entre as edificações, o local de instalação dos equipamentos de medições e as principais fontes de ruídos (ruas).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados amostrados foram extraídos das gravações, registrados em planilha do Excel a cada 5 segundos no período de 10 minutos, totalizando o registro de 120 amostras do qual aplicou-se a equação LAeq para determinar o nível médio de pressão sonora proveniente das fontes de ruídos de cada ponto de coleta, conforme representados na Tabela 2 e no Gráfico 1.

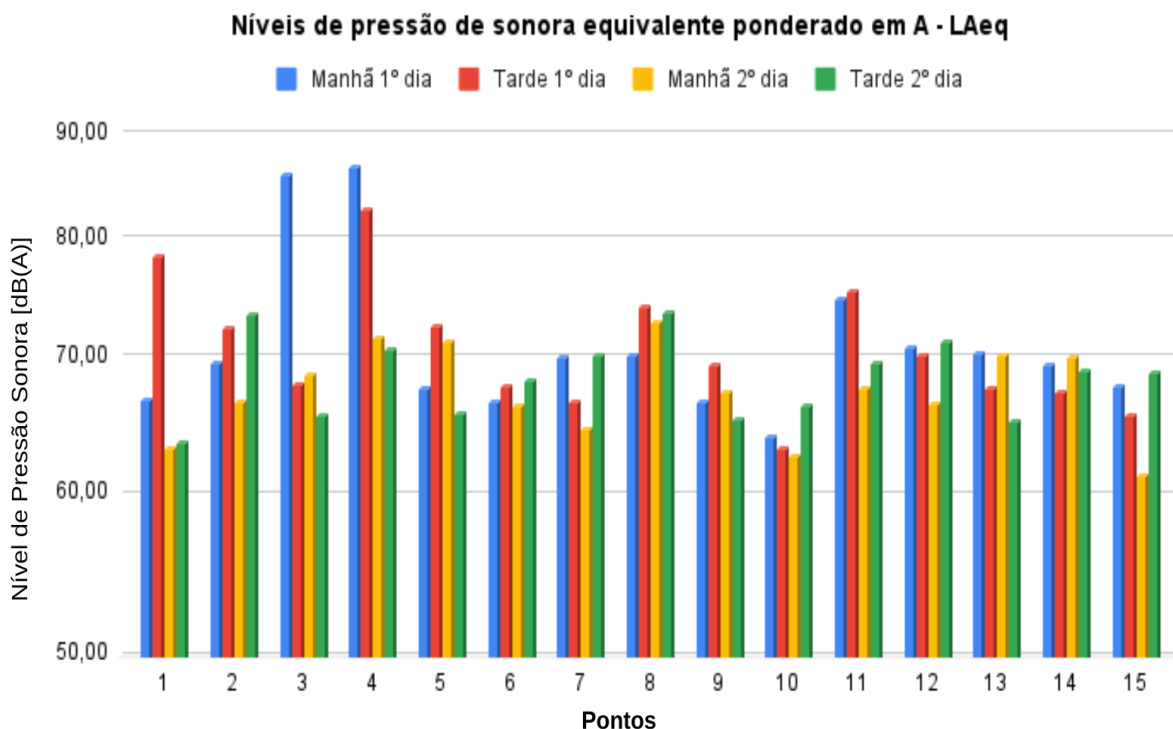
Tabela 2: Resultado dos níveis de pressão sonora (dB) aplicados à equação LAeq.

Níveis médio de pressão sonora equivalente ponderado em A - LAeq

Ponto	Endereço	26/05/2022		30/05/2022		Máximo
		Manhã 1º dia	Tarde 1º dia	Manhã 2º dia	Tarde 2º dia	
1	Rua 36, Jardim Brasília, Jardim Brasília	66,62	78,33	63,13	63,51	78,33
2	Quadra 37, Jardim Brasília	69,51	72,22	66,48	73,33	73,33
3	Quadra 25, Jardim Brasília	85,99	67,88	68,64	65,53	85,99
4	Quadra 16, Jardim Brasília	86,74	82,60	71,58	70,51	86,74
5	Quadra 12, Jardim Brasília	67,49	72,46	71,23	65,63	72,46
6	Quadra 109 B, Bairro Setor 10	66,51	67,65	66,26	68,07	68,07
7	Quadra 25, Bairro Setor 08	69,91	66,53	64,56	70,18	70,18
8	Av. Santa Luzia - Mansões Centro Oeste	70,12	73,98	72,69	73,63	73,98
		27/05/2022		31/05/2022		
9	Av. Rio Grande do Sul, Quadra 12, Jardim Querência	66,53	69,42	67,24	65,22	69,42
10	Av. Rio Grande do Sul, Quadra 26, Jardim Querência	63,98	63,07	62,51	66,23	66,23
11	Av. Rio Grande do Sul, Quadra 8, Camping Club	74,69	75,29	67,61	69,45	75,29
12	Rua 4, Quadra 6, Camping Club	70,73	70,05	66,39	71,16	71,16
13	Avenida Águas Lindas, Quadra 52, Queda do Descoberto	70,25	67,50	70,05	65,06	70,25
14	Avenida Águas Lindas, Rua 40, Queda do Descoberto	69,35	67,28	69,99	68,88	69,99
15	Rua B3/ Av. Perimental, Mansões Odisséia	67,68	65,47	61,23	68,75	68,75

Fonte: Próprio autor

Figura 3. Resultado dos níveis de pressão sonora equivalentes contínuos registrados nos pontos de coleta nos dias 26, 27, 30 e 31 de Maio nos períodos da manhã e da tarde.



Fonte: Próprio autor

Com uma análise inicial da Tabela 2 e do Figura 3, é possível perceber uma distribuição similar dos níveis de pressão sonora comparados a cada ponto, entre os períodos da manhã e da tarde, com variações entre 61,23 (dB) a 86,74 (dB). Sendo, os mais altos níveis registrados na Quadra 25 (ponto 3) e Quadra 16 (ponto 4) do Jardim Brasília com amostras maiores que 85 dB. Todavia, os resultados dos níveis máximos comparados com os limites diurnos do Nível Critério de Avaliação (NCA) estabelecidos pela NBR 10.151 da ABNT, independente do dia e do horário, todos os pontos aferidos encontram-se acima dos níveis admissíveis pela Norma (Tabela 3).

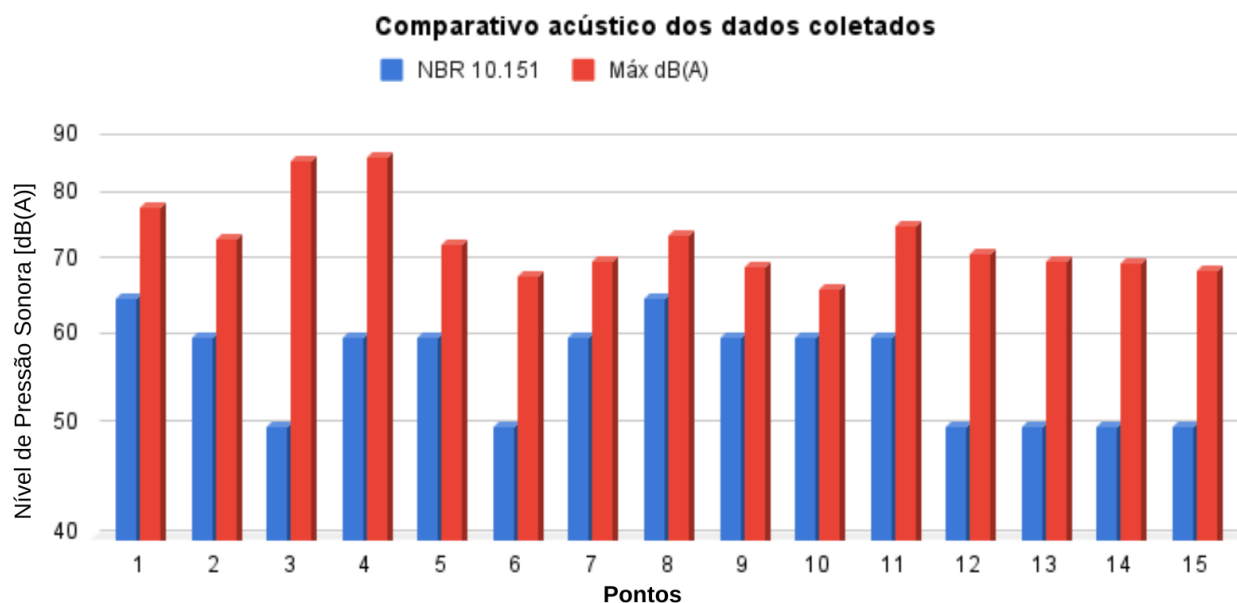
Tabela 3: Comparativo dos dados acústicos coletados em campo e NCA estabelecido pela NBR 10.151

Pontos	Características da área	NBR 10.151	Máx dB(A)	Diferenças %
1	área recreativa, residencial e comercial	65	78,33	17,01%
2	Área comercial	60	73,33	18,18%
3	Área mista comercial, educacional e hospitalar	50	85,99	41,86%
4	Área comercial	60	86,74	30,83%
5	Área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativa	60	72,46	17,20%
6	Área mista comercial, educacional e hospitalar	50	68,07	26,54%
7	Área comercial	60	70,18	14,51%
8	Área mista com predominância de atividades culturais, lazer e turismo	65	73,98	12,14%
9	Área comercial	60	69,42	13,57%
10	Área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativa	60	66,23	9,41%
11	Área comercial	60	75,29	20,31%
12	Área mista comercial, educacional e hospitalar	50	71,16	29,73%
13	Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	70,25	28,82%
14	Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	69,99	28,56%
15	Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	68,75	27,27%

Fonte: Próprio autor

A única medida que mais se aproximou dos limites definidos pela NBR foi o ponto 10 localizado na Avenida Rio Grande do Sul, Quadra 26 do Jardim Querência, cujo percentual registrado foi de 9,41%, ficando com uma diferença de 6,23 dB acima do permitido. A Figura 4 representa as oscilações entre os níveis de ruídos aferidos em campo comparados com o limite dos níveis de ruídos permitidos pela NBR 10.151.

Figura 4: Comparativo dos dados acústicos coletados em campo e Nível Crítico de Avaliação (NCA) estabelecido pela NBR 10.15



Fonte: Próprio autor

Outro ponto de vista que pode ser analisado, é o comparativo de valores obtidos entre si, que estabelece alguns pontos de maior incidência de ruídos e outros com menor índice, sendo que a maioria dos registros apontam valores máximos acima de 70 dBA. Considerando que as medições foram realizadas nas margens de avenidas comerciais, os altos índices de ruídos podem ter se dado devido às características das áreas de estudo, sob influência do fluxo de pessoas e principalmente pelo intenso tráfego de veículos.

Observando a Tabela 4 nota-se que as áreas de incidência de maior nível de ruídos, possuem algumas características em comum como áreas muradas e/ou edificações compostas de 1 pavimento e térreo, carros estacionados calçadas concretadas e barracas de feirantes nas calçadas.

Tabela 4 – Características morfológicas da área de estudo.

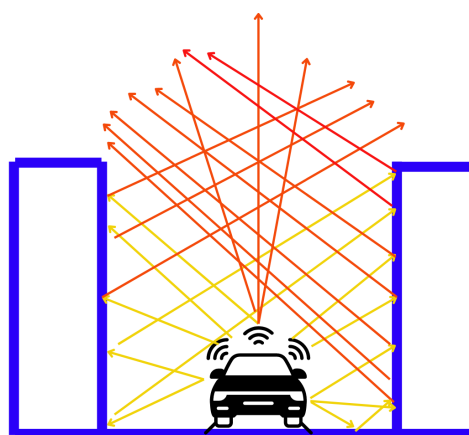
Ponto	Características	Distância	
		medição-edificação	medição-rua
1	Local aberto com poucas edificações, sem arborização, área toda pavimentada;	50 metros	10 metros
2	Edifícios (pavimento e térreo) dos dois lados da via, carros estacionados;	2 metros	4 metros
3	Pouca arborização, terrenos limitados por grades, barracas de feirantes nas calçadas, fluxo intenso de pessoas;	2 metros	3,7 metros
4	Edifícios (pavimento e térreo) dos dois lados da via, feirantes na calçada, fluxo intenso de pessoas;	2,8 metros	3 metros
5	Edifícios (pavimento e térreo) dos dois lados da via, carros estacionados;	2,8 metros	3,10 metros
6	Carros estacionados, com quebra-mola, pouco arborizado, em frente a BR-070	5 metros	4 metros
7	Barracas de feirantes, , fluxo intenso de pessoas, veículos estacionados, em frente a BR-070;	-	10 metros
8	Terrenos limitados por grades, frente a BR-070, fluxo intenso de pessoas;	2 metros	2,5 metros
9	Edifícios (pavimento e térreo), frente à área de preservação	2,5 metros	5,20 metros
10	Terreno vazio Sem arborização, frente à área de preservação	-	-
11	Edifícios (pavimento e térreo) dos dois lados da via, carros estacionados, fluxo intenso de pessoas;	2 metros	3,20 metros
12	Terrenos muradas dos dois lados da via;	2 metros	3 metros
13	Terreno vazio sem arborização ao lado terrenos murado;	-	-
14	Terrenos murados;	2 metros	3 metros
15	Veículos estacionado, local arborizado, edificações muradas;	10 metros	5 metros

Fonte: Próprio autor.

Segundo Brasileiro (2017), a configuração urbana pode determinar o tipo do espaço acústico, no caso de áreas fechadas, a propagação do som proporciona múltiplas reflexões entre as fachadas dos edifícios, aumentando o nível da pressão sonora. As áreas urbanas com

edificações sólidas funcionam como um refletor de ruídos que, ao receber o som o rebate para outra direção, e para outra, até que não haja barreiras e esse som se dissipa (Figura 5)

Figura 5: Esquema da reflexão da pressão sonora em ambientes urbanos com edificações sólidas nos dois lados laterais da via.



Fonte: Próprio autor

Outros fatores que são importantes destacar, é o tipo de recobrimento do solo e a presença de vegetação na área amostrada. Para as áreas de cobertura sólida como asfalto, calçada e solos compactados, de acordo com Brasileiro (2017) funcionam como amplificadores sonoros podendo aumentar a média de aproximadamente 3 dB (A) em relação ao som direto. Em áreas com vegetação, solo aerado, áreas maciças com gramados funcionam como amortecedores do impacto da pressão acústica, impedindo que o som rebata e ecoa novamente. Dito isso, fica evidente que as áreas com registros acústicos mais baixos possuíam características que podiam agir como amenizadores da propagação do som. No ponto de coleta 10, localizado na quadra 26 do Jardim Querência (Figura 6) onde registrou-se o menor nível, além do local de medições ter sido mais afastado da rua, principal fonte sonora, é um terreno aberto de frente para uma área de Cerrado consideravelmente preservado, com vegetação fechada e árvores de porte médio, fatores que podem ter contribuído para os diminuição dos resultados aferidos.

Figura 6: Ponto de coleta 10. Área de registro com a menor incidência dos níveis acústicos. (A) imagem do Google Earth indicando o distanciamento do ponto de coleta para o local, áreas edificadas e também para a fonte de ruídos. (B) e (C) apresentam as características do terreno e da área ao redor do ponto de coleta.



Fonte: Imagem (A) *Google Earth*, adaptado pelo autor; imagens (B) e (C): próprio autor.

Em relação às grandezas de tráfego, o fluxo de veículos pode ter sido o fator principal que caracterizou o aumento dos níveis sonoros equivalentes.

O Quadro 3 apresenta as comparações entre os resultados das aferições de níveis de pressão sonora (L_{Aeq}) e a contagem de veículos categorizados em leves (carro de pequeno porte), pesados (ônibus, micro-ônibus e caminhão) e motos.

Dos valores comparados, constatou-se que o fluxo de veículos nos pontos 3, 4, 11 e 12 registrados na parte da manhã dos primeiros dias, contabilizou mais de 200 carros, no

intervalo de 10 minutos de duração das medições, podendo ser um fator influente no resultado da pesquisa.

Quadro 3: Níveis de pressão de sonora equivalente ponderado em A - LAeq comparados ao fluxo de veículos

Valores de LAeq comparados ao total do fluxo de veículos								
	26/05/2022				30/05/2022			
Pontos	LAeq- manhã	Veículos	LAeq- tarde	Veículos	LAeq- manhã	Veículos	LAeq- tarde	Veículos
1	66,62	70	78,33	82	63,13	72	63,51	75
2	69,51	110	72,22	124	66,48	115	73,33	137
3	85,99	207	67,88	159	68,64	169	65,53	146
4	86,74	257	82,60	236	71,58	225	70,51	248
5	67,49	184	72,46	216	71,23	209	65,63	188
6	66,51	60	67,65	76	66,26	58	68,07	85
7	69,91	101	66,53	99	64,56	92	70,18	128
8	70,12	211	73,98	289	72,69	165	73,63	235
	27/05/2022				31/05/2022			
9	66,53	186	69,42	164	67,24	186	65,22	164
10	63,98	165	63,07	189	62,51	165	66,23	189
11	74,69	201	75,29	171	67,61	201	69,45	171
12	70,73	238	70,05	200	66,39	238	71,16	200
13	70,25	177	67,50	180	70,05	177	65,06	180
14	69,35	150	67,28	114	69,99	150	68,88	114
15	67,68	62	65,47	44	61,23	62	68,75	44

Fonte: Próprio autor

Para averiguar a influência que o fluxo de veículos teve sobre os altos níveis de ruídos, usou-se o cálculo de correlação linear para quantificar a relação entre as seguintes variáveis: fluxo de veículos e os níveis de pressão sonora equivalente.

No que diz respeito à correlação linear, o método utilizado foi através do coeficiente de correlação de Pearson (r) que segundo Filho e Júnior (2009), é uma medida de associação linear entre variáveis supondo que, o aumento ou a diminuição de uma unidade na variável “X” gera o mesmo impacto em “Y”. O indicativo de direção do coeficiente de correlação

varia de -1 a 1, sugerindo a força da relação entre as variáveis, se positiva ou negativa. E ainda, variáveis de valor zero, indica que não há correlação linear.

Deste modo, com base nos dados obtidos, foi calculado o coeficiente de correlação linear, relacionando o conjunto de dados referente à contagem veículos separados por categoria (leve, pesado e moto) (Tabela 1), e os valores de LAeq correspondentes às mesmas datas e horários (Quadro 3).

Para a interpretação dos resultados, foram considerados os resultados entre 0,10 e 0,29 com baixa significância, 0,30 e 0,49 média significância e valores entre 0,50 a 1 foram considerados com alta significância, ou seja, quanto mais perto de 1 maior é o grau de dependência estatística linear entre as variáveis.

Tabela 5: Correlação entre o fluxo de veículos por categoria e os níveis de pressão sonora. Valores acima de 0,5 indicam maior uma correlação significativa.

Resultado dos cálculos de correlação linear

Período da manhã				
Data	Leve	Pesado	Moto	Correlação entre o total de veículos o valor máximo de LAeq
26/05/2022	0,99	0,23	0,56	0,57
27/05/2022	0,99	0,56	0,21	0,71
30/05/2022	0,81	0,61	0,92	0,87
31/05/2022	0,99	0,48	0,42	0,55
Período da tarde				
Data	Leve	Pesado	Moto	Correlação entre o total de veículos o valor máximo de LAeq
26/05/2022	0,46	0,03	0,22	0,42
27/05/2022	0,34	0,04	0,08	0,28
30/05/2022	-0,81	-0,52	0,55	-0,75
31/05/2022	0,99	0,33	-0,41	-0,56

Fonte: Próprio autor

Analisando os resultados dos cálculos de correlação linear descritos na Tabela 5, na última coluna estão descritos os valores de r resultante do cálculo entre o total de veículos e o valor máximo de LAeq apurados nas medições e, em todos os dias no período da manhã o

coeficiente ficou acima de 0,5 indicando que os alto níveis de ruídos registrados possui grande correlação linear positiva com o alto fluxo de veículos circulantes no momento das medições. Os dados do período da tarde dos dias 26 e 27 ficaram abaixo de 0,5 indicando que entre as variáveis veículos e ruídos, houve baixa correlação, e os dias 30 e 31 os indicadores do período da tarde apontam resultados negativos (-0,75 e -0,56), apontando que existe uma relação negativa entre os dados confrontados.

Em uma análise individual, percebe-se que os veículos leves tiveram um coeficiente de maior determinação nos níveis de ruídos, em relação aos veículos pesados e as motos, com a maioria dos resultados próximo a 1 indicando que estiveram altamente relacionados com o alto grau de níveis de pressão sonora em quase todos os pontos de medição.

Considerando que todos os resultados de LAeq foram superiores aos níveis de pressão sonora estabelecido pela norma, pode se afirmar que existam outros fatores influenciadores desse excesso. É importante registrar que nos dias que foi realizado a coleta de dados foi observado um fluxo considerável de carros com som automotivo fazendo propaganda principalmente nas ruas de maior movimento de comércio, como na avenida JK do Jardim Brasília que também pode ter influenciado os resultados nos locais onde os valores de LAeq estão relativamente mais elevados em relação aos outros.

Em Águas Lindas de Goiás tornou-se corriqueiro o uso de som automotivo para competições de propagandas comerciais, além de aparelhos de sons nas lojas com o objetivo de atrair consumidores, contudo, não se mensura os impactos negativos que esta façanha provoca no organismo do ser humano.

Com base nos dados apurados, observa-se que a paisagem sonora de Águas Lindas de Goiás encontra-se em estado crítico, com diversos fatores que influenciam para o agravamento dos problemas relacionados aos ruídos ambientais.

O fracionamento dos terrenos, as construções das edificações, calçadas, áreas de lazer foram construídos sem um planejamento prévio considerando possíveis problemas ambientais. Este mau planejamento se estende inclusive na escolha dos locais de instalação das redes públicas escolares e hospitalares, que em sua maioria, encontram-se instalados em meio a estruturas de aglomerados comerciais onde os impactos acústicos são altamente elevados.

Ainda em relação a estrutura, como fator influenciador da contenção e dissipação dos ruídos, são as áreas de vegetação que funcionam como barreira e porventura, são bastante escassas na cidade. O avanço da urbanização está transformando áreas com vegetação em

áreas asfaltadas e concretadas, contribuindo para o agravamento do problema. Segundo Brasileiro (2017), a vegetação densa posicionada entre a fonte sonora e o receptor funciona como uma barreira acústica vazada, capaz de abrandar o ruído, por meio de absorção e espalhamento do som.

Uma cidade negligenciada pelos governantes, carente de infraestrutura desde a sua emancipação, segue de forma desestruturada e sem planejamento, além de não possuir o cumprimento às normativas orientadoras capazes de apaziguar as crescentes complicações causadas pela poluição sonora. Com o passar dos anos, a ocupação do solo sem um estudo adequado de provisão sobre os impactos ambientais que a poluição sonora pode causar, torna-se cada vez mais difícil estabelecer medidas capazes de conter os avanços deste problema.

Considerando os altos níveis acústicos registrados nos pontos de coleta pelas ruas da cidade, gera preocupação em relação aos danos que estes ruídos poderão causar na vida da população exposta, principalmente exposição de longo prazo.

Segundo Paz, Ferreira e Zannin (2005) *apud* Organização Mundial da Saúde (OMS, 2003), o limite de ruídos acima de 55 dB(A) pode levar a ocorrência de estresse leve e desconforto. Níveis acima de 70 dB(A), eleva o nível de desgaste e consequentemente pode aumentar os riscos de infarto, derrame cerebral, infecções, hipertensão arterial e outras patologias. A partir de 80 dB(A) a liberação de morfina no corpo provoca a sensação de prazer momentâneo gerando condições insalubres que podem causar lesões irreversíveis na audição.

Diante disso, a preocupação com os habitantes desta cidade torna-se emergente e imediata, visto que todos os níveis de pressão sonora registrados passaram dos limites descritos e na maioria, os valores máximos ultrapassam os 70 dB(A) e por consequência toda a população envolvida corre riscos de saúde.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do estudo de monitoramento sonoro na cidade de Águas Lindas de Goiás, pode-se concluir que os resultados apresentados nesta pesquisa sugerem que, ao menos no intervalo de tempo das medições, existe a incidência de altos níveis de poluição sonora.

Em relação às principais fontes de ruídos, o tráfego de veículos foi apontado como a principal fonte, tendo influência na maioria dos locais de estudos. Entretanto, o comércio

local também teve bastante influência no desfecho nesta análise devido às disputas com os sons automotivos e aparelhos de sons utilizados pelos comerciantes como estratégia de marketing.

Os níveis de pressão sonora mais elevados foram identificados nos espaços urbanos com maior quantidade de edificações, em áreas pavimentadas, de maior movimento do comércio e, assim como na maior parte do território do município, a existência de pouca ou nenhuma arborização, confirmando que a estrutura da cidade possui grande influência na propagação do som e as áreas verdes nos centros urbanos têm muito mais importância do que a questão estética.

Os níveis de pressão sonora aferidos no período da pesquisa, representa um crime ambiental que, de certa forma, ocorre de maneira irresponsável mas ao mesmo tempo inconsciente, visto que na cidade não existem normativas estabelecidas pelos órgãos locais e tão pouco, possuem monitoramentos e/ou agentes fiscalizadores que possam identificar os principais focos da poluição e tomar medidas cabíveis.

Para Garbim (2013), a poluição, para ser considerada como tal, deve influir de forma nociva ou inconvenientemente na vida, na saúde, na segurança e no bem-estar da população, de forma direta ou indireta. Os dados apontam para grandes irregularidades nos níveis de ruídos e conseqüentemente para os danos que esses dados possam causar à integridade do meio ambiente e à saúde pública, indicando a necessidade de repensar o modelo da cidade e reafirmando a grande importância de estudos de monitoramento ambiental.

6. SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Dada a importância da pesquisa, é de grande relevância a continuidade dos estudos que favoreçam o melhoramento acústico da cidade, tendo em vista que a poluição sonora é um problema de saúde pública que necessita de atenção.

Seguindo este ponto de vista, sugere-se para pesquisas futuras o monitoramento diário, a amplificação da área de estudo e a construção de mapeamentos acústicos com uso de *softwares* computacionais, que permitam analisar os cenários atuais e prevê panoramas acústicos futuro, para um melhor direcionamento do planejamento urbano, permitindo que as tomadas de decisões para a ocupação dos solos seja feitas de maneira conscientes e sustentáveis na medida que possa proporcionar melhor qualidade de vida a população.

Lacerda *et al.* (2005) afirmam que, segundo pesquisas científicas existe uma alerta para o fato de que o homem parece estar cada dia mais habituado com o ruído. Com o objetivo de investigar a opinião pública em relação à percepção da poluição sonora, os impactos à saúde e as fontes de ruídos, sugere-se uma pesquisa descritiva na cidade de Águas Lindas de Goiás.

Também é de suma importância a implementação de projetos de educação ambiental relacionados à poluição sonora com o objetivo de formar cidadãos conscientes e responsáveis, através do conhecimento dos danos que a poluição sonora pode provocar, o direito de viver em um lugar tranquilo que favoreçam melhores condições de vida e também, conhecer a responsabilidade de cada indivíduo nesse processo de construção de um mundo melhor e mais sustentável.

REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Brasil. Acústica — **Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas — Aplicação de uso geral, NBR 10.151**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em:
<http://www2.uesb.br/biblioteca/wp-content/uploads/2022/03/ABNT-NBR10151-AC%C3%9ASTICA-MEDI%C3%87%C3%83O-E-AVALIA%C3%87%C3%83O-DE-N%C3%8DVEL-SO-NORO-EM-%C3%81REA-HABITADAS.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2022.
- Águas Lindas de Goiás (GO). Disponível em:
<<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/go/aguas-lindas-de-goias.html>>. Acesso em: 19 jan. 2022.
- ALMEIDA, S. M. B. de et al. **Poluição sonora e o mapeamento do ruído urbano: revisão da literatura**. Brazilian Journal Of Development: Braz. J. of Develop, Curitiba, v. 6, n. 10, p. 80776-80787, out. 2020.
- BRASIL. Constituição Federal Lei 6.938/1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências**. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%206.938%2C%20DE%2031%20DE%20AGOSTO%20DE%201981&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20Pol%C3%ADtica%20Nacional,aplica%C3%A7%C3%A3o%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs.
- BRASIL. CONAMA. **Resolução 001/90**, de 08 de março de 1990. **Dispõe sobre critérios e padrões de emissão de ruídos, das atividades industriais**. Disponível em:
http://meioambiente.mppr.mp.br/arquivos/File/RESOLUCOES_CONAMA.pdf. Acesso em: 19 jan. 2022.
- BRASILEIRO, T. C. **Mapeamento Sonoro: Estudo do Ruído Urbano no Bairro Castelo Branco, em João Pessoa/PB**. Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2017.
- BRASILEIRO, T. C. *et al.* **Estado Da Arte Dos Mapas Sonoros No Brasil**. XXVIII Encontro da Sociedade Brasileira Acústica. [s.l.: s.n.], 2018.
- CODEPLAN. Companhia de Planejamento do Distrito Federal. **Pesquisa Metropolitana por Amostra de Domicílios - PMAD - 2017/2018 Águas Lindas de Goiás**. Brasília, 2019.
- DERISIO, J. C. **Introdução ao controle de Poluição ambiental**. 4. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.
- COSTA, J. R; HEINIG, L. G. **Ondas e ótica**. [s.l.]: 2018, 2018.
- COUTO, C. M; CARVALLO, R. M. M. **O efeito das orelhas externa e média nas emissões otoacústicas**. Revista Brasileira de Otorrinolaringologia, v. 75, n. 1, p. 15–23, 2009.
- DETRAN-GO. **Estatísticas da Frota de Veículos no Estado**. 2022. Disponível em:
<https://inside.detran.go.gov.br/frota/index.htm>. Acesso em: 19 jan. 2022.

DNIT. Departamento de Nacional de Infra-estrutura de Trânsito. **Relatório de Impacto Ambiental - RIMA**. 2007.

ESTEVAM, G. D. **Poluição sonora e seus efeitos na saúde humana: estudo da região metropolitana de Campinas**. Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade São Francisco, Campinas, 2013.

FIORILLO, C. A. P. **Curso de Direito Ambiental Brasileiro**. 14. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2013.

FERRI, G. **Poluição sonora urbana e o direito ao silêncio**. Monografia do Programa de Pós-Graduação em Direito Ambiental, Universidade do Paraná. Curitiba, 2013.

FOCO, QE. A. EM. **Lista completa de escolas, cidades e estados - QEdU**. Disponível em: <https://www.qedu.org.br/busca/109-goias/1067-aguas-lindas-de-goias>. Acesso em: 19 jan. 2022.

GARBIN, C. B. **Poluição sonora x saúde humana: o lado a que não estamos "dando ouvidos"**. 2013. 50 f. Portal Direito Ambiental II, Porto Alegre, 2013.

IBAMA. **Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis**. 2019. Programa Silêncio. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/emissoes/ruidos/programasilencio>. Acesso em: 19 jan. 2022

IBRAM. **Monitoramento da Poluição Sonora no Distrito Federal**. 2019. Disponível em: <https://www.ibram.df.gov.br/monitoramento-da-poluicao-sonora-no-distrito-federal>. Acesso em: 18 jan. 2022.

JÚNIOR, J. A. S. ; FILHO, D. B. F. **Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r)***. Revista Política Hoje, v. 18, n. 1, 2009.

JUNIOR, J. S. P. **Legislação Federal Sobre Poluição Sonora Urbana**. 2002.

LACERDA, A. B. M. de et al. **Ambiente urbano e percepção da poluição sonora**. Scielo Brasil, Paraná, v. 8, n. 2, p. 1-15, dez. 2005.

LEGISWEB. **Resolução CONAMA nº 272 de 14/09/2000 - Federal**. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=97051>. Acesso em: 19 jan. 2022.

MEIRELLES, M. G; VASCONCELOS, H. C. **A importância do som na nossa vida diária**. Açoriano Oriental, Açores Magazine, UAciência”, p. 12-13. 2020.

MENDES, S. A. **Poluição Sonora: Estudo de Caso Estatístico e Social da Cidade de Planaltina/DF**. Trabalho de conclusão de curso, graduação no título de Bacharel em Gestão Ambiental., Faculdade UnB Planaltina, Universidade de Brasília. Curso de Bacharelado em Gestão Ambiental, 2013.

MILANEZ, M. L. **Análise do impacto ambiental sonoro com a implantação do trecho norte da linha verde em Curitiba**. Dissertação, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

NEUMANN, H. R. **Mudanças históricas nos ruídos da cidade: a paisagem sonora urbana como uma composição musical**. 2018. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul UFMS, Naviraí, 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Declaração de Estocolmo sobre o Meio Ambiente Humano**. In: **Anais Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano**. Estocolmo, 6p., 1972. Disponível em: <https://www.nescon.medicina.ufmg.br/biblioteca/registro/referencia/0000001728>. Último acesso em: 20 jan. 2022.

PAZ, E. C.; FERREIRA, A. M. C.; ZANNIN, P. H. T. **Estudo comparativo da percepção do ruído urbano**. Revista de Saúde Pública, v. 39, n. 3, p. 467–472, 2005.

NAGEM, M. P. **Mapeamento e análise do ruído ambiental**. Universidade Estadual de Campinas - Repositório Institucional, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.47749/t/unicamp.2004.304239>>. Acesso em: 1 Jul. 2022.

RINARD, C. H. A. **O dano urbanístico causado pela poluição sonora**. 2014. 129 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Direito, Centro Universitário Eurípides de Marília, Marília, 2014.

RUI, L. R. . A Física na Audição Humana. **Instituto de Física UFRGS**, v. 18, n. 1, p. 1807–2763, 2007.

SANTOS, U. P.; SANTOS, M. P. **Caderno de saúde do trabalhador**. São Paulo: Kingraf - Gráfica e Editora, 2000.

SANTOS, R. G. **Modelagem Dos Níveis de Pressão Sonora Em Uma Região Central Urbana de Goiânia/go**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação, Mestrado Profissional em Tecnologia de Processos Sustentáveis, 2019.

SÃO PAULO. **PSIU no combate à poluição sonora**. Secretaria Municipal de Subprefeituras, 2022. Disponível em: <<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/zeladoria/psiu/index.php?p=8831/>>. Acesso em: 1 Jul. 2022.

SOUZA, A. A.; CORDEIRO, S. P.; PASSOS, J. P. R. **Poluição Sonora: Um olhar sobre a saúde dos docentes E.E.E.M. Dr. Fábio Luz**. Tomé-Açu. Paraná, 2013 Disponível em: <https://revistaea.org/pf.php?idartigo=1928>. Acesso em: 19 jan. 2022.

SOUZA, B. J. **Ciclo do Carro de Bois no Brasil**. São Paulo: Editora Nacional, 1958. 15 v.

SOUZA, B. A; MELLO, M. **Elementos definidores de negação da realidade: o exemplo de Águas Lindas de Goiás.** 2015. 1 v. Dissertação (Mestrado) - Curso de Cidade e Arquitetura de Interesse Social, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

SOUZA, F. P. **Perturbação do sono pelo ruído.** *Jornal Brasileiro de Neurologia e Psiquiatria*, 1998. Disponível em: <http://labs.icb.ufmg.br/lpf/2-1.html>. Último acesso: 19 jan. 2022

SOUZA, F. P. **Efeitos da poluição sonora no sono e na saúde em geral. Ênfase urbana.** *Revista Brasileira de Acústica e Vibrações*, 10: 12-22, 1992. Disponível em: <http://labs.icb.ufmg.br/lpf/2-23.html>. Último acesso: 19 jan. 2022

ZAJARKIEWICCH, D. F. B. **Poluição sonora urbana: principais fontes. Aspectos jurídicos e técnicos.** 2010. 1 v. Dissertação (Mestrado) - Curso de Direito, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2010.