



Universidade de Brasília
Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade
Departamento de Administração

MARIANA CERQUEIRA SOARES MARTINS SOUTO

**ANÁLISE DA PRESSÃO SONORA PROVOCADA
PELOS MODAIS DE TRANSPORTE EM TAGUATINGA E
ÁGUAS CLARAS-DF**

Brasília – DF

2018

MARIANA CERQUEIRA SOARES MARTINS SOUTO

**ANÁLISE DA PRESSÃO SONORA PROVOCADA
PELOS MODAIS DE TRANSPORTE EM TAGUATINGA e
ÁGUAS CLARAS-DF**

Monografia apresentada ao
Departamento de Administração
como requisito parcial à obtenção
do título de Bacharel em
Administração.

Professora Orientadora: Doutora
Clarissa Melo Lima

Brasília – DF

2018

Souto, Mariana Cerqueira Soares

Análise da pressão sonora provocada pelos modais de transporte em Taguatinga e Águas Claras – DF / Mariana Cerqueira Soares Martins Souto – Brasília, 2018

60 f. il:

Monografia (bacharelado) – Universidade de Brasília, Departamento de Administração, 2018

Orientador: Prof. Dr. Clarissa Melo Lima, Departamento de Administração

1.Poluição sonora. 2.Transporte urbano. 3.Metrô. 4.Ônibus

MARIANA CERQUEIRA SOARES MARTINS SOUTO

**ANÁLISE DA PRESSÃO SONORA PROVOCADA
PELOS MODAIS DE TRANSPORTE EM TAGUATINGA E
ÁGUAS CLARAS-DF**

A Comissão Examinadora, abaixo identificada, aprova o Trabalho de Conclusão do Curso de Administração da Universidade de Brasília do
(a) aluno (a)

Mariana Cerqueira Soares Martins Souto

Prof^a. Dra., Clarissa Melo Lima
Orientadora

Prof. Dr. Evaldo Cesar C.
Rodrigues
Membro-Examinador da FACE/UnB

Prof. Dr. Augusto César de M.
Brasil
Membro - Examinador - PPGT/UnB

Prof Dr. Paulo Celso G. dos
Reis
Membro - Examinador – EPR/UnB

-

Brasília, 05 de fevereiro de 2018

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por todas as graças a mim concedidas. Agradeço aos meus pais, esteio da minha vida, sem os quais nada disso seria possível, por nunca me faltarem, especialmente nos momentos difíceis, por todo amor, paciência e cuidado. Agradeço às minhas irmãs, Julia e Marília, queridas amigas, por todo o apoio, paciência e encorajamento. Agradeço à minha filha Manuela, amor da minha vida, fonte constante de alegria, inspiração, força e coragem. Agradeço ao Paulo, pelo amor e companheirismo. Agradeço à professora Clarissa, por toda a paciência e auxílio. Agradeço a todos os demais professores da UnB, que contribuíram significativamente para a minha formação, e, conseqüentemente, para a realização deste trabalho. Agradeço ainda aos colegas Amanda, Henrique e Lucas, pelo auxílio.

RESUMO

A poluição sonora é um problema ambiental cada vez mais frequente nos grandes centros urbanos. O Distrito Federal tornou-se, em 2017, a terceira região mais populosa do país, ultrapassando a marca dos 3 milhões de habitantes. A frota veicular acompanha esse crescimento, e seus impactos ambientais passam a ser cada vez mais incômodos para os habitantes da unidade da federação. Esse trabalho analisou os níveis médios de pressão sonora vivenciados pelas populações de importantes corredores rodoviários de Taguatinga e Águas Claras, assim como, os níveis de pressão sonora promovidos em vias de metrô de superfície das duas regiões administrativas. Foram realizadas coletas de dados com um aparelho decibelímetro, registrando os níveis de pressão sonora emitidos nas vias a cada 5 minutos, durante um período de 4 horas. As medições foram realizadas em dias úteis, abrangendo os horários de maior circulação, no início da manhã ou final da tarde. Foi possível verificar a incidência de poluição sonora em todos os pontos analisados, sendo que nos pontos rodoviários a incidência é significativamente superior. Os resultados apresentados podem fornecer subsídios para apoiar a gestão ambiental no Distrito Federal.

Palavras-chave: Poluição sonora. Transporte urbano. Metrô. Ônibus

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Escala de Frequências auditivas..... | 20 |
| Figura 2: Escala de níveis de pressão sonora..... | 21 |
| Figura 3: Mapa de ruído de Águas Claras..... | 24 |
| Figura 4: Mapa da cidade de Taguatinga com os pontos de coleta | 31 |
| Figura 5: Mapa da cidade de Águas Claras com os pontos de Coleta..... | 33 |
| Figura 6: Posição das cidades em relação à Brasília | 34 |
| Figura 7: Mapa da região de coleta – Ponto rodoviário em Taguatinga Norte | 35 |
| Figura 8: Imagem do ponto da Avenida Hélio Prates sentido leste-oeste, antigo terminal Taguacenter em janeiro de 2018..... | 36 |
| Figura 9: Ponto de Ônibus Avenida Hélio Prates | 36 |
| Figura 10: Mapa região de coleta – Ponto metroviário Taguatinga Sul..... | 37 |
| Figura 11: Imagem Estação Taguatinga Sul | 38 |
| Figura 12: Imagem lateral da Estação Taguatinga Sul, próxima às residências | 38 |
| Figura 13: Imagem satélite Estação Taguatinga Sul | 39 |
| Figura 14: Mapa da região - Ponto rodoviário da Avenida Araucárias | 40 |
| Figura 15: Imagem do ponto de coleta na Avenida Araucárias | 40 |
| Figura 16: Imagem Satélite Ponto Rodoviário de Águas Claras..... | 41 |
| Figura 17: Mapa região de coleta – Ponto Metroviário Águas Claras | 42 |
| Figura 18: Imagem da Estação Arniqueiras | 42 |
| Figura 19: Imagem Satélite da Estação Arniqueiras | 43 |
| Figura 20: Instrumento utilizado na coleta..... | 44 |
| Figura 21: Coleta de dados na Avenida Hélio Prates - janeiro de 2018 | 45 |
| Figura 22: Coleta de Dados Estação Taguatinga sul - janeiro de 2018 | 45 |
| Figura 23: Coleta de dados na Avenida das Araucárias - janeiro de 2018..... | 46 |
| Figura 24: Coleta de dados Estação Arniqueiras em de janeiro de 2018..... | 46 |
| Figura 25: Gráfico das Emissões Sonoras na Av. Hélio Prates - Ponto Rodoviário Taguatinga | 49 |
| Figura 26: Gráfico de Emissões da Estação Taguatinga Sul - Ponto Metroviário de Taguatinga | 50 |
| Figura 27: Gráfico de Emissões da Avenida das Araucárias - Ponto Rodoviário de Águas Claras..... | 51 |

Figura 28: Gráfico de Emissões da Estação Arniqueiras - Ponto Metroviário de Águas Claras.....53

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1: Limites de Pressão sonora estabelecidos pela ABNT NBR 10151:2000... | 47 |
| Tabela 2: Resultados obtidos no ponto rodoviário de Taguatinga Norte - janeiro de 2018 | 48 |
| Tabela 3: Resultados obtidos no ponto metroviário de Taguatinga Sul - janeiro de 2018 | 49 |
| Tabela 4: Resultados obtidos no ponto rodoviário de Águas Claras - janeiro de 2018 | 50 |
| Tabela 5: Resultados obtidos no ponto metroviário de Águas Claras - janeiro de 2018 | 52 |
| Tabela 6: Resultados dos modais rodoviários em Taguatinga e Águas Claras - janeiro de 2018 | 53 |
| Tabela 7: Resultados dos modais metroviários em Taguatinga e Águas Claras - janeiro de 2018 | 55 |
| Tabela 8: Níveis de pressão sonora emitidos pelos modais de transporte em Taguatinga - janeiro de 2018 | 56 |
| Tabela 9: Níveis de pressão sonora emitidos pelos modais de transporte em Águas Claras - janeiro de 2018 | 56 |

SUMÁRIO

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 12 |
| 1.1 | Contextualização..... | 12 |
| 1.2 | Formulação do Problema de Pesquisa..... | 13 |
| 1.3 | Objetivo Geral | 15 |
| 1.4 | Objetivos Específicos | 15 |
| 1.5 | Justificativa..... | 15 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO..... | 17 |
| 2.1 | Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável..... | 17 |
| 2.2 | Som e Ruído | 19 |
| 2.3 | Poluição Sonora | 21 |
| 2.4 | Legislação | 25 |
| 2.5 | Transporte Urbano | 26 |
| 2.5.1 | Transporte Urbano no Distrito Federal | 27 |
| 3 | MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA | 30 |
| 3.1 | Tipo e descrição geral da pesquisa..... | 30 |
| 3.2 | A cidade-satélite de Taguatinga..... | 31 |
| 3.3 | A cidade de Águas Claras | 32 |
| 3.4 | Seleção dos Pontos de Coleta | 33 |
| 3.4.1 | Pontos de coleta do modal rodoviário em Taguatinga | 34 |
| 3.4.2 | Ponto de coleta modal Metroviário em Taguatinga | 37 |
| 3.4.3 | Pontos de coleta do modal rodoviário em Águas Claras..... | 39 |
| 3.4.4 | Ponto de coleta do modal metroviário em Águas Claras..... | 41 |
| 3.5 | Caracterização dos instrumentos de pesquisa..... | 43 |
| 3.6 | Procedimentos de coleta e de análise de dados | 44 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 47 |
| 4.1 | Análise comparativa entre os resultados e a norma..... | 47 |

| | | |
|-----|--|----|
| 4.2 | Análise comparativa entre os pontos do modal rodoviário | 53 |
| 4.3 | Análise Comparativa entre os pontos do modal metroviário | 54 |
| 4.4 | Análise comparativa entre os modais em Taguatinga e Águas Claras 55 | |
| 4.5 | Análise Global e Atendimento dos Objetivos Específicos | 57 |
| 5 | CONCLUSÃO | 59 |
| 5.1 | Limitações do Estudo e Recomendações para Pesquisas Futuras.... | 59 |
| 6 | REFERÊNCIAS | 61 |

1 INTRODUÇÃO

As questões ambientais abrangem uma gama muito diversa de aspectos. O vigoroso crescimento demográfico observado nas zonas urbanas representa uma ameaça à qualidade de vida das populações. O presente trabalho buscou identificar os níveis de pressão sonora nas regiões administrativas de Taguatinga e Águas Claras, a fim de obter informações sobre a poluição sonora oriunda do tráfego de veículos e metrô nessas cidades do Distrito Federal.

Esse capítulo tem por fim introduzir o tema, estando subdividido de forma que a primeira seção objetiva familiarizar o leitor com o assunto, a segunda visa apresentar o problema de pesquisa levantado, a terceira seção trata do objetivo geral, a quarta traz os objetivos específicos, enquanto a quinta e última seção do capítulo apresenta a justificativa do trabalho.

1.1 Contextualização

A poluição sonora é um problema ambiental que atinge os grandes centros urbanos por todo o mundo. De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS) aproximadamente 40% da população da União Europeia (UE) estava exposta a níveis de ruído de tráfego acima de 55 decibéis, e 20% acima de 65 decibéis já em 1999. Em 2009, a OMS afirmou ser o ruído ambiental o principal incômodo ambiental vivenciado pela população da UE. Além de um problema ambiental, a Organização considera a poluição sonora uma séria ameaça à saúde pública (OMS, 2011).

O elevado nível de ruído vivenciado nas grandes cidades é uma das consequências naturais da urbanização acelerada, resultante do crescimento populacional. Enquanto a população do Brasil cresceu 8,8% entre o censo de 2010 e o ano de 2017, a população do Distrito Federal cresceu 18% no mesmo período. A unidade da federação é hoje um dos maiores centros urbanos do país, tendo ultrapassado em 2017 a marca dos 3 milhões de habitantes (IBGE, 2017).

O DF é atualmente a terceira região mais populosa do país, atrás apenas de Rio de Janeiro e São Paulo. A situação domiciliar predominante no Distrito Federal é urbana, sendo esse tipo de domicílio correspondente a mais de 96% dos domicílios brasilienses (IBGE, 2010). Naturalmente, essa conjuntura agrava as condições ambientais.

No Distrito Federal, nota-se uma priorização pelos meios de transporte motorizados, especialmente o automóvel próprio. Segundo a Companhia de Planejamento do Distrito Federal (CODEPLAN), em 2016, 41,42% dos deslocamentos eram realizados com automóveis próprios, enquanto 38,07% ocorriam com ônibus. O uso do metrô correspondia a apenas 2,64% dos deslocamentos totais realizados pela população.

O uso do transporte motorizado provoca uma série de consequências ambientais, como congestionamentos, emissão de gases, acidentes de trânsito e, a que mais interessa a esse estudo, a poluição sonora.

A poluição sonora é verificada quando a perturbação ultrapassa os limites permitidos pela legislação, e os meios de transporte estão entre as principais fontes desse tipo de poluição. Esse problema ambiental continua a crescer e incomodar um número cada vez maior de pessoas expostas a ele. O seu aumento contínuo é insustentável e preocupante por provocar efeitos adversos diretos e cumulativos para a saúde das populações (OMS, 1999).

1.2 Formulação do Problema de Pesquisa

As regiões administrativas do Distrito Federal encontram-se em sua maioria distantes do centro, e o Plano Piloto ainda concentra a maioria dos postos de emprego no DF, 41,53%, de acordo com a Codeplan, esses dois fatores somados implicam na necessidade de deslocamentos que demandam o uso de meios de transporte, coletivos ou individuais.

Em 2018, a região administrativa de Taguatinga completará 60 anos. Localizada a 21 km do Plano Piloto, tendo como limites ao norte as regiões administrativas Brazlândia e Plano Piloto, ao sul, Riacho Fundo, ao leste, Plano Piloto, Vicente Pires e Águas Claras, e a oeste, Ceilândia e Samambaia, a região é

também uma importante geradora de postos de emprego no Distrito Federal (CODEPLAN, 2016).

Águas Claras, localizada a 19 km, do Plano Piloto, por sua vez, é a cidade que mais cresce no Distrito Federal atualmente. Os moradores da região administrativa são os que mais utilizam o metrô dentre as cidades pelas quais o meio de transporte passa, correspondendo esse ao meio de transporte utilizado por 12.52% de sua população (CODEPLAN, 2016).

No que tange ao transporte urbano, Taguatinga é cortada pelas duas linhas de metrô existentes no Distrito Federal, ligando o Plano Piloto à cidade satélite de Samambaia na linha laranja, e à região administrativa de Ceilândia na linha verde. Além da malha metroviária, a cidade é cortada por diferentes corredores rodoviários, nos sentidos norte-sul e leste-oeste (RODRIGUES, 2003).

Enquanto isso, Águas Claras também recebe as duas linhas do metrô, que se separam ainda nessa cidade. A região de Águas Claras Vertical possui no seu eixo central duas avenidas principais, paralelas ao metrô e responsáveis por distribuir e conduzir os veículos da cidade às suas principais saídas, a Estrada Parque Vicente Pires, no Parkway, e Taguatinga.

Em 2008, entrou em vigor no Distrito Federal a chamada Lei do Silêncio, que Dispõe sobre o controle da poluição sonora, determinando os limites para emissão de sons e ruídos resultantes de atividades urbanas e rurais no Distrito Federal. Tal legislação visa garantir maior qualidade de vida e bem-estar para a população em ambientes urbanos. Os níveis tolerados de emissão considerados na referida norma, para ambientes externos, são os estabelecidos pela norma Norma Brasileira NBR 10151 de junho de 2000 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Considerando-se a localização geográfica relevante da região de Taguatinga, bem como sua importância para a economia local, do mesmo modo, considerando-se a elevada renda domiciliar e a relevância populacional da cidade de Águas Claras, além da presença dos modais de transportes metroviário e rodoviário nas duas regiões administrativas, propõe-se uma análise relativa à emissão sonora veicular nessas localidades tão representativas do Distrito Federal.

A fim de verificar se estão sendo atendidas as condições estabelecidas pela Lei do Silêncio, para investigar a qualidade ambiental e bem-estar da população dessas regiões, o estudo buscou responder a seguinte questão:

As emissões de ruídos promovidas pelos modais de transporte metroviário e rodoviário em Taguatinga e Águas Claras estão em conformidade com a legislação?

1.3 Objetivo Geral

Analisar os níveis médios de pressão sonora gerada pelos modais rodoviário e metroviário das regiões administrativas de Taguatinga e Águas Claras, no Distrito Federal.

1.4 Objetivos Específicos

- . Verificar os níveis de pressão sonora provocados por ônibus e automóveis em Taguatinga.
- . Verificar os níveis de pressão sonora provocados pelo metrô na linha laranja em Taguatinga.
- . Medir os níveis de pressão sonora provocada pelo metrô em Águas Claras.
- . Medir os níveis de pressão sonora provocados ônibus e automóveis em Águas Claras.
- . Comparar os dados obtidos com os limites estabelecidos pela legislação.

1.5 Justificativa

O uso de meios de transporte é inerente à vida humana nas grandes cidades. No entanto, tal uso tem impactos ambientais tanto em relação ao consumo de recursos, sendo eles renováveis, como a borracha, ou não renováveis, como o espaço, quanto em relação à vida das pessoas, como os acidentes de trânsito e a poluição ambiental (VASCONCELLOS, 2008). Entre as diferentes formas de poluição está a poluição sonora, problema ambiental que hoje representa uma das prioridades ecológicas da Organização Mundial da Saúde.

Os efeitos da poluição sonora vão muito além de efeitos sobre o aparelho auditivo, podendo comprometer sensivelmente a saúde física e psicológica daqueles a ela expostos (OMS, 1999). O presente trabalho visa analisar os níveis de pressão sonora verificados em duas cidades representativas do Distrito Federal, a fim de gerar informações acerca dessa forma de poluição cada vez mais frequente nos grandes centros urbanos. Os resultados encontrados podem propiciar ferramentas de auxílio à gestão ambiental, a fim promover um ambiente positivo para as populações.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem como fim apresentar a fundamentação teórica deste trabalho. São apresentados conceitos importantes para análise aqui realizada, relativos à gestão ambiental, ao som, à questão da poluição sonora, à legislação pertinente ao tema, assim como, conceitos e informações acerca dos modais de transporte metroviário e rodoviário.

2.1 Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável

A Revolução industrial consolidou o modo capitalista de produção como modelo econômico adotado, pautado na lógica de lucros crescentes e contínuo aumento de produção, o que favoreceu o crescimento populacional, culminando gradativamente em um aumento na pressão sobre os recursos naturais (SEIFFERT, 2011). As preocupações com direitos humanos e questões ambientais passaram a ter maior destaque nos debates internacionais a partir de meados do século XX, após os duros impactos da Segunda Guerra Mundial (SACHS, 2000).

A partir de 1972, a Organização das Nações Unidas desponta como protagonista dos debates ambientais, iniciando uma série de conferências, iniciadas pela de Estocolmo em 1972, que estimulou a estruturação de órgãos ambientais nos países desenvolvidos (NASCIMENTO, 2012). Diante desses fatos, tem-se a construção paulatina de dois conceitos fundamentais para a análise do meio ambiente urbano: gestão ambiental e desenvolvimento sustentável.

Conforme Philippi e Bruna (2004), o conceito de gestão ambiental é amplo, e pode abarcar diferentes situações. Analisando etimologicamente a expressão, obtém-se o conceito de gestão, derivado do latim, *gestioni*, que significa gerir. O substantivo derivado do verbo gerir expressa o ato de dirigir, de administrar. Por sua vez, ambiental é um adjetivo referente a coisas do ambiente, que é um vocábulo de origem latina, expresso pela junção de *amb*, que significa ao redor, em volta, e *ire*, verbo ir. A gestão do meio ambiente exprime, portanto, o ato de administrar o meio ambiente.

A gestão ambiental consiste no ato de administrar, gerenciar, os ecossistemas naturais e sociais nos quais o homem está inserido, com o objetivo principal de estabelecer, ou reestabelecer o equilíbrio entre homem e natureza (PHILIPPI e BRUNA, 2004).

Seiffert (2011), apresenta o processo de gestão ambiental como complexo, devendo ser compreendido a partir de uma observação abrangente. Deve abarcar uma política ambiental, um processo de planejamento, bem como o próprio gerenciamento ambiental, além do processo de monitoramento.

A política ambiental consiste no conjunto de princípios que orientam a ação governamental ou social, relacionados com aspectos de regulamentação e controle. O planejamento ambiental é representado pelos estudos prévios à elaboração das políticas, para a adequação do uso do ambiente. O gerenciamento ambiental traduz-se nas ações propriamente ditas. Por fim, o monitoramento ambiental deve estar inserido, uma vez que qualquer processo de gestão demanda controle e acompanhamento.

A gestão ambiental surge, portanto como uma prática a ser adotada para promover o equilíbrio entre as atividades humanas e o ambiente com o qual o homem interage.

O despertar para as consequências danosas da atividade humana, conforme Seiffert (2011), começa a surgir após eventos catastróficos ligados a questões ambientais experimentados a partir da década de 1950, como a nuvem de fumaça industrial que pairou sobre Londres durante dias em 1952, ou a contaminação por mercúrio da Baía de Minamata no Japão, ambos causando centenas de mortes.

A Comissão Mundial para o Meio Ambiente, realizada em 1987, produziu o relatório “Nosso Futuro Comum”, que entre outras preocupações, trouxe desenvolvimento sustentável como sendo aquele que promove a satisfação das necessidades atuais, sem comprometer a capacidade de as gerações futuras em satisfazerem suas necessidades.

Phillipi e Bruna (2004) colocam o desenvolvimento sustentável como o modelo econômico em que se pondera a probabilidade de os recursos naturais se exaurirem, bem como o reuso de produtos ou subprodutos derivados dos mesmos, considerando a necessidade de controle de danos, a fim de diminuir ao máximo impactos negativos.

Sachs elenca critérios os quais a sustentabilidade deve observar, são eles: critério social, na medida em que deve almejar promover distribuição social equitativa, para diminuir desigualdades, critério cultural; critério ecológico, no qual considera a necessidade do respeito às capacidades dos recursos; critério ambiental, no qual deve-se buscar respeitar as capacidades dos ecossistemas, critério territorial, critério econômico e critérios políticos a nacional e internacionalmente (2000).

Seiffert (2011) acrescenta às análises de Sachs o critério tecnológico, que incluiria a preocupação com o desenvolvimento e a implantação de tecnologias mais limpas, a fim de promover a sustentabilidade.

As questões ambientais abrangem um universo muito diverso de situações. A atuação da gestão ambiental, com o fim de promover o desenvolvimento sustentável, deve objetivar um ambiente saudável e seguro para os que nele habitam. Nesse sentido, o recorte feito por esse trabalho em relação à poluição sonora visa propiciar mais ferramentas e informações a fim de auxiliar a promoção e garantia de bem-estar, qualidade de vida e saúde para a população do Distrito Federal por meio de uma gestão ambiental extensiva.

2.2 Som e Ruído

A audição é um sentido humano fundamental para interações sociais e orientação. De acordo com Silva (1962), o som pode ser entendido sob duas lógicas, como vibração, provocando uma sensação física ao percorrer um meio, ou como sensação sonora, que considera elementos psico-fisiológicos, sendo captado pelo ouvido humano.

O som pode ser percebido como sensação física por meio da visão, ao notarmos o movimento de uma corda de um violão vibrando, ou por meio do tato, ao encostarmos em um piano sendo tocado, sentimos a vibração. Enquanto o som sensação psico-fisiológica se expressa por meio da percepção da vibração da onda no meio elástico de propagação e sua captação pelo ouvido, elemento essencial para a percepção da onda, sem o qual ela não é sentida, mesmo havendo a vibração.

A lei distrital 4.092, a Lei do Silêncio, define em seu artigo 3º o som como um fenômeno físico capaz de estimular o aparelho auditivo humano a partir da propagação de vibrações mecânicas em um meio elástico, entre a faixa de frequência 16Hz (dezesesseis hertz) a 20kHz (vinte quilohertz).

O fenômeno do som decorre de variações de pressão em um meio compressível. Para que as flutuações na pressão sejam percebidas pela audição humana, devem estar dentro da faixa de frequência que o ouvido humano é capaz de captar, frequências abaixo dessa faixa são inaudíveis, por outro lado, frequências acima da faixa, não produzem sensação auditiva, mas podem causar dor (GERGES, 1992). A figura abaixo ilustra diferentes capacidades auditivas verificadas na natureza.



Figura 1: Escala de Frequências auditivas
Fonte: Site Conforto Acústico

Conforme Serway e Jewett (2004), os deslocamentos da onda sonora no ar são deslocamentos longitudinais ao longo do fluido, a partir de compressões e rarefações da onda no meio. O som é, portanto, uma forma de energia produzida por uma série de colisões de moléculas no meio, se propagando em ondas esféricas a partir de uma fonte pontual (GERGES, 1992).

Segundo Kroemer e Grandjean (2005), o decibel, a unidade física da pressão sonora, é medido em micropascal (μPa). A faixa de audição humana é muito abrangente, por isso convencionou-se avaliá-la em uma escala logarítmica, a fim de tornar o entendimento mais acessível. Dessa forma, a audição humana está entre 0 dB, o limiar auditivo e o limiar da dor, que equivale a 120 dB.

A seguir, apresenta-se uma escala para ilustrar alguns dos sons percebidos pelo ouvido humano com suas respectivas representações em decibéis:



Figura 2: Escala de níveis de pressão sonora
Fonte: Site Conforto Acústico

O ruído, por sua vez, situação frequentemente verificada nas grandes cidades, ocorre quando o som percebido gera perturbação e torna-se desagradável, podendo incorrer em vários efeitos adversos para a saúde humana.

Embora ruído e som frequentemente sejam tratados como sinônimos, o som geralmente designa uma sensação prazerosa, enquanto o ruído descreve sons indesejáveis e incômodos. O ruído é definido ainda como uma emissão de energia originada por uma série de fenômenos vibratórios aéreos que o sistema auditivo recebe e identifica como perturbação (ZAJARKIEWICCH, 2010).

Para medições sobre ruído de tráfego, muitas vezes é o usado o nível sonoro equivalente (L_{eq}), que é o nível médio sonoro integrado durante uma faixa de tempo (GERGES, 1992). O nível de pressão sonora expressa a sensação auditiva determinada pelo grau de potência da onda.

A Lei do Silêncio define o ruído como “qualquer som ou vibração que cause ou possa causar perturbações ao sossego público ou produza efeitos psicológicos ou fisiológicos negativos em seres humanos e animais”. Os ruídos captados nos grandes centros urbanos são oriundos de inúmeras fontes e são responsáveis pelo problema ambiental da poluição sonora, que será melhor explicado no próximo tópico.

2.3 Poluição Sonora

A Organização Mundial da Saúde (OMS) define o termo “saúde” como não só a ausência de doenças, mas como um estado de bem-estar físico, psicológico,

social, e considera que usufruir dos mais altos padrões de saúde é um direito fundamental de todos. Relatório da organização afirma que a exposição a ruídos em demasia acarreta graves prejuízos à saúde humana, atrapalhando atividades diárias, o sono, a saúde cardiovascular e psico-fisiológica, além de reduzir o desempenho, provocar estresse e mudanças no comportamento social (OMS, 2009).

A OMS considera que o limiar de incômodo para ruído contínuo esteja entre 50 e 55 dB (A), para o período do dia. Para os períodos noturnos, o incômodo começa a ser sentido a partir de 40 dB (A). A convivência contínua com níveis de 55 a 65 dB (A) pode ser danosa à saúde.

Um estudo realizado por De Hollander et al (1999) identificou impactos da poluição ambiental na vida da população alemã, tabulando os efeitos de mortalidade e morbidade em unidades DALY (*Disability Adjusted Life Years*), que mede a quantidade de anos de vida perdidos em razão de uma morte prematura, ou da aquisição de uma incapacidade que reduz a qualidade de vida.

Os autores organizaram variadas fontes de poluição sonora, incluindo efeitos como desconforto, distúrbio do sono, problemas cardíacos, internações e mortalidade, os resultados mostram que o ruído urbano tem considerável impacto ambiental sobre a vida da população, aproximando-se do avaliado em relação a acidentes de trânsito.

Halonen et al (2015) examinaram os efeitos da longa exposição aos ruídos gerados pelo tráfego de estradas em admissões hospitalares em Londres e verificaram que a mesma está associada com um pequeno aumento nos riscos de mortalidade por doenças cardiovasculares, bem como à morbidade da população em geral, especialmente idosos.

Clark et al (2016) investigaram os efeitos da longa exposição aos ruídos de tráfego em áreas residenciais e encontraram uma associação positiva entre o ruído do transporte residencial e a ocorrência de diabetes, reforçando a ideia de que a poluição sonora pode estar ligada às condições de saúde metabólica. Os autores reforçam a necessidade de precaução em relação a tal questão.

Estudo feito por Zannin et al (2002) na cidade de Curitiba demonstra que 76% dos entrevistados se sentem incomodados de alguma forma com o ruído urbano na sua cidade. Vianna (2014) identificou e mapeou diversas áreas da cidade de São Paulo expostas a níveis de ruído acima do desejado, inclusive áreas, que inicialmente, não haviam sido classificadas como expostas aos efeitos do tráfego.

Lacerda et al (2005) em estudo sobre a percepção da poluição sonora no ambiente urbano de Curitiba relata que 97% dos entrevistados sentiam o ruído como fator prejudicial a sua audição. Além disso, a principal fonte de poluição sonora, relatada por 67% das pessoas, foi o tráfego de veículos. Irritabilidade (55%), baixa concentração (28%) e insônia (20%) estão entre as reações psico-sociais mais relatadas.

Além de todas essas questões, Medeiros, Assunção e Santos (2015) alertam ainda para a ocorrência da perda auditiva, que pode ser resultante da exposição a altos níveis de ruído, antes mesmo da velhice. A perda auditiva compromete a esfera da comunicação, afeta a vida social do indivíduo, causando solidão e isolamento, comprometendo a qualidade de vida. Em termos de produtividade, gera prejuízos econômicos e sociais para as comunidades e seus países.

No Distrito Federal, o Instituto Brasília Ambiental (IBRAM) realizou em 2013 mapeamento do ruído na região administrativa de Brasília e identificou áreas em que os níveis de pressão sonora estão acima do tolerado pela legislação. Em razão da distribuição urbana da cidade de Brasília, a qual preserva as áreas residenciais, essa poluição sonora tem impacto relativamente pequeno sobre os habitantes da cidade em sua vida domiciliar.

Já nas regiões administrativas, o impacto é um pouco diferente. Garavelli *et al* (2010) observou, por meio da elaboração de um mapa de ruído em Águas Claras, que a população da região está submetida a níveis de pressão sonora acima do que é permitido pela legislação. As regiões mais afetadas são especialmente as Avenidas das Araucárias e Castanheiras, onde há elevada concentração de residências, e pontos próximos à Estrada Parque Taguatinga.

O mapa de ruído de Águas Claras apresenta as regiões mais prejudicadas pela poluição sonora, como podemos verificar na imagem a seguir:

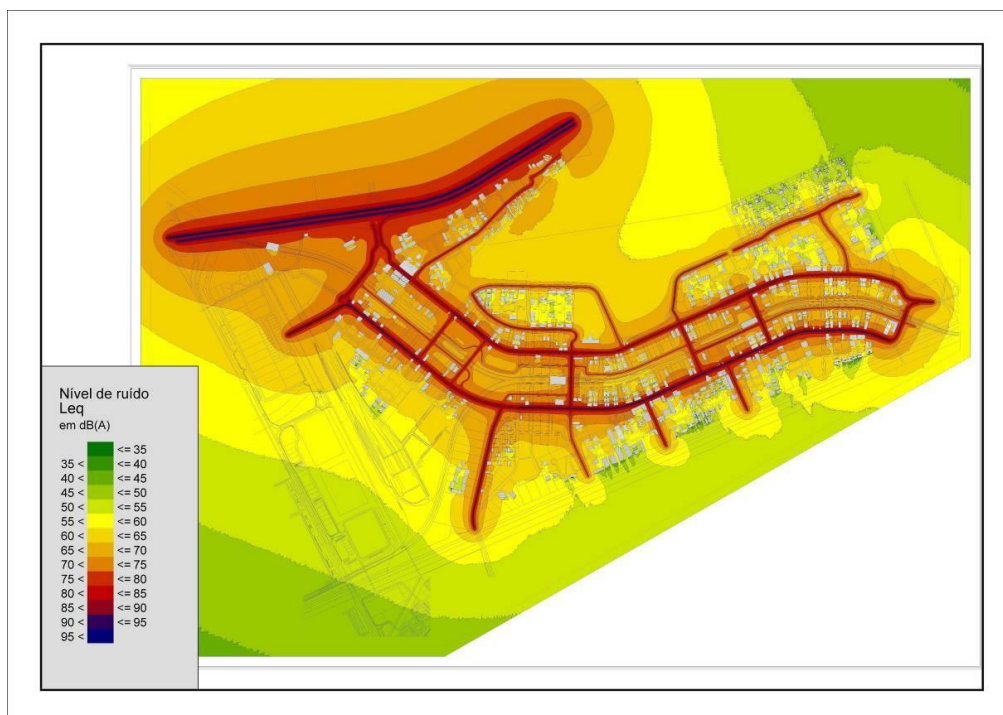


Figura 3: Mapa de ruído de Águas Claras
 Fonte: Garavelli et al (2010)

Em Taguatinga, Ferreira (2010), identificou níveis de pressão sonora também acima do permitido pela legislação nas regiões da Avenida Hélio Prates, Comercial, Sandú e Central, essas regiões embora tenham predominância de atividades comerciais, estão próximas de áreas residenciais, sendo classificadas como áreas mistas, de modo que os elevados níveis de ruído afetam a população que trabalha exatamente nas avenidas, mas também os habitantes das áreas residenciais na vizinhança.

Diante do exposto, é natural concluir que a poluição sonora é uma questão ambiental, e uma questão de saúde pública. A Lei 4.092/2008 define poluição sonora como toda emissão de som que agride a saúde, segurança ou bem-estar da coletividade de maneira direta ou indireta. A vida urbana tal como conhecemos hoje implica uma série de prejuízos à saúde e bem-estar das populações. Assim, se faz fundamental o despertar da preocupação e consciência das autoridades e da população em geral para os riscos dessa forma de poluição ambiental tão fortemente sentida.

Nesse sentido, esse trabalho buscou compreender a poluição sonora a partir da análise do nível médio de pressão sonora, produzida pelos meios de transporte, aos quais estão submetidos os habitantes das regiões estudadas. O nível de

pressão sonora expressa a sensação auditiva e é medido em decibéis. Para tal, devemos compreender também as determinações legais concernentes ao tema, que serão explicadas no próximo tópico.

2.4 Legislação

A partir da observação dos problemas decorrentes da emissão excessiva de ruídos, e da percepção de que a poluição sonora se agrava continuamente nas grandes cidades, causando redução de bem-estar e qualidade de vida, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) expediu em 1990 a Resolução 001/1990.

O documento determina como fontes de emissão de ruídos atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, e que tais atividades devem estar de acordo com os padrões aceitáveis estabelecidos pela Norma ABNT NBR 10.151:2000 - “Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade”, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

A resolução tem fundamental importância por ter sido a primeira a tratar do problema da poluição sonora e ainda é a principal referência no assunto, por apresentar critérios, padrões e normas para a avaliação do problema. As legislações estaduais e municipais que dispuserem sobre poluição sonora devem estar de acordo com a referida norma.

No Distrito Federal, a Lei 4.092 de 2008, chamada Lei do Silêncio, traz as determinações para o controle da poluição sonora decorrentes das atividades urbanas e rurais da região, fixando limites máximos de intensidade, de acordo com a ABNT NBR 10.151:2000, estando em conformidade com a Resolução do Conama.

A referida legislação traz entre suas definições os conceitos de poluição sonora, definida como emissão de som que acarrete, direta ou indiretamente, danos à saúde, segurança e bem-estar da coletividade, atividades potencialmente poluidoras são aquelas capazes de produzir ruído prejudicial ou que incomode aqueles que estão a sua volta.

O diploma legal ao tratar sobre as emissões originárias do tráfego veicular, dispõe que caberá ao órgão responsável pela via ajustar, por meio de cooperação dos demais órgãos competentes meios para controle do ruído e o fim do distúrbio.

2.5 Transporte Urbano

Nos últimos 40 anos, a configuração urbana do Brasil foi significativamente alterada. Nas décadas de 1950 e 1960, a população brasileira residia majoritariamente nas áreas rurais. Atualmente, 85% da população brasileira vive em grandes centros urbanos, estando aproximadamente 45% dessa habitando as grandes regiões metropolitanas (IPEA, 2016).

Os centros urbanos estruturam-se basicamente sobre uma configuração que resulta da disputa econômica pelo uso do solo. A estrutura se pauta no estabelecimento das atividades de comércio e serviços nas regiões mais centralizadas e das atividades habitacional, de indústria e agropecuária em regiões mais afastadas. Tal contexto atribui ao transporte sua função essencial, a de integrar as áreas urbanas e contribuir para a produção econômica (RODRIGUES, 2003).

As possibilidades de deslocamento são criadas a partir de circunstâncias físicas, sociais e econômicas, e como consequência da urbanização, as redes de atividades das cidades estão mais complexas, demandando maior uso de transportes, majoritariamente, dos meios motorizados (VASCONCELLOS, 1996).

O transporte público viabiliza o aperfeiçoamento profissional da população, o lazer, o acesso aos equipamentos de saúde, entre outras atividades, e no Brasil isso ocorre em um ambiente fortemente marcado pela urbanização dispersa (SILVEIRA; COCCO, 2013).

Apesar do papel fundamental dos meios de transporte públicos, verifica-se, de um modo geral, uma priorização dos meios motorizados de transporte, especialmente os individuais. A indústria automobilística exerce influência sobre os governos, favorecendo o estabelecimento de infraestrutura para esse modal de transporte. Rubim e Leitão (2013) afirmam que o estímulo histórico à motorização individual relegou os demais modos de transporte, deteriorando as cidades e alimentando as desigualdades quanto ao uso do espaço urbano.

A perpetuação do uso de meios motorizados gera uma série de consequências para a população. Os congestionamentos, os acidentes de trânsito, os elevados custos com manutenção de automóveis, com manutenção das vias, com combustível, além da deterioração da qualidade de vida da população e a redução da qualidade ambiental são algumas delas.

Relatório do IPEA (2016) afirma que o uso do transporte individual no país tende fortemente a aumentar, o que se apresenta como um desafio para a gestão pública de transporte, uma vez que implica na necessidade de planejamento de políticas mitigadoras, a fim de diminuir as externalidades negativas produzidas e incentivar a participação do transporte público nos deslocamentos urbanos, bem como a ocupação racional das vias pelos veículos.

Brinco (2012) ressalta que a falta de consciência dos motoristas sobre os reais custos oriundos dos automóveis intensifica a opção por esse modal. As despesas indiretas ligadas aos impactos ambientais, construção e manutenção das vias e infraestrutura geral, constituem efeitos que não são repassados aos condutores diretamente.

Dados de 2015 revelaram que há cerca de 45 mil mortes por ano em acidentes de trânsito no Brasil, além dos 300 mil feridos com lesões graves. O relatório mostrou ainda que os acidentes em áreas urbanas custam em torno de R\$ 10 bilhões por ano para a sociedade brasileira, incluindo custos por perda de produtividade e despesas hospitalares (IPEA, 2015).

Ainda em relação ao modal rodoviário, no que concerne aos ônibus, são veículos consolidados no tráfego urbano, em função da flexibilidade apresentada quanto às possibilidades rotas, além de não demandarem tantos investimentos na implantação de novas infraestruturas, quando comparados aos transportes sobre trilhos. Permitem integração com outros meios de transporte, viabilizando o acesso dos usuários a áreas não atendidas por todos os modais (BRINCO, 2012).

O modal metroviário de transporte público se apresenta como uma alternativa aos problemas dos congestionamentos, Brinco (2012) ressalta a velocidade do modal de transporte, bem com a sua confiabilidade. Para Andrade, Almeida e Leal Junior (2013), o metrô se apresenta como solução para a redução da emissão de dióxido de carbono.

2.5.1 Transporte Urbano no Distrito Federal

O Distrito Federal vive situação semelhante à das demais regiões metropolitanas do restante do país. A configuração urbana dispersa da região, hoje

uma das mais populosas do Brasil, concentra os postos de trabalho nas regiões centralizadas e demanda deslocamentos diários da população.

Conforme dados da Codeplan, no DF, 45,42% dos deslocamentos para o trabalho são realizados com automóvel próprio, enquanto os de ônibus correspondem a 38,07%. A frota de automóveis próprios do Distrito Federal chegou a 71,2% do total de veículos da região administrativa em 2017, segundo o Detran-DF.

A priorização do modal rodoviário no Distrito Federal reflete a tendência nacional. Além das externalidades já citadas anteriormente, o transporte rodoviário é uma das mais notáveis fontes de poluição sonora. Os desconfortos causados pela poluição sonora dos ônibus urbanos vão além dos impactos ambientais.

O Ministério Público do Trabalho do DF indicou que 48% dos cobradores e motoristas do Distrito Federal sofrem de perda auditiva induzido por ruído. Os gastos em decorrência do afastamento dos rodoviários estão em torno de 128 milhões de reais. Em razão dessa situação, o Governo do Distrito Federal sancionou Lei que determina a proibição de transportes coletivos de passageiros com motor localizado na parte dianteira, a fim de preservar a saúde dos profissionais (Agência Brasília, 2017).

Considerando a urbanização como processo inevitável, se faz necessária a implementação de tecnologias na área dos transportes a fim de reduzir as deseconomias geradas por esse importante elemento urbano. Rodrigues (2003) afirma que o sistema de transporte metroviário tem desempenho superior ao dos ônibus, sendo mais confortável, confiável, veloz, eficiente e capaz de transportar mais pessoas, de modo que se apresenta como uma alternativa interessante de meio de transporte.

Apesar do peso majoritário dos modais rodoviários nos deslocamentos da população do Distrito Federal, o metrô tem sua importância na região. O Metrô-DF conta com 29 estações, estando 24 em funcionamento. A frota é composta de 32 trens e transporta em média 160 mil passageiros. A extensão da via é de 42,38 km e liga a região central de Brasília aos terminais Ceilândia e Samambaia. A linha passa pela Asa Sul, Estrada Parque Indústria e Abastecimento, Guará, Park Way, Águas Claras e Taguatinga.

O uso do metrô pela população das cidades administrativas é majoritariamente verificado em Águas Claras, onde 12,52% dos moradores utiliza

o modal de transporte. Observando somente a região de Águas Claras vertical, 17,97% dos moradores são usuários do metrô. Em Taguatinga, apenas 3,21% da população utiliza o transporte metroviário, em Samambaia são 8,06%, em Ceilândia, 5,94%, no Guará, 2,91% e na região administrativa de Brasília, somente 0,18% da população utiliza o meio de transporte (CODEPLAN, 2016).

O Metrô-DF tem via em formato e Y, sendo o eixo principal entre a estação Central e a Estação Águas Claras, de 19,9 km. O ramal verde segue de Águas Claras até Ceilândia, com 14,31 km, e o ramal laranja segue de Águas Claras a Samambaia, com 8,8 km.

Atualmente existe projeto para expansão das linhas, acrescentando duas novas estações em Ceilândia, duas em Samambaia, bem como a extensão da para a região norte do Distrito Federal (METRÔ-DF, 2018).

Além de ser uma alternativa de transporte, o modal metroviário tem importância na formação urbana do Distrito Federal, tendo estimulado a criação da cidade de Águas Claras. Além disso, à data de sua implementação, verificou-se valorização imobiliária da região de Taguatinga Sul, bem como a instalação de novos empreendimentos, quando essa passou a ser atendida pelo modal (RODRIGUES, 2003).

O transporte possui função social, como ferramenta de viabilização da democracia no uso do espaço urbano, e garantia de equidade no acesso aos equipamentos urbanos, não à toa figura entre os Direitos Sociais garantidos pelo artigo 6º da Constituição Federal de 1988, ao lado de direitos como saúde e educação. Desse modo, o direito ao transporte deve ser usufruído de modo a propiciar condições ambientais favoráveis à população.

Para os fins desse estudo, considerou-se a relevância dos modais de transporte rodoviários para a população do Distrito Federal, que cada vez mais opta pelo seu uso. No que tange ao Metrô DF, embora sua participação, seja tímida em comparação aos meios rodoviários, considerou-se relevante analisar os impactos sonoros produzidos pelo mesmo, uma vez que tal meio de transporte se apresenta como uma das principais escolhas alternativamente ao automóvel na região administrativa de maior crescimento populacional em todo o DF, Águas Claras, além de haver projeto para expansão do mesmo.

3 MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA

Este capítulo tem como finalidade a descrição dos métodos e procedimentos adotados na pesquisa e, para tanto, foi subdividido em seções. Primeiramente será apresentado o tipo e descrição geral da pesquisa. Posteriormente serão descritos os locais de realização do estudo, bem como a escolha dos pontos de coleta. A seguir, o instrumento de coleta de dados da pesquisa e, por fim, os procedimentos de coleta e análise de dados.

3.1 Tipo e descrição geral da pesquisa

A opção adotada para a execução desse trabalho foi realizar uma pesquisa de campo descritiva e quantitativa.

De acordo com Zanella (2009), a escolha de um método quantitativo convém quando se busca analisar a representatividade numérica dos dados. Quanto ao objetivo, a pesquisa descritiva deve ser a opção quando busca-se compreender o fenômeno com exatidão. Quanto ao procedimento de coleta de dados, é adequado realizar um estudo de campo quando o objetivo é compreender situações reais.

A escolha aqui se justifica uma vez que o objetivo é compreender um fenômeno existente no mundo real, da maneira mais precisa possível, a partir de uma comparação quantitativa, e para tanto, não seria possível coletar os dados de outra maneira que não em campo.

Optou-se por analisar os níveis de pressão sonora em pontos representativos do DF. Um deles uma de suas cidades mais antigas, e um dos maiores pólos de geração de emprego da região, a cidade de Taguatinga. O outro em Águas Claras, sua cidade que mais cresce e que mais utiliza o metrô, segundo dados da Codeplan, e cuja criação está relacionada com a implementação do metrô no DF. O equipamento utilizado foi um decibelímetro e para a análise, os níveis médios encontrados foram quantitativamente comparados à norma.

3.2 A cidade-satélite de Taguatinga

A cidade-satélite de Taguatinga é uma das mais antigas do Distrito Federal. Fundada em 05 de junho de 1958, foi classificada como Região Administrativa em 1964, e sua área atual é de 12134km².

Segundo a Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios (PDAD) de 2016 realizada pela Companhia de Planejamento do Distrito Federal (CODEPLAN), o número de habitantes da cidade era 222.598 habitantes naquele ano. A renda domiciliar média apurada foi de R\$ 6.072,92, corresponde ao valor de 6,90 Salários Mínimos (SM), enquanto a renda per capita era de R\$ 1.998,14, ou 2,27 SM.

De acordo com a PDAD, 41,28% dos trabalhadores residentes em Taguatinga trabalham na própria região, enquanto 31,97% trabalham no Plano Piloto, o restante encontra-se disperso por outras regiões administrativas.

Quanto aos meios de transporte utilizados pela população da cidade para ir trabalhar, 45,11% disseram que utilizar automóvel próprio, seguidos por 32,42% que andam de ônibus. Dentre os demais, 10,38% andam a pé, 3,12% usam o metrô. O deslocamento com motocicleta corresponde a 1,27% e o deslocamento com bicicleta representa 1,17%, 6,48% restantes responderam outros (CODEPLAN, 2016).

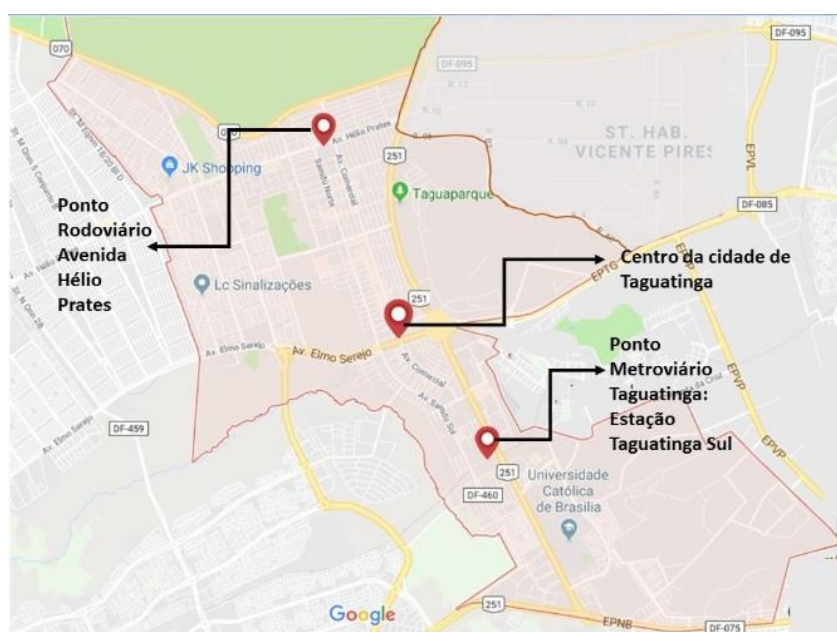


Figura 4: Mapa da cidade de Taguatinga com os pontos de coleta
Fonte: Google Maps – adaptado, 2018

3.3 A cidade de Águas Claras

Com área de 31,5 km², Águas Claras tornou-se a Região Administrativa XX ao se desmembrar de Taguatinga em 2003. A região é dividida entre os setores Águas Claras Vertical, Setor habitacional Arniqueira e Areal. (CODEPLAN, 2016).

A criação da região administrativa está intimamente relacionada ao projeto de implantação do Metrô do DF. A partir dos estudos de impacto ambiental prévios à implementação do metrô, notou-se a presença de uma área demográfica pouco habitada, de natureza rural. O projeto de Águas Claras, considerava a integração entre as estações metroviárias do trecho, e os imóveis dispostos na circunvizinhança da linha do Metrô (RODRIGUES, 2003).

A população urbana estimada pela PDAD de 2016 foi 148.490 habitantes, em 2013 o valor apurado havia sido 118.864, verificando-se no período uma Taxa Média Geométrica de Crescimento Anual (TMGCA) de 7,81%, a maior do Distrito Federal. A região de maior interesse para esse trabalho, Águas Claras vertical registrou sozinha TMGCA de 10,90%, enquanto Arniqueiras e Areal, 4,58% e 0,56%, respectivamente.

A renda domiciliar média apurada no período foi de R\$ 9.404,43, equivalente a 10,69 Salários Mínimos (SM), enquanto a renda per capita verificada foi de R\$ 3.391,07 (3,87 SM) na região administrativa. Observando somente o setor de Águas Claras vertical, a renda domiciliar mensal é de R\$ 11.692,54 (13,29 SM) e per capita de R\$ 4.537,07 (5,16 SM).

A população da região administrativa que trabalha no Plano Piloto representa 50,29% do total de trabalhadores da RA, 17,33% trabalham em Águas Claras e 9,07%, em Taguatinga. Os 23,31% restantes estão distribuídos entre as demais RAs sem representação significativa em nenhum ponto específico.

Para deslocar-se para o trabalho, 63,59% dos moradores de Águas Claras disseram utilizar automóvel próprio, 12,52% usam metrô e 12,42% usam ônibus, o restante se distribui entre motocicleta, bicicleta, utilitários e deslocamentos a pé de maneira pouco significativa individualmente. Especificamente em Águas Claras vertical, 70,97% usam carro e 17,97% usam metrô. (CODEPLAN, 2016).



Figura 5: Mapa da cidade de Águas Claras com os pontos de Coleta
Fonte: Google Maps - Adaptado

3.4 Seleção dos Pontos de Coleta

As cidades satélites selecionadas para o estudo foram escolhidas em razão da presença dos dois modais de transporte coletivo analisados nesse estudo. Taguatinga tem importantes corredores rodoviários que são trechos de passagem de outras cidades satélites para o Plano Piloto. Os ônibus se constituem como meio de transporte utilizado por 32,42% da população local nos deslocamentos para o trabalho, enquanto o metrô é utilizado por somente 3,12% da população, segundo a Codeplan. Além disso, o fato de Taguatinga ser uma das cidades mais antigas do Distrito Federal, um relevante polo de geração de empregos, com economia consolidada, que vivenciou valorização nos imóveis da região Sul a partir da criação do metrô, também foi importante para sua inclusão no estudo.

Águas Claras, por sua vez, chama atenção pelo seu expressivo crescimento populacional nos últimos anos e também pela elevada renda domiciliar local. Além disso, há uma significativa parcela de moradores que utilizam o metrô (a maior porcentagem dentre as cidades-satélites pelas quais passa o meio de transporte). A

configuração geográfica da cidade, construída em torno da linha do trem e cortada por duas avenidas principais bastante movimentadas, também foi relevante para sua inclusão nessa pesquisa.

Para a coleta de dados, foram selecionados pontos de tráfego rodoviário e metroviário nas duas cidades, localizados nas porções norte e sul de Taguatinga e na região central e sul de Águas Claras, com o fim de comparar a pressão sonora gerada nas imediações das vias percorridas pelos dois modais de transporte coletivo.

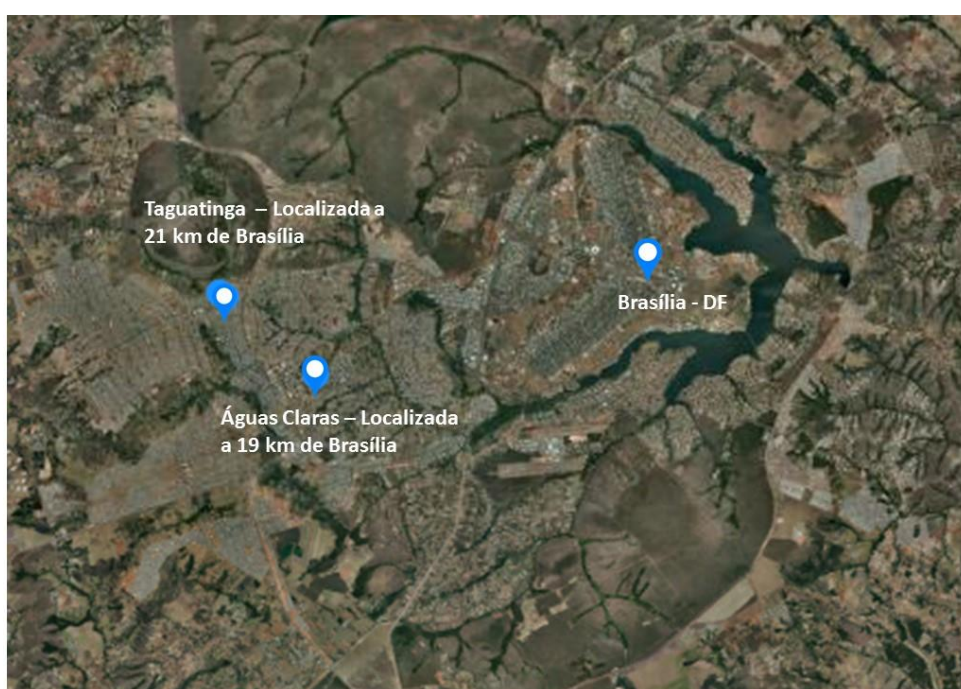


Figura 6: Posição das cidades em relação à Brasília
Fonte: Google Earth (2018)

3.4.1 Pontos de coleta do modal rodoviário em Taguatinga

Conforme Rodrigues (2003), a malha rodoviária da cidade de Taguatinga é formada por diversos corredores rodoviários nos sentidos norte-sul e leste-oeste, tendo sido a região planejada para o uso de ônibus como principal meio de transporte coletivo quando da sua origem.

Em razão das atividades socioeconômicas desenvolvidas em tal região administrativa, é possível verificar áreas de maior destaque. No sentido norte-sul,

têm notoriedade as avenidas Comercial, a principal avenida da cidade, que corta o centro de Taguatinga, a Estrada Parque do Contorno, chamada pista norte e sul, e a Avenida Sandu. No sentido leste-oeste, há proeminência da avenida Central, que atravessa o centro de Taguatinga, como uma extensão da avenida Estrada Parque Taguatinga, importante ligação da região ao Plano Piloto, e da Avenida Hélio Prates, importante conexão entre as áreas comerciais de Taguatinga e Ceilândia.

A Avenida Hélio Prates foi a avenida escolhida como ponto de coleta rodoviário de Taguatinga por se tratar de uma importante região comercial da cidade, com alta circulação de veículos e pessoas e por localizar-se na porção norte. A avenida é um dos acessos de Ceilândia ao Plano Piloto, o que acarreta intensa movimentação na região.

Outra relevante razão para a inclusão da avenida Hélio Prates entre os pontos de medição foi sua proximidade de áreas habitadas. A avenida é cortada perpendicularmente por diversas quadras residenciais, como as quadras QND, QNE, QNL, QNG, QNH, por exemplo.

O ponto de medição escolhido na avenida foi a parada de ônibus próxima ao Taguacenter, conhecido centro comercial cujo nome popularmente designa a região. O ponto de ônibus de coleta se localiza onde havia o terminal Taguacenter, hoje desativado e substituído pela parada de ônibus, existindo também um estacionamento e uma praça no local do antigo terminal, a CNG 04.

O local foi escolhido pela proximidade de um centro comercial de muita circulação, bem como, por estar situada próxima ao cruzamento da avenida Hélio Prates com a Avenida Comercial, região também de intensa movimentação.

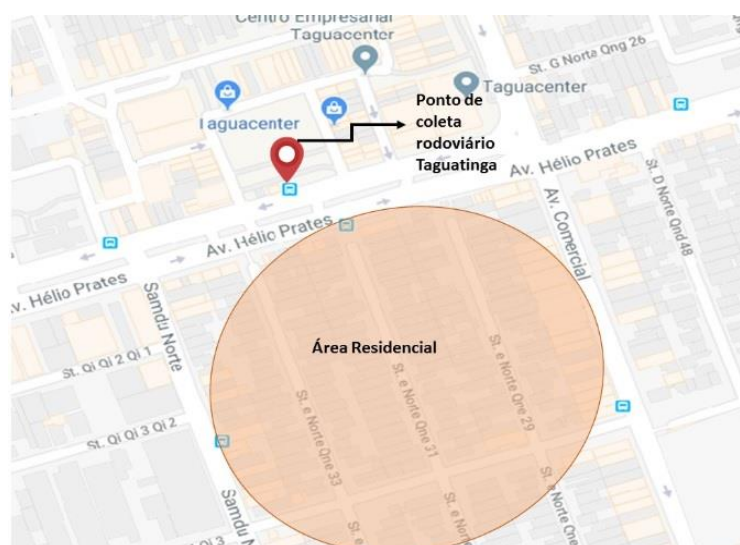


Figura 7: Mapa da região de coleta – Ponto rodoviário em Taguatinga Norte
Fonte: Google Maps – adaptado (2018)

No ponto de ônibus da Avenida Hélio Prates, além da parada, existem pequenos estabelecimentos comerciais cujos trabalhadores estão mais próximos a via e, naturalmente, mais expostos à emissão sonora do que os trabalhadores dos demais estabelecimentos.



Figura 8: Imagem do ponto da Avenida Hélio Prates sentido leste-oeste, antigo terminal Taguacenter em janeiro de 2018

A visão superior da Avenida mostra como as residências, embora perpendiculares à via estão próximas à fonte emissora de ruídos.



Figura 9: Ponto de Ônibus Avenida Hélio Prates
Fonte: Google Earth, 2018

3.4.2 Ponto de coleta modal Metroviário em Taguatinga

A cidade de Taguatinga recebe as duas linhas do metrô depois que os ramais se dividem, na estação Águas Claras. A linha verde, com destino a Ceilândia passa pelo centro da cidade de modo subterrâneo, no sentido da Avenida Central. A estação de interesse para os fins desse estudo é a estação Taguatinga Sul, que recebe o ramal laranja, com destino a Samambaia. A partir da estação Águas Claras, o metrô segue percorrendo pela superfície.

A região é predominantemente residencial, e embora esteja próxima ao Pistão, o movimento é menos intenso quando comparado ao fluxo da Avenida Hélio Prates, porém, é relevante por ser um ponto de circulação do modal metroviário em superfície.

A região foi favorecida social e economicamente pela implantação do metrô, tendo vivenciado alta nos valores dos imóveis à época da implementação do meio de transporte no Distrito Federal (RODRIGUES, 2003).

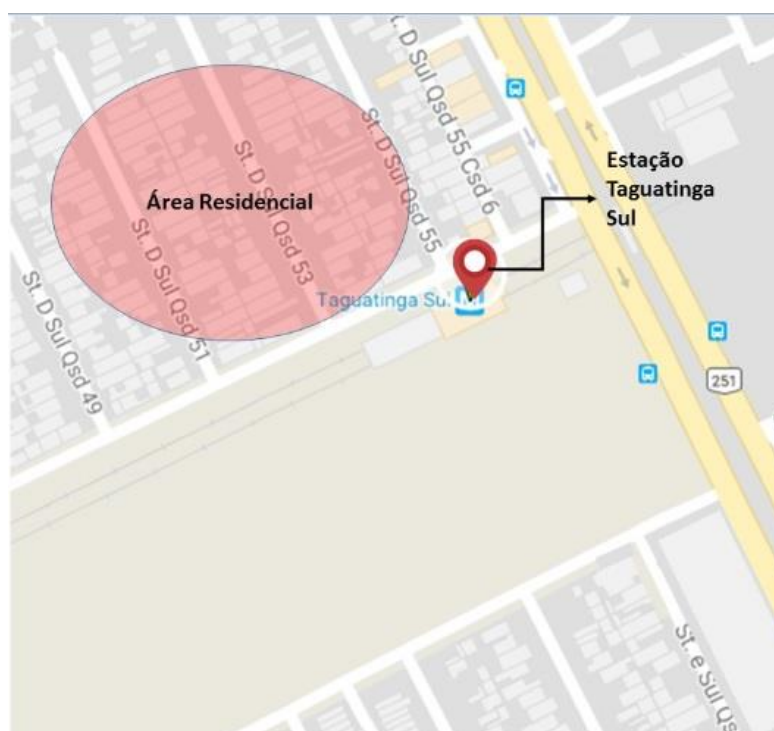


Figura 10: Mapa região de coleta – Ponto metroviário Taguatinga Sul

Fonte: Google Maps - Adaptado (2018)

A estação Taguatinga Sul foi construída no formato de trincheira, de modo que o desembarque ocorre em uma plataforma localizada em um corredor semi-

subterrâneo. A estação, localizada a pouco mais de 100m do Pistão Sul (Estrada Parque Contorno) está próxima de quadras residenciais do Setor perpendicularmente na altura da QSD 55.



Figura 11: Imagem Estação Taguatinga Sul
Fonte: Própria (2018)

A região é predominantemente residencial, e embora esteja próxima ao Pistão, o movimento é menos intenso quando comparado ao fluxo verificado na Avenida Hélio Prates, por ser um acesso às quadras residenciais.



Figura 12: Imagem lateral da Estação Taguatinga Sul, próxima às residências
Fonte: Própria (2018)

A vista superior da região permite visualizar a proximidade da via do metrô da área residencial.

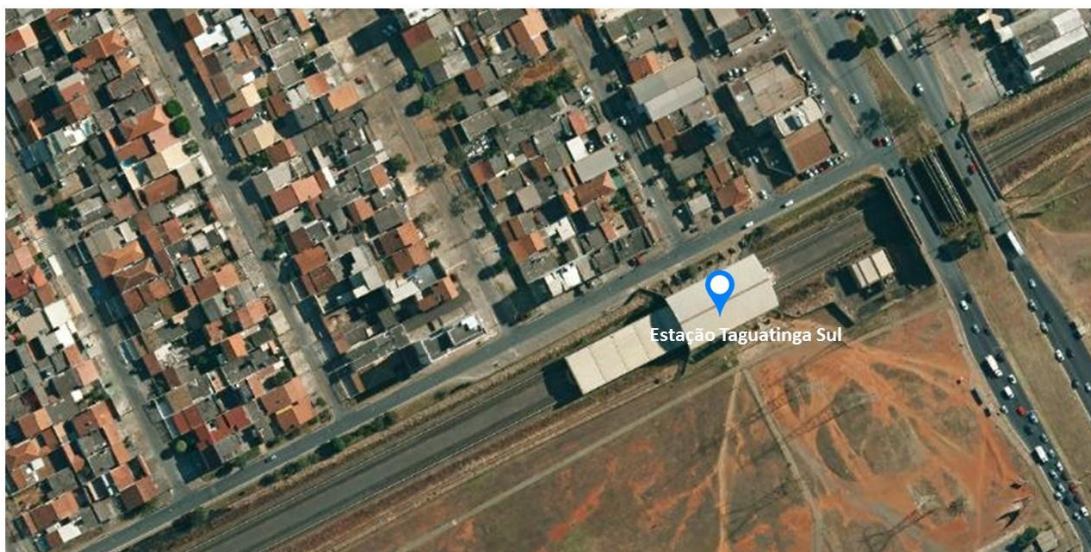


Figura 13: Imagem satélite Estação Taguatinga Sul
Fonte: Google Earth (2018)

3.4.3 Pontos de coleta do modal rodoviário em Águas Claras

A cidade de Águas Claras, na sua parte vertical, gira em torno basicamente de duas avenidas, paralelas à linha do metrô, que são as principais vias de circulação da cidade. As vias se iniciam no Parkway, na Estrada Parque Vicente Pires, que liga a Estrada Parque Taguatinga (EPTG) à Estrada Parque Núcleo Bandeirante (EPNB) no sentido norte-sul, e terminam na parte oeste de Águas Claras, encontrando Taguatinga.

As duas avenidas principais são Castanheiras, na porção norte de Águas Claras, e Araucárias, na porção sul. As avenidas são cortadas perpendicularmente por 37 ruas, identificadas pelos respectivos números e sua posição em relação linha do metrô, norte ou sul. São ruas residenciais, não havendo circulação de ônibus nas mesmas, exceto na rua 27 sul. Tal rua corresponde à avenida Sibipiruna, que se torna avenida Águas Claras, conexão entre as regiões do Areal e de Taguatinga Sul e a região de Águas Claras vertical pela parte sul, ao encontrar a avenida Araucárias.

Para a coleta, foi selecionado um ponto na porção sul de Águas Claras, na avenida das Araucárias. O ponto foi selecionado por estar próximo ao Águas Claras Shopping, importante centro comercial e de serviços, abrigando além de lojas, escritórios e consultórios médicos, o que implica em intenso fluxo de veículos e pessoas.



Figura 14: Mapa da região - Ponto rodoviário da Avenida Araucárias
Fonte: Google Maps - Adaptado (2018)

O ponto está próximo à rua 18 sul. A Avenida tem diversos pontos de comércio, mas é majoritariamente residencial, havendo também escolas em sua extensão.



Figura 15: Imagem do ponto de coleta na Avenida Araucárias
Fonte: Própria (2018)

A vista superior do ponto permite visualizar os edifícios residenciais ao redor.

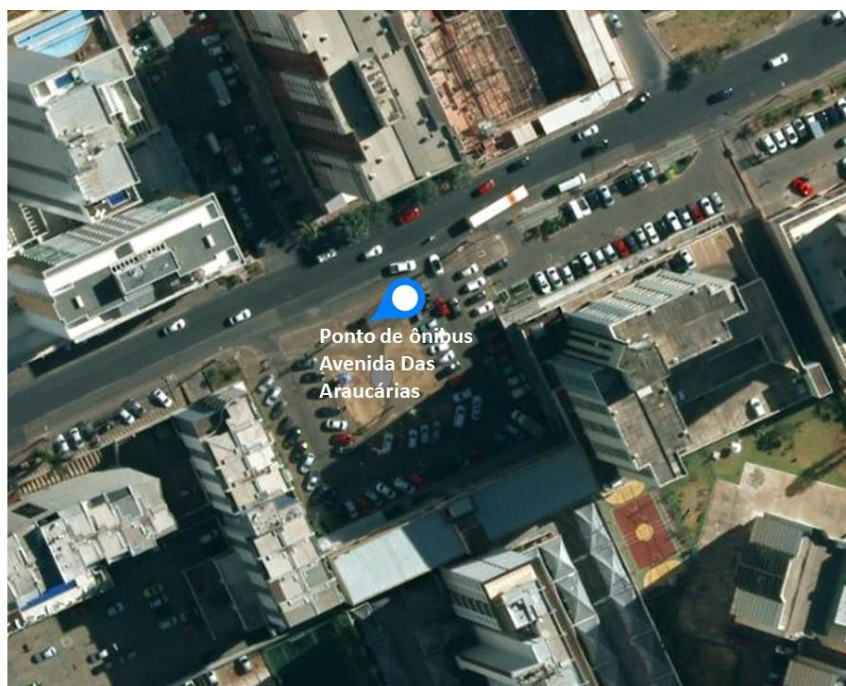


Figura 16: Imagem Satélite Ponto Rodoviário de Águas Claras
Fonte: Google Earth (2018)

3.4.4 Ponto de coleta do modal metroviário em Águas Claras

Conforme visto, a cidade de Águas Claras recebe os dois modais do metrô, abrigando inclusive a estação Águas Claras, onde ocorre a separação entre as linhas, seguindo a laranja para Samambaia e a verde para Ceilândia. Boa parte do trecho metroviário em Águas Claras é percorrido sem cobertura.

Para a realização das medições, foi escolhida a região da Estação Arniqueiras, que recebe as duas linhas do metrô DF. A estação localiza-se na entre as ruas 10 e 11 sul, na Avenida Boulevard Sul. A estação foi escolhida em razão do intenso movimento, gerado pelo trânsito das duas linhas, e também em função do seu posicionamento semi-subterrâneo, que favoreceu a coleta.

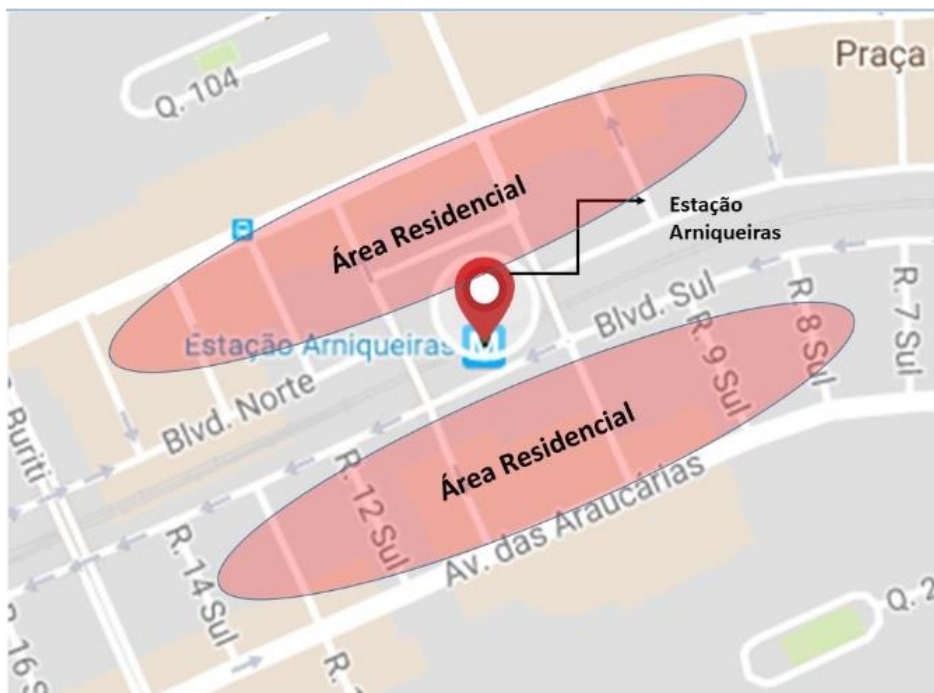


Figura 17: Mapa região de coleta – Ponto Metroviário Águas Claras
 Fonte: Google Maps – Adaptado (2018)

Ao redor do metrô estão as avenidas Boulevard Norte e Sul, que interceptam perpendicularmente as ruas de 1 a 37. Com a circulação das duas linhas de metrô até a Estação Águas Claras, o tráfego de trens é intenso, havendo passagens de trem com intervalos de aproximadamente 5 min, conforme verificado em campo.

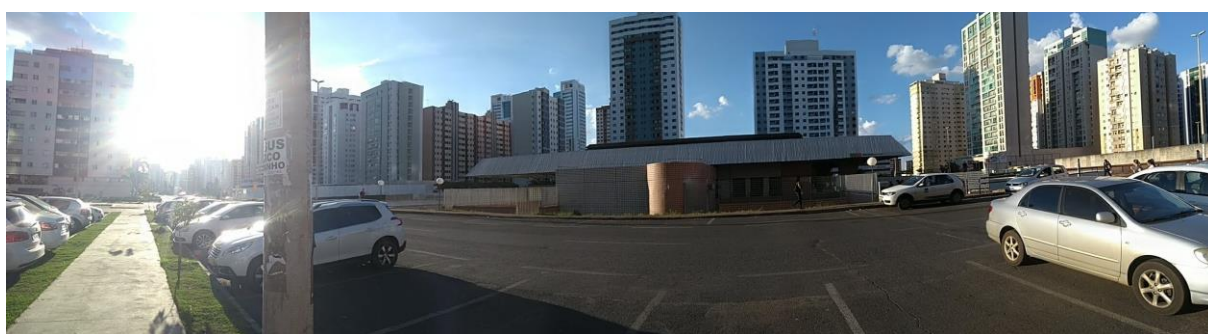


Figura 18: Imagem da Estação Arniqueiras
 Fonte: Própria (2018)

A vizinhança da estação Arniqueiras é repleta de residências, havendo também escolas na região. A vista superior permite identificar os edifícios próximos à estação e à via.

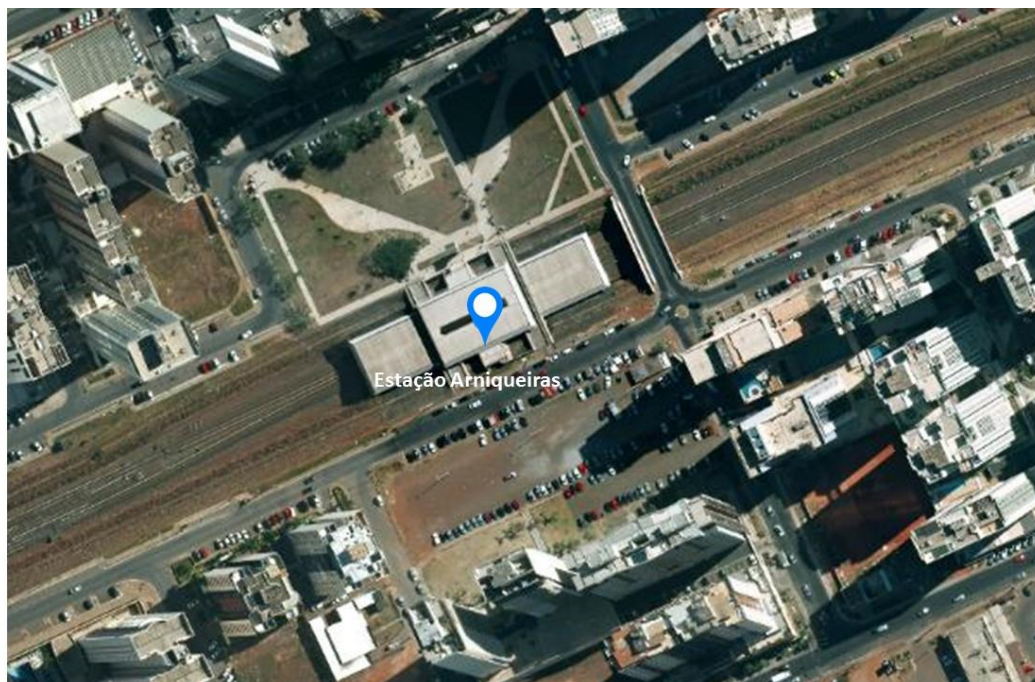


Figura 19: Imagem Satélite da Estação Arniqueiras
Fonte: Google Earth (2018)

3.5 Caracterização dos instrumentos de pesquisa

O aparelho utilizado nas medições foi o Termo-Higro-Decibelímetro-Luxímetro digital portátil THDL-400, da marca Instrutherm. O decibelímetro do equipamento capta os níveis de pressão sonora na ponderação “A” conforme recomendado pela NBR 10151, aqui observada. A curva nas ponderações A e C é aproximadamente uniforme por toda a escala de frequência 30Hz a 10kHz, portanto dando uma indicação geral do nível de som.



Figura 20: Instrumento utilizado na coleta

3.6 Procedimentos de coleta e de análise de dados

As coletas foram realizadas durante um período de 4 horas em cada ponto. A cada 5 minutos os dados eram coletados e registrados. Os dados foram observados sempre em dias úteis, compreendendo um período que considerasse os horários de pico, no início da manhã ou final da tarde. A legislação vigente no Distrito Federal, a Lei do Silêncio, compreende como diurno o período do dia entre 7h da manhã e 22h, de modo que todas as coletas foram realizadas no referido intervalo.

O equipamento utilizado foi o decibelímetro, e os registros foram compilados e organizados em planilhas do Excel para posterior cálculo dos valores médios, máximos e mínimos, bem como, do desvio padrão, obtidos em cada período e local, a fim de efetuar-se a comparação com o que é exigido pela norma NBR 10.151 da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

A Lei do Silêncio determina que os níveis de pressão sonora sejam medidos de acordo com a NBR 10.151 da Associação Brasileira de Normas Técnicas, que especifica que para medições externas o equipamento deve estar 1,20 m do solo e a uma distância mínima de 2m da fonte geradora, no caso, as vias metroviárias ou rodoviárias. No estudo, as medições foram realizadas observando tais determinações.

A análise de dados será realizada mediante confronto e comparação dos dados coletados em campo entre si, bem como, com a legislação.



Figura 21: Coleta de dados na Avenida Hélio Prates - janeiro de 2018

A coleta de dados foi realizada no mês de janeiro de 2018, inicialmente em Taguatinga, nos pontos rodoviário e metroviário.



Figura 22: Coleta de Dados Estação Taguatinga sul - janeiro de 2018

Posteriormente, as coletas em Águas Claras foram realizadas, também se iniciando no ponto rodoviário, e posteriormente no ponto metroviário.



Figura 23: Coleta de dados na Avenida das Araucárias - janeiro de 2018

A escolha do intervalo de cinco minutos entre cada medição, durante 4 horas, foi com o fim de caracterizar ao máximo o ruído em análise.



Figura 24: Coleta de dados Estação Arniquireas em de janeiro de 2018

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo se destina à apresentação dos resultados obtidos pela pesquisa e, para tal, foi subdividido em seções. Inicialmente foram comparados os níveis médios de pressão sonora encontrados nas vias com os valores estabelecidos pela norma. Na segunda seção, a análise foi em relação aos valores encontrados em cada uma das cidades para a emissão dos modais rodoviários. A terceira seção apresenta a análise acerca da comparação entre os resultados verificados modais metroviários em cada uma das cidades. Na quarta seção, foi feita a comparação dos modais em Taguatinga e em Águas Claras. Por fim, a última seção se destina a uma análise global dos resultados em relação aos objetivos específicos desse trabalho.

4.1 Análise comparativa entre os resultados e a norma

A legislação a ser observada é a Lei distrital 4.092 de 2008, que determina que sejam obedecidos os limites determinados pela NBR 10151 (ABNT, 2000), em consonância com as determinações do Conselho Nacional do Meio Ambiente. A referida norma especifica os padrões a seguir expostos em tabela:

Tabela 1: Limites de Pressão sonora estabelecidos pela ABNT NBR 10151:2000

| Tipos de áreas | Diurno | Noturno |
|---|---------------|----------------|
| Áreas de sítios e fazendas | 40 | 35 |
| Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas | 50 | 45 |
| Área mista, predominantemente residencial | 55 | 50 |
| Área mista, com vocação comercial e administrativa | 60 | 55 |
| Área mista, com vocação recreacional | 65 | 55 |

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2000

O primeiro ponto analisado foi um ponto atendido pelo modal rodoviário, na Avenida Hélio Prates em Taguatinga. A seguir, a tabela apresenta os dados obtidos na região.

Tabela 2: Resultados obtidos no ponto rodoviário de Taguatinga Norte - janeiro de 2018

| Parâmetros | Resultados |
|-------------------------------|-------------------|
| Número de medições (N) | 49 medições |
| Média | 70,04 decibéis |
| Desvio Padrão | 6,62 |
| Valor Máximo Obtido | 96 decibéis |
| Valor Mínimo Obtido | 57 decibéis |

Fonte: dados da pesquisa

A Avenida Hélio Prates é uma avenida comercial, porém, ao longo de sua extensão, existem quadras residenciais perpendiculares a ela. As residências presentes nessas quadras se situam logo atrás do comércio, próximas à via. Considerando tais características, a avenida Hélio Prates é uma área mista, com vocação comercial ou administrativa, de acordo a NBR 10151 (ABNT, 2000).

O limite determinado para áreas com essa natureza é de 60 dB para o período diurno. Conforme visto na tabela, o valor médio verificado na região foi de 70 dB (A), o que transgride o limite da norma em 16,7%, caracterizando a existência de poluição sonora na região.

O gráfico a seguir ilustra a oscilação da emissão sonora no tempo, verificada na Av. Hélio Prates. Não houve predominância de valores mais elevados nos horários de maior circulação, entre 8h e 9h da manhã, as medições foram realizadas no local de 8h às 12h. Os níveis de emissão sonora verificados na região oscilam bastante, havendo alguns picos no horário das 8h50 e de 11h10 da manhã. O primeiro pico foi verificado ainda dentro do horário de maior circulação, entre 8h00 e 9h00, no entanto, o segundo pico, não está nesse intervalo.

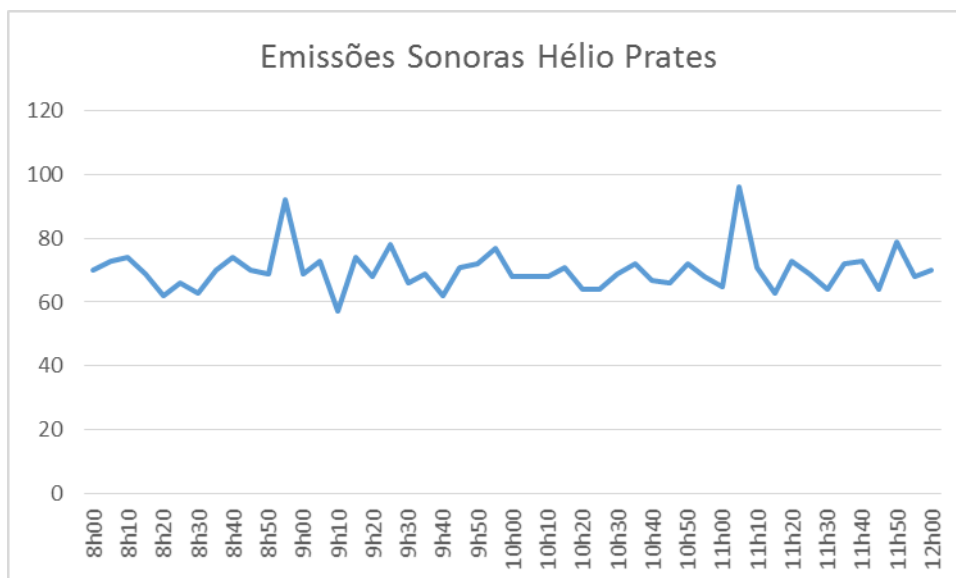


Figura 25: Gráfico das Emissões Sonoras na Av. Hélio Prates - Ponto Rodoviário Taguatinga
Fonte: Dados da Pesquisa

O segundo ponto de coleta de dados foi a estação metroviária Taguatinga Sul, onde se obteve os dados da tabela a seguir:

Tabela 3: Resultados obtidos no ponto metroviário de Taguatinga Sul - janeiro de 2018

| Parâmetros | Resultados |
|-------------------------------|----------------|
| Número de medições (N) | 49 medições |
| Média | 60,85 decibéis |
| Desvio Padrão | 7,28 |
| Valor Máximo Obtido | 74 decibéis |
| Valor Mínimo Obtido | 48 decibéis |

Fonte: dados da pesquisa

A estação localiza-se em uma área em que se verifica a existência de comércio, no entanto há predominância de residências, sendo, portanto, uma área mista predominantemente residencial. Para áreas com essa natureza a ABNT NBR 10151:2000 determina que sejam respeitados os limites de 55 dB durante o dia e 50 dB no período noturno. A média encontrada na região foi de 60,85 dB, que também está acima do padrão estabelecido pela norma em 10,6%, configurando também a existência de poluição sonora.

O gráfico a seguir permite a visualização das oscilações verificadas na Estação Taguatinga Sul. Há picos e vales durante a observação. A presença dos picos corresponde à passagem dos trens na linha do metrô. Em Taguatinga Sul, verificou-se que os trens passam entre intervalos de 15 minutos, aproximadamente,

em razão de ser uma região de passagem de apenas uma das linhas, do mesmo modo, há presença de diversos valores abaixo da média verificada, tendo sido esses verificados quando da ausência de trens na região. Não foi possível verificar influência dos horários de pico nos níveis de emissão, tendo as oscilações de emissões se distribuído de maneira uniforme ao longo das 4 horas de observação, havendo níveis de ruídos superiores à média nos momentos de passagem dos trens, e níveis inferiores nos períodos de ausência de trens.

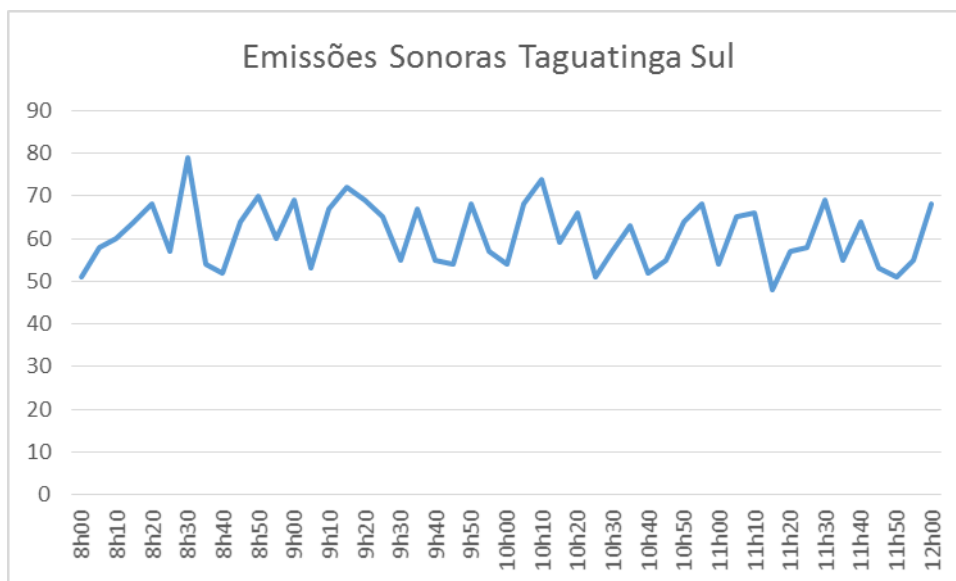


Figura 26: Gráfico de Emissões da Estação Taguatinga Sul - Ponto Metroviário de Taguatinga
Fonte: Dados da Pesquisa

O terceiro ponto estudado foi o ponto rodoviário na Avenida das Araucárias, em Águas Claras, que apresentou os seguintes resultados:

Tabela 4: Resultados obtidos no ponto rodoviário de Águas Claras - janeiro de 2018

| Parâmetros | Resultados |
|-------------------------------|----------------|
| Número de medições (N) | 49 medições |
| Média | 71,78 decibéis |
| Desvio Padrão | 7,90 |
| Valor Máximo Obtido | 90 decibéis |
| Valor Mínimo Obtido | 55 decibéis |

Fonte: dados da pesquisa

A região também se enquadra como área mista, predominantemente residencial, havendo a presença de escolas na avenida. O limite estabelecido para tais áreas é de 50 dB no período diurno e 45 dB no período noturno. A média encontrada foi de 71,78 dB, o que transgrediu bastante o padrão imposto pela legislação, estando 43,6% acima do mesmo, mais uma vez, configurando a existência de poluição sonora.

O gráfico abaixo permite visualizar a oscilação dos níveis de pressão sonora ao longo do tempo. As medições foram realizadas em Águas Claras no período da tarde, de 16h00 às 20h00, tendo sido verificada uma constância nos níveis de emissão entre 16h e 17h30, o que coincidiu com um momento de passagem de vários ônibus. A partir das 18h15, pode ser verificado níveis de emissões sonoras mais próximos do valor da média, e coincide com o período em que diminuiu a frequência de passagem de ônibus.

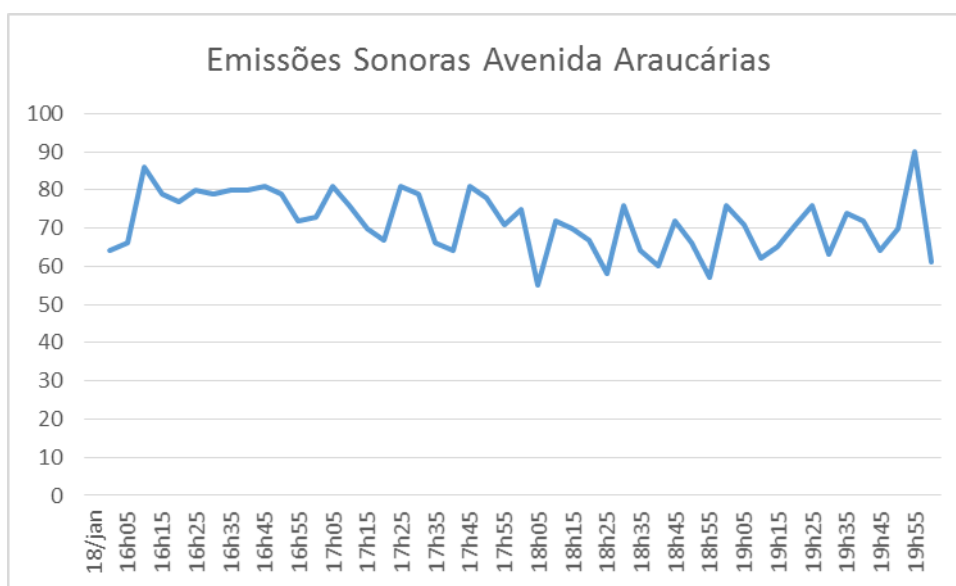


Figura 27: Gráfico de Emissões da Avenida das Araucárias - Ponto Rodoviário de Águas Claras

Fonte: Dados da Pesquisa

O último ponto de coleta, a estação metroviária de Águas Claras, forneceu os seguintes dados:

Tabela 5: Resultados obtidos no ponto metroviário de Águas Claras - janeiro de 2018

| Parâmetros | Resultados |
|-------------------------------|-------------------|
| Número de medições (N) | 49 medições |
| Média | 60,05 decibéis |
| Desvio Padrão | 7,26 |
| Valor Máximo Obtido | 72 decibéis |
| Valor Mínimo Obtido | 37 decibéis |

Fonte: dados da pesquisa

Ao longo de toda a sua extensão, em Águas Claras, a linha do metrô apresenta edificações residenciais, e embora possam ser encontrados estabelecimentos comerciais, a presença de escolas em alguns pontos da via impõe os mesmos limites determinados para a Avenida Araucárias, 50 dB durante o dia e 45 dB à noite. O valor médio encontrado na região foi de 60,05 dB, estando 20,1% acima do limite estabelecido, representando mais uma vez uma situação de poluição sonora.

Conforme observado, todas as áreas estudadas apresentaram níveis de pressão sonora acima do determinado pela legislação. Os resultados de Águas Claras e Taguatinga confirmam a incidência de poluição sonora nas grandes cidades brasileiras identificadas por Zannin et al (2002), Vianna (2014) e Lacerda et al (2005).

O gráfico ilustra a oscilação dos níveis de emissão sonoras verificados na Estação Arniqueiras. A estação recebe os dois ramais do metrô, havendo então uma passagem de trens mais frequente que na estação Taguatinga Sul, com um intervalo de aproximadamente 5 minutos entre um trem e outro. Os picos acima da média correspondem a passagens de trem e os valores inferiores à média, foram verificados nos períodos de ausência de trens. Percebe-se maior oscilação entre os valores quando comparado ao gráfico da estação de Taguatinga Sul, o que pode ser explicado pela maior frequência de trens em Águas Claras.

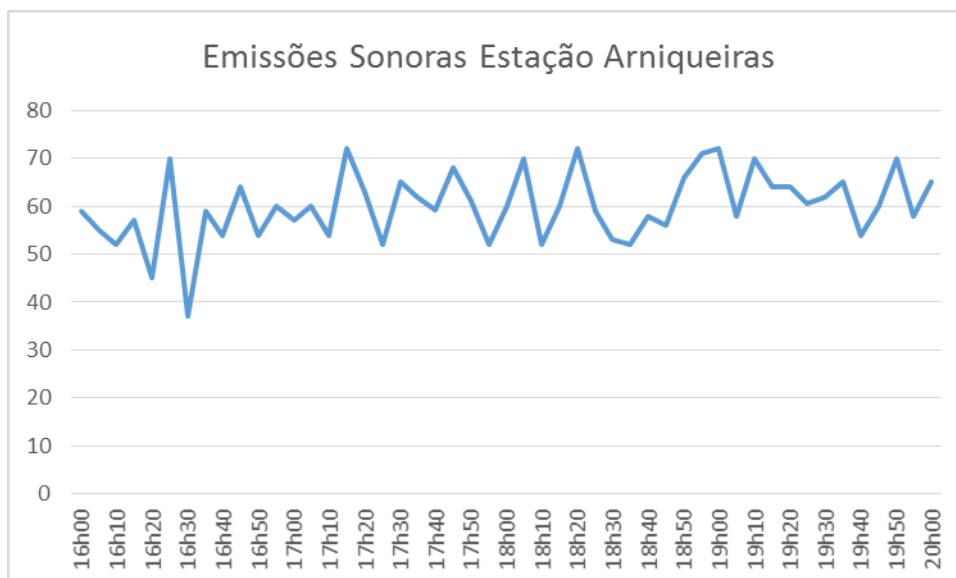


Figura 28: Gráfico de Emissões da Estação Arniqueiras - Ponto Metroviário de Águas Claras
Fonte: Dados da Pesquisa

4.2 Análise comparativa entre os pontos do modal rodoviário

Observando os resultados apresentados pelas duas vias de modais rodoviários, percebe-se a existência de poluição sonora em ambas as regiões. A diferença essencial consiste na característica das vias.

Na tabela 06 é possível visualizar melhor os resultados de cada área e os limites a serem observados:

Tabela 6: Resultados dos modais rodoviários em Taguatinga e Águas Claras - janeiro de 2018

| Local | Valor Médio | Valor Máximo | Valor Mínimo | Limite da Norma (diurno) |
|---------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------------------|
| Av Hélio Prates | 70,04 dB | 96 dB | 57 dB | 60 dB |
| Av. das Araucárias | 71,78 dB | 90 dB | 55 dB | 50 dB |

Fonte: dados da pesquisa

A presença de poluição sonora é verificada em ambas regiões, porém, a Avenida das Araucárias apresenta-se mais poluída quando comparada à Avenida Hélio Prates, em razão da sua natureza, que exige um limite menor. Enquanto em

Taguatinga a média encontrada está 10,04, ou seja, 16,7% acima do permitido, em Águas Claras, o excesso é de 21,78 dB, que representa um excesso de 43,6%.

Observando tais resultados, percebe-se que embora os valores encontrados nas duas avenidas sejam semelhantes, os limites impostos pela legislação tornam a poluição sonora em Águas Claras muito mais agressiva. Enquanto os moradores das quadras próximas a Avenida Hélio Prates são ligeiramente preservados pela barreira criada pelo comércio, em Águas Claras, as calçadas estreitas fazem com que fachadas de edifícios residenciais estejam muito próximas da via, expondo a população diretamente à poluição.

A poluição sonora tem efeitos no desempenho intelectual e na realização das atividades diárias, conforme dados da Organização Mundial da Saúde, o que torna especialmente preocupante a presença de níveis médios de pressão sonora tão elevados em uma avenida com essas características.

A incidência de poluição sonora nas regiões confirma também o que fora observado por Garavelli (2010) e Ferreira (2010) em seus estudos nas cidades de Águas Claras e Taguatinga, respectivamente. Os pontos analisados por esse trabalho coincidem com algumas das regiões estudadas pelos referidos autores, onde foram verificados níveis de pressão sonora elevados.

4.3 Análise Comparativa entre os pontos do modal metroviário

Observando os pontos atendidos pelo metrô, foram verificados valores sensivelmente menores que os verificados nos corredores rodoviários, conforme a tabela a seguir:

Tabela 7: Resultados dos modais metroviários em Taguatinga e Águas Claras - janeiro de 2018

| Local | Valor Médio | Valor Máximo | Valor Mínimo | Limite da Norma (diurno) |
|----------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------------------|
| Est. Taguatinga Sul | 60,84 dB | 79 dB | 48 dB | 55 dB |
| Est. Arniqueiras | 60,05 dB | 72 dB | 37 dB | 50 dB |

Fonte: dados da pesquisa

A estação Taguatinga Sul se localiza em uma área mista com predominância de residências. A via do metrô localiza-se entre um campo gramado e quadras residenciais perpendiculares à via. Os valores médios encontrados nessa região estão 10,5% acima do que estabelece a legislação.

Em Águas Claras, os valores são bem semelhantes, porém devido à característica da via, o limite estabelecido é menor, estando os valores em Águas Claras 20,1% acima do valor máximo permitido pela legislação.

4.4 Análise comparativa entre os modais em Taguatinga e Águas Claras

As regiões de estudo em Taguatinga têm características bem distintas entre si. A Avenida Hélio Prates é um corredor rodoviário de muita importância, uma das ligações entre Taguatinga e Ceilândia e uma área comercial muito relevante da região administrativa. A estação de Taguatinga Sul, por sua vez, embora esteja próxima ao pistão sul, localiza-se em uma área de menor circulação de veículos e pessoas.

Na Avenida Hélio Prates, o nível médio de pressão sonora está 16% acima do limite de 60 dB, enquanto na estação Taguatinga Sul, o nível de pressão sonora médio excede em 10,6% o limite estabelecido pela norma. Comparando as duas áreas entre si, a emissão encontrada na Avenida Hélio Prates foi 15,1% maior do que a verificada na estação metroviária.

Tabela 8: Níveis de pressão sonora emitidos pelos modais de transporte em Taguatinga - janeiro de 2018

| Local | Valor Médio | Valor Máximo | Valor Mínimo | Limite da Norma (diurno) |
|------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------------------|
| Av Hélio Prates | 70,04 dB | 96 dB | 57 dB | 60 dB |
| Estação | 60,84 dB | 79 dB | 48 dB | 55 dB |
| Taguatinga Sul | | | | |

Fonte: dados da pesquisa

Em Águas Claras, os valores encontrados também são diferentes entre si. Porém, as áreas são classificadas da mesma maneira, o que gera um impacto sensivelmente maior no corredor rodoviário.

Tabela 9: Níveis de pressão sonora emitidos pelos modais de transporte em Águas Claras - janeiro de 2018

| Local | Valor Médio | Valor Máximo | Valor Mínimo | Limite da Norma (diurno) |
|---------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------------------|
| Av. das Araucárias | 71,78 dB | 90 dB | 55 dB | 50 dB |
| Estação | 60,05 dB | 72 dB | 37 dB | 50 dB |
| Arniqueiras | | | | |

Fonte: dados da pesquisa

Enquanto no metrô, os valores ultrapassam em 20,1% o limite estabelecido pela norma, na avenida, o nível de pressão sonora excedeu em 43,56% o determinado pela legislação, o que é alarmante. A emissão verificada na avenida foi 19,5% maior que a emissão sonora verificada na estação do metrô.

O modal metroviário apresentado por Rodrigues (2003), Brinco (2012) e Andrade, Almeida e Leal Junior (2013) como alternativa aos problemas de congestionamentos, confiabilidade e de emissão de gases, apresenta-se aqui como alternativa também do ponto de vista da poluição sonora.

Rodrigues (2003) e Brinco (2012) relatam como vantagens do modal rodoviário também sua capacidade de transportar um maior número de passageiros.

Visto sob essa ótica, a poluição sonora gerada pelo modal é maior tanto quando analisada isoladamente, observando simplesmente o nível de pressão sonora emitido por cada um dos modais, quanto quando observada relativamente, quando se leva em conta também a capacidade de cada um deles.

Em Taguatinga, Rodrigues (2003) verificou ainda que a partir da implementação do metrô, a região de Taguatinga Sul tornou-se mais atrativa para empreendimentos comerciais, houve valorização imobiliária e, conseqüentemente, também maior possibilidade de arrecadação de impostos. O desempenho do modal em relação às questões ambientais ratifica os efeitos socioeconômicos positivos vivenciados pela região.

A configuração geográfica das duas cidades agrava os efeitos da poluição sonora. Enquanto o mapa de ruído de Brasília elaborado pelo IBRAM em 2013 indicou que as áreas residenciais, isoladas por cinturões verdes, e setorizadas, percebem pouco o ruído proveniente do tráfego, em Águas Claras e Taguatinga, os domicílios estão muito mais expostos aos efeitos dos intensos fluxos urbanos.

O mapa de ruído elaborado por Garavelli (2010) para Águas Claras mostra a região da Avenida das Araucárias como uma região de maior pressão sonora do que a região do metrô, o que foi possível se confirmar por meio desse trabalho.

4.5 Análise Global e Atendimento dos Objetivos Específicos

A lei do Silêncio do Distrito Federal foi transgredida em todos os locais estudados. Tal legislação determina que o ruído proveniente do tráfego veicular deve ser reportado aos órgãos de trânsito. Em razão da já consolidada organização urbana das duas regiões administrativas, torna-se especialmente complexo promover alterações na estrutura das mesmas.

No que tange aos objetivos específicos desse trabalho, foram realizadas todas as coletas de dados, nos locais previstos, a fim de fornecer os dados necessários para a comparação com a legislação. O quadro a seguir permite a visualização do alcance dos mesmos:

| Objetivos Específicos | Resultados |
|---|---|
| Verificar os níveis de pressão sonora provocados por ônibus e automóveis em Taguatinga | Os níveis e pressão sonora foram medidos na Avenida Hélio Prates, em Taguatinga Norte, importante corredor rodoviário da Região Administrativa (p. 46). |
| Verificar os níveis de pressão sonora provocados pelo metrô na linha laranja em Taguatinga. | Dados sobre os níveis de pressão sonora foram coletados na estação do metrô de Taguatinga Sul, ponto de passagem do metrô pela superfície (p. 46). |
| Medir os níveis de pressão sonora provocada pelo metrô em Águas Claras. | Foram realizadas medições também na estação Arniquireiras, na cidade de Águas Claras (p. 47). |
| Medir os níveis de pressão sonora provocados ônibus e automóveis em Águas Claras. | Os níveis de pressão sonora foram medidos na Avenida das Araucárias, uma das principais avenidas da cidade, localizada em sua porção sul (p.47) |
| Comparar com o estabelecido pela legislação. | A partir da coleta de dados, foi calculada a média em cada região, fornecendo então dados que foram comparados com a legislação (p 46-48). |

Quadro 1: Objetivos do trabalho e seus resultados
 Fonte: Elaboração própria, 2018

5 CONCLUSÃO

Os níveis médios de pressão sonora foram observados nas regiões administrativas escolhidas. Os resultados mostraram que todas as regiões estudadas apresentam níveis de pressão sonora superiores aos níveis recomendados pela legislação, havendo incidência desse tipo de poluição em todas elas. Os níveis médios de pressão sonora encontrados nas vias atendidas pelo modal metroviário foram inferiores aos verificados nos pontos atendidos pelos modais rodoviários.

O metrô foi apresentado pela literatura como uma alternativa tecnológica superior ao modal rodoviário em termos de capacidade e eficiência, ambientalmente, o que foi confirmado em relação à pressão sonora. A superioridade ambiental desse modal ratifica os positivos efeitos socioeconômicos refletidos em uma maior atratividade da região para novos empreendimentos, valorização imobiliária e maior potencial de arrecadação tributária em Taguatinga Sul.

A poluição sonora é uma forma de poluição ambiental de elevada periculosidade em razão do seu alcance e de sua invisibilidade. A compreensão sobre a extensão desse problema, servindo de apoio ao desenvolvimento de estratégias e políticas de gestão ambiental, visando promover maior qualidade de vida e bem-estar aos habitantes do Distrito Federal.

5.1 Limitações do Estudo e Recomendações para Pesquisas Futuras

O presente estudo foi realizado durante o período de um mês nas regiões selecionadas, tendo sido essa uma das limitações encontradas. O estudo se limitou a realizar as observações durante o período diurno.

Portanto, em relação ao tópico, cabem estudos mais abrangentes, considerando diferentes locais nas próprias regiões administrativas, bem como de diferentes regiões administrativas do Distrito Federal. Além disso, cabe também uma

análise mais abrangente, considerando os ruídos de fundo a fim de verificar especificamente os impactos promovidos pelo trânsito em termos de poluição sonora.

Estudos realizados junto aos habitantes da região, a fim de verificar a percepção dos mesmos em relação aos ruídos urbanos do local onde vivem podem compor maiores informações, que servem de apoio aos órgãos de gestão ambiental, provendo informações acerca da dimensão, do alcance e dos efeitos do problema da poluição sonora no Distrito Federal.

6 REFERÊNCIAS

ANDRADE, C. E. S. D.; D'AGOSTO, D. A.; LEAL JUNIOR, I. C. Avaliação do Ganho na Redução de CO₂ devido à Disponibilidade de um Sistema Metroviário: Aplicação no Metrô do Rio de Janeiro. **Transportes**, v 21, n. 2, p 5-12, 2013, ISSN 2237-1346

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR:10151**. Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas. Rio de Janeiro, 2000.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Conama n. 001, de 8 de março de 1990**. Dispõe sobre critérios e padrões de emissão de ruídos. Brasília, DF, 8 mar. 1990. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=98>> Acesso em: 04 de janeiro de 2018.

BRASIL. **Constituição** (1988). **Constituição** da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

BRINCO, R. Mobilidade Urbana e Transporte Público: Sobre a Oportunidade de Implantação de Sistemas Metroviários. **Indicadores Econômicos FEE**, Porto Alegre, v. 40, n. 1, p. 105-116, 2012. ISSN 1806-8987.

CLARK, C. et al. Association of Long-Term Exposure to Transportation Noise and Traffic-Related Air Pollution with the Incidence of Diabetes: A Prospective Cohort Study. **Environmental Health Perspectives**, Colúmbia Britânica, v. 125, n. 8, Agosto 2017. ISSN 0091-6765.

CONFORTO ACÚSTICO. **Entendendo o som**. Disponível em: <<http://confortoacustico.com.br/tudo-sobre-som-e-acustica/entendendo-o-som/>> Acesso em: 22 de janeiro de 2018

DISTRITO FEDERAL . Departamento de Trânsito do Distrito Federal (DETRAN-DF), (2017). **Frota de veículos registrados no Distrito Federal – Dezembro / 2017**. Disponível em: <http://www.detran.df.gov.br/images/estatisticas_transito_mensais/12_dezembro_2017_frota.pdf>. Acesso em: 23 de janeiro de 2018

DISTRITO FEDERAL. Companhia de Planejamento do Distrito Federal. **Pesquisa distrital por amostra de domicílios – Águas Claras - PDAD/DF – 2015/16**. Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.codeplan.df.gov.br/images/CODEPLAN/PDF/pesquisa_socioeconomica/pdad/2016/PDAD_Aguas_Claras.pdf> Acesso em: 08 de janeiro de 2018.

DISTRITO FEDERAL. Companhia de Planejamento do Distrito Federal. **Pesquisa distrital por amostra de domicílios - Distrito Federal - PDAD/DF – 2015/16**. Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.codeplan.df.gov.br/images/CODEPLAN/PDF/pesquisa_socioeconomica/pdad/2016/PDAD_Distrito_Federal_2015.pdf> Acesso em: 08 de janeiro de 2018.

DISTRITO FEDERAL. Companhia de Planejamento do Distrito Federal. **Pesquisa distrital por amostra de domicílios - Distrito Federal - PDAD/DF – 2015/16.** Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.codeplan.df.gov.br/images/CODEPLAN/PDF/pesquisa_socioeconomica/pdad/2016/PDAD_Taguatinga.pdf> Acesso em: 08 de janeiro de 2018.

DISTRITO FEDERAL. Instituto Brasília Ambiental – **Mapa de ruído de Brasília.** Brasília, 2013.

DISTRITO FEDERAL. Lei nº 4.092 de janeiro de 2008 – Controle da poluição sonora e limites máximos de intensidade de sons e emissão de ruídos resultantes de atividades urbana e rurais no Distrito Federal. **Diário Oficial do Distrito Federal**, 2008

FERREIRA, T. L. G. D. S. **Mapeamento da intensidade da pressão sonora da cidade de Taguatinga-DF no horário de pico matutino.** Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – NESPROM, Universidade de Brasília, Brasília, p. 19, 2010.

GARAVELLI, S. L., et al. Mapa de ruído como ferramenta de gestão da poluição sonora: estudo de caso de Águas Claras – DF, Brasil. In: CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, 4, 2010, Faro. **Anais do IV Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável**, Faro, 2010

GERGES, S. N Y. **Ruído – Fundamentos e Controle.** Florianópolis, UFSC, 1992.

HANOLEN, J. I. et al Road Traffic Noise is Associated with Increased Cardiovascular Morbidity and Mortality in London. **European Heart Journal**, London, v. 39, n. 4, p. 259-328, junho 2015. ISSN 2653-2661.

HOLLANDER, A. E. M. D. et al. An Aggregate Public Health Indicator to Represent the Impact of Multiple Environmental Exposures. **Epidemiology**, Bilthoven v. 10, n. 5, p. 606-617, setembro, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Brasília.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/df/brasilia/panorama>>. Acesso em: 08 de janeiro de 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo 2010.** Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 08 de janeiro de 2018.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **Desafios da Mobilidade Urbana no Brasil.** Relatório de Pesquisa. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/6664/1/td_2198.pdf> Acesso em: 08 de janeiro de 2018.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **Estimativa dos Custos dos Acidentes de Trânsito no Brasil com Base na Atualização Simplificada das Pesquisas Anteriores do Ipea**: Relatório de Pesquisa. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7456/1/RP_Estimativa_2015.pdf> Acesso em: 25 de janeiro de 2018.

KROEMER, K. H. E.; GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008. 327 p.
LACERDA, A.B. M. D. et al. Ambiente Urbano e Percepção da Poluição Sonora. **Ambiente e Sociedade**, Campinas, v. 8, n. 2, p. 85-98, jul-dezembro, 2005. ISSN 1414-753X.

MEDEIROS, A. M. D.; ASSUNÇÃO, A.; SANTOS, J. N. Perda auditiva em trabalhadores do transporte urbano na região metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 31, n. 9, p. 1953-1963, Setembro, 2015, ISSN 16-4464.

MENDES, V. **Agência Brasília**, 2017. Disponível em: <<https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2017/06/16/governo-regulamenta-proibicao-de-onibus-com-motor-dianteiro/>> . Acesso em: 20 de janeiro de 2018

METRÔ. **Estrutura**. Disponível em: < http://www.metro.df.gov.br/?page_id=4850 > Acesso em: 17 de janeiro de 2018

NASCIMENTO, L.F. **Gestão Ambiental e Sustentabilidade**. Brasília: CAPES: UAB, 2012.

PHILIPPI JUNIOR, A.; BRUNA G. C Política e Gestão Ambiental In: PHILIPPI JÚNIOR, A.; ROMERO, M. A.; BRUNA, G. C. (Orgs.). **Curso de gestão ambiental**. Barueri,: Manole, 2004.

BRUNDTLAND G. H. **Our Common Future**, 1987. Disponível em: <<https://ambiente.wordpress.com/2011/03/22/relatrio-brundtland-a-verso-original/>> Acesso em: 02 de janeiro de 2018.

RODRIGUES, E. C. C. **Avaliação dos impactos sócio-econômicos da implantação do metrô no principal eixo de transportes do DF**: Estudo de caso na cidade de Taguatinga. Dissertação (Mestrado em Transportes – Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade de Brasília. Brasília 126 p. 2003.

RUBIM, B.; LEITÃO, S. O Plano de Mobilidade Urbana e o Futuro das Cidades. **Estudos Avançados**, São Paulo, v 27, n. 79, p. 55-66, 2013

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2000, 95 p.

SEIFFERT, Mari Elizabete Bernardini. **Gestão ambiental**: instrumentos, esferas de ação e educação ambiental. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011. ix, 310 p.

SERWAY, R. A.; JEWETT JR, W. **Princípios de Física: Movimento Ondulatório e Termodinâmica**. 3. ed. São Paulo, SP: Pioneira Thomson Learning, 2004. 4 v.

SILVA, Perides. Acustica: **Plano de ensino para a cadeira de fisica aplicada. Belo Horizonte**: Universidade de Minas Gerais, 1962. 233 p.

SILVEIRA, M. R.; COCCO G. Transporte público, mobilidade e planejamento urbano: contradições essenciais. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 27, p. 41-53, 2013. ISSN 1806-9592

VASCONCELLOS, E. A. **Transporte e meio ambiente** - conceitos e informações para análise de impactos. São Paulo: Annablume, 2008.

VASCONCELLOS, E. A. **Transporte urbano nos países em desenvolvimento: Reflexões e propostas**. São Paulo: Unidas. 1996. 284p.

VIANNA, K. M. D. P. **Poluição sonora no município de São Paulo**: Avaliação do ruído e o impacto da exposição na saúde da população. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo – Faculdade de Saúde Pública. São Paulo, p. 145. 2014.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Guidelines for community noise**. London, UK, 1999. Disponível em: <<http://apps.who.int/iris/handle/10665/66217>>. Acesso em: 19 janeiro 2008.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Night Noise Guidelines for Europe**. Copenhagen. 2009. Disponível em: <http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0017/43316/E92845.pdf> Acesso em 19 de janeiro de 2018.

ZAJARKIEWICCH, D. F. B. **Poluição sonora urbana**: principais fontes. Aspectos jurídicos e técnicos. Dissertação (Dissertação em Direito) – Pontifícia Universidade Católica-SP. São Paulo, p.235.2010.

ZANELLA, Liane C. H. **Metodologia de estudo e de pesquisa em administração**. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC; CAPES; UAB, 2009.

ZANNIN, P.H.T. et al. Incômodo Causado pelo Ruído Urbano à População de Curitiba, PR, **Rev Saúde Pública**, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 521-524, Agosto 2002. ISSN 0034-8910.