UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA
DEPARTAMENTO DE EPIDEMIOLOGIA

PAISAGEM SONORA: UMA FERRAMENTA PARA A SAÚDE PÚBLICA

VERSÃO REVISADA

Dulce Claudia José Viana dos Santos

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em Saúde Pública para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Área de Concentração: Saúde Pública

Orientadora: Profª Drª Maria Regina Alves Cardoso

São Paulo/SP – Brasil

2020

PAISAGEM SONORA: UMA FERRAMENTA PARA A SAÚDE PÚBLICA

DULCE CLAUDIA JOSE VIANA DOS SANTOS

VERSÃO REVISADA

São Paulo/SP – Brasil

2020

Only total appreciation of the acoustic environment can give us the resources for improving the orchestration of the world soundscape (SCHAFER, 1977, p 4).

AGRADECIMENTOS

A **DEUS**, pela vida e pelas oportunidades que me dá todos os dias de continuar o meu caminho.

Aos meus pais **DULCE** e **CLAUDIO**, que foram meu exemplo de vida e sempre acreditaram em minha capacidade de luta.

Aos meus filhos queridos **SUSAN** e **LEONARDO**, pelos incentivos, pela força e por não me deixarem desistir nunca.

A meu esposo **ANTONIO CARLOS** por toda a "ajuda" e "paciência" demonstrada nestes anos de doutorado.

Ao **ANDRÉ BARREIROS** pelo carinho, incentivo, auxílio e dedicação.

A minha orientadora **MARIA REGINA**, pela dedicação, esforço e facilidade de comunicação, que muito contribuiu para o andamento desta pesquisa.

A Professora **ADELAIDE C. NARDOCCI** pela compreensão e ajuda empreendidos na reta final para a conclusão deste trabalho.

A todos os voluntários da pesquisa, em especial aos participantes dos passeios sonoros, por disponibilizarem seu tempo para me ajudar compreender melhor o ambiente acústico.

Aos professores maravilhosos que compartilharam os seus conhecimentos técnicos/científicos e suas experiências de vida que me fizeram crescer e agregaram novos valores em minha vida.

Aos amigos de curso **SUSANA COSTA**, **MARCELO**, **DULCILENA**, pela amizade, discussões, incentivo e ajuda nessa caminhada.

Aos funcionários da Faculdade de Saúde Pública, **RENILDA**, **VÂNIA, CAROLINA** e **NAZARÉ**, pela disponibilidade e eficiência no atendimento.

Enfim, a todos que contribuíram direta e indiretamente para realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADA!

Sumário

LISTA DE ABREVIAÇÕES **7**

LISTA DE FIGURAS **8**

LISTA DE TABELAS **9**

RESUMO **10**

ABSTRACT **11**

APRESENTAÇÃO **12**

1. INTRODUÇÃO **14**

1.1 Contextualização sobre Ruído Ambiental, Paisagem Sonora e doenças não auditivas *14*

1.2 A Gestão de Ruídos e as doenças não auditivas *19*

1.3 Justificativa *21*

2. OBJETIVOS **22**

2.1 Objetivo Principal *22*

2.2 Objetivos Secundários *22*

3. MATERIAIS E MÉTODOS **23**

3.1 Origem do Estudo *23*

3.2 Local do Estudo *24*

3.3 Método *26*

3.3.1 *Fase Preliminar* 27

3.3.2. *Segunda Fase* 27

3.3.3 *Terceira Fase* 28

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO **30**

4.1 Manuscrito 1 ..... *30*

Título: ***Abordagens Quantitativas e Qualitativas para Políticas Públicas de Ruído, qual a Melhor?*** *30*

1. Introdução e Objetivo 31

2. Materiais e Métodos 32

3.Análise e Discussão de Abordagens 32

4. Considerações Finais 43

5. Referências bibliográficas 44

4.2 Manuscrito 2 – *48*

Título: ***Exposição ao ruído e ocorrência de infarto do miocárdio e hipertensão.*** *48*

1. Introdução e Objetivo 49

2. Materiais e Métodos 55

2.3. Método 56

3. Resultados 58

4. Discussão 60

5. Considerações Finais 62

6. Referências 62

4.3 Manuscrito 3 – *65*

Título: Influência da Paisagem sonora na percepção da população urbana: um estudo transversal em São Paulo. *65*

1.Introdução e Objetivo 66

2.Materiais e Métodos 67

3.Resultados e Discussão 69

4.Considerações Finais 75

5.Conclusão 77

6. Referências Bibliográficas 78

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS DA PESQUISA 81

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 84

ANEXOS 88

ANEXO 1 – Memorial de Cálculo dos Passeios Sonoros 88

ANEXO 2 – Instrumento de coleta de dados- Passeio Sonoro 97

ANEXO 3 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido 99

ANEXO 4 – Parecer Consubstanciado do CEP 101

LISTA DE ABREVIAÇÕES

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CADNA A	Computer Aided Noise Abatement
CSEGPS	Centro Saúde Escola Geraldo Horácio Paula Souza
DEFRA	Department for Environment, Food and Rural Affairs
EEA	European Environment Agency
FSP/USP	Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo
Hz	Hertz
HYENA	Study Hypertension and Exposure to Noise near Airports
ISO	Internacional Organization for Standardization
L Aeq	Nível de pressão sonora equivalente ponderado A , emT
L den	Nível sonoro equivalente 24h (dia-vespertino-noite)
Lday, 16h	Nível sonoro equivalente 16h (dia e vespertino)
L dn	Nível sonoro equivalente dia-noite
MCD	Mapa Digital da Cidade (Município de São Paulo)
MISTRA	Soundscap Support to Health
NAROMI	Study Noise and Risk of Myocardial Infarction
OMS	Organização Mundial da Saúde
OR	Odds ratio
PAIR	Perda Induzida pelo Ruído Ocupacional
QUADMAP	Quiet áreas definition and management in action plans
SEUMA	Secretaria do meio Ambiente do município de Fortaleza
SUS	Sistema Único de Saúde
UE	União Europeia
WHO	World Health Organization
WSP	World Soundscape Project

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo de construção da percepção da paisagem sonora de Brown et al. 16
Figura 2: Modelo de construção da percepção da paisagem sonora de Axelsson et al. 17
Figura 3: A aplicação do SSQP em 29 ambientes urbanos de 4 cidades. 18
Figura 4: Diversos aspectos do atual Centro Saúde Escola Geraldo Horácio de Paula Souza. 24
Figura 5: Mapa de localização do Centro Saúde Escola Geraldo Horácio de Paula Souza. 25
Figura 6: Modelo adaptado do Método de triangulação da ISO 12.913-1. 28
Figura 7: Roteiro do Passeio Sonoro. 28
Figura 8: Exemplo de mapas acústicos de Guimarães (Portugal) período diurno (A) e noturno (B). 33
Figura 9 **:** Mapa acústico de Valdivia (Chile)) 34
Figura 10: Mapas acústicos de Fortaleza para os períodos diurno (A) e noturno (B). 35
Figura 11: Mapa piloto de ruído SP da região entre as avenidas Paulista, Brasil, Nove de Julho e Vinte Três de Maio. (**A**) período diurno. (**B**) período noturno 36
Figura 12:Elementos na construção da percepção da paisagem sonora. 41
Figura 13:Localização da área de abrangência do Centro Saúde Escola Geraldode Paula Souza. 55
Figura 14: Mapa de níveis sonoros encontrados na área de abrangência do CSEGPS 59
Figura 15: Roteiro do Passeio Sonoro 68
Figura 16: a) Jardins da Faculdade de Saúde Pública (P1); b) Rua Teodoro Sampaio com R Alves Guimarães (P2); c) Praça Benedito Calixto (P3) 69
Figura 17: Níveis sonoros obtidos nos quatro passeios. 70
Figura 18: O ambiente sonoro percebido pelos voluntários durante o trajeto. 72
Figura 19: Os sons percebidos no percurso pelos voluntários 73
Figura 20 : A agradabilidade dos sons percebidos pelos participantes 73
Figura 21**:** Os sons percebidos no percurso pelos voluntários vulneráveis 74
Figura 22: A agradabilidade dos sons percebidos com os voluntários vulneráveis 75
Figura 23**:** Abordagens quantitativas e qualitativas obtidas nos três cenários 77
Figura 24: Integração das abordagens quantitativas e qualitativas com os dados da saúde 81
Figura 25: Síntese da técnica obtida pela aplicação da ISO 12913 aos dados da saúde 82

LISTA DE TABELAS

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Manuscrito 2

Tabela 2.1: Efeitos do ruído na saúde e no bem-estar com evidências suficientes.....53
Tabela 2.2: Exposição de ruído de tráfego e a estimativa de risco na área do CSEGPS de infarto do miocárdio.....59
Tabela 2.3: Exposição de ruído de tráfego e a estimativa de risco na área do CSEGPS de hipertensão.....59

Manuscrito 3

Tabela 3. 1: Síntese das avaliações dos quatro passeios sonoros.....70

RESUMO

1. SANTOS, DCV. **Paisagem Sonora**: **Uma ferramenta para Saúde Pública**. [tese de doutorado]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 2020.

Introdução: A poluição sonora é um problema recorrente nas grandes cidades, pois causa a degradação da qualidade ambiental e afeta a saúde humana. Na atualidade o controle do ruído exige novas estratégias de gerenciamento, pois as abordagens tradicionais já não conseguem expressar a realidade acústica dos ambientes, visto que com o tempo o conceito de qualidade de som foi expandido. As novas pesquisas cientificas se direcionam para a paisagem sonora, que foi definida pela ISO 12923 como o ambiente acústico percebido e entendido pessoas. **Objetivo:** avaliar a influência dos altos níveis de ruído de tráfego como mediadora de doenças não auditivas e como a utilização da paisagem sonora na vida cotidiana dos moradores do entorno do Centro de Saúde Escola Geraldo Horácio Paula Souza (CSEGPS) pode trazer mais qualidade de vida. **Método**: Por meio de um estudo transversal, usando o ArcGIS para levantamento de níveis sonoros por endereços residenciais geocodificados pode-se chegar a estimativas de riscos teóricos de infarto de miocárdio e hipertensão. Em seguida foi elaborado passeios sonoros e levantadas informações mediante questionários semiestruturados para ver a agradabilidade do ambiente acústico do local e a percepção dos usuários do CSEGPS. **Resultados**: As informações levantadas pelos endereços possibilitaram o conhecimento da exposição a níveis sonoros dos usuários e a estimativa de risco para o infarto do miocárdio e hipertensão, bem como a influência positiva da paisagem sonora na vida cotidiana dos moradores é uma importante ferramenta de intervenção para sensibilização e prevenção de doenças relacionadas ao ruído.

Palavras-chave: Paisagem Sonora; Ambiente Acústico; Passeio Sonoro

ABSTRACT

SANTOS, DCV. **Soundscape**: A Tool for Public Health. [tese de doutorado]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 2020.

I**ntroduction**: Noise pollution is a recurring problem in large cities, as it causes degradation of environmental quality and affects human health. Noise control currently requires new management strategies, as traditional approaches can no longer express the acoustic reality of environments, as over time the concept of sound quality has been expanded. New scientific research addresses the soundscape, which was defined by ISO 12923 as the perceived and understood acoustic environment of people. **Objective**: To evaluate the influence of high traffic noise levels as a mediator of non-auditory diseases and how the use of the soundscape in the daily life of the residents around the Horácio Gerald Paula Souza School Health Center (CSEGPS) can bring more quality of life. **Method**: Through a cross-sectional study using ArcGIS to survey sound levels by geocoded home addresses, risk estimates of myocardial infarction and hypertension can be derived. Then soundtracks were elaborated and information was collected through semi-structured questionnaires to see the pleasantness of the acoustic environment of the place and the perception of CSEGPS users. **Results:** The information obtained from the addresses made it possible to know the exposure to users 'sound levels and to estimate the risk for myocardial infarction and hypertension, as well as the positive influence of the soundscape on the residents' daily life, which is an important intervention tool. for awareness and prevention of noise related diseases.

Keywords: Soundscape; Acoustic environment; Soundwalks

APRESENTAÇÃO

Esta tese de doutorado foi organizada de forma que a seção de resultados é composta pelos artigos decorrentes deste projeto de pesquisa. Encontra-se assim estruturada:

Introdução: Seção em que se introduz a problemática do ruído como agente poluidor, a justificativa do estudo e a importância dos métodos propostos para avaliação do ruído quantitativamente e qualitativamente e os principais efeitos não auditivos sobre a saúde da população.

Objetivos: são enumerados os objetivos gerais e específicos

Métodos: neste capítulo são apresentados, de forma detalhada, todos os procedimentos para avaliação dos níveis de ruído da área de estudo, estimativas de risco com as doenças não auditivas, bem como a identificação da paisagem sonora no entorno do Centro de Saúde Escola Geraldo Horácio Paula Souza.

Resultados e Discussão: são apresentados os três artigos elaborados com as pesquisas e dados obtidos durante a realização deste projeto de estudo organizados como segue:

Manuscrito 1

Abordagens quantitativas e qualitativas para políticas públicas de ruído, qual a melhor?

Este manuscrito teve como objetivo analisar e comparar os métodos utilizados nas políticas de controle de ruído: o quantitativo, baseado em medições de ruído e com níveis críticos normatizados muito utilizado nos mapas acústicos, e o método qualitativo que embasa a Paisagem Sonora, que representa o som como é percebido pelas pessoas.

Manuscrito 2

Exposição ao ruído e ocorrência de infarto do miocárdio e hipertensão.

A partir de dados esparsos de atendimento do CSEGPS de usuários, no período de 01/01/2016 a 01/05/2018, foi elaborado um banco de dados. Depois da obtenção dos

endereços residenciais foi realizado um georreferenciamento dos mesmos. Usando de dados de fluxo de tráfego existente no banco de dados da faculdade e equações preditivas foi obtido níveis sonoros da área estudada e o número de usuários expostos a cada nível sonoro. A partir destes dados de exposição ao ruído foi possível realizar a estimativa de risco da área de abrangência de infarto do miocárdio e hipertensão.

Manuscrito 3

Influência da Paisagem sonora na percepção da população urbana: um estudo transversal em São Paulo.

Este artigo apresentou a Paisagem Sonora e alguns métodos existentes internacionalmente e a utilização da triangulação recomendada pela ISO 12.913, em um estudo transversal, com 21 voluntários, no entorno do CSEGPS. Utilizou-se um questionário estruturado validado para abordagem e coleta de dados das percepções acústicas e agradabilidade do percurso: tipo de fonte percebida, sons agradáveis e desagradáveis, e qual o melhor local para refazimento do estressor ruído.

Para realização das medições sonoras contamos com a parceria do Laboratório do Instituto de Pesquisas Tecnológicas. (IPT).

Por fim, discutiu-se as **Considerações Finais** a unificação dos resultados obtidos nos três artigos e os impactos à saúde devido ao ruído e a necessidade de ação dos órgãos públicos na implementação de novos modelos de avaliação.

Após seguem as **Referências** utilizadas na pesquisa e os **Anexos**.

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização sobre Ruído Ambiental, Paisagem Sonora e efeitos não auditivos

O ruído é caracterizado como um conjunto de sons indesejáveis ou que provoquem uma sensação desagradável, o que se conclui que será sempre determinado a partir de um julgamento que depende do contexto em que está inserido [1,2]

O ruído urbano pode ser considerado um conjunto de ruídos decorrentes das atividades urbanas diversas, e se caracteriza por fontes sonoras de origem múltiplas. Estas fontes interagem causando a poluição ambiental, já que a mudança em uma região pode afetar outra.[3]

O ambiente acústico urbano é um sistema dinâmico e complexo, resultante das uniões de três dimensões ambientais: do natural, do construído e do socioeconômico [4].

Entretanto os sons são polissêmicos, ou seja, possuem significados diferentes para pessoas diferentes [5]. Muitas vezes um som pode ser considerado agradável para um indivíduo e indesejável para o outro quando é chamado de ruído.

Os níveis de pressão sonora, embora importantes, são apenas uma pequena parte de uma descrição complexa do ambiente acústico e não explicam adequadamente as percepções desagradáveis dos usuários e as doenças não auditivas.

O conceito de som foi ampliado [6] na última década, e as pessoas tomaram consciência das novas dimensões dele, como poder identificar quais são os sons, suas fontes e a agradabilidade dos sons percebidos e entendidos trazendo o conceito de paisagem sonora mais ampliado, referindo-se à maneira pela qual as pessoas conscientemente percebem seu ambiente, conciliando abordagens interdisciplinares, que inclui física, social, cultural, psicológica e aspectos arquitetônicos[7].

Paisagem Sonora

Os estudos de paisagem sonora datam de 1971 quando Raymond Murray Schafer e seu grupo de pesquisadores formaram o World Soundscape Project (WSP), que foi sediado no Departamento de Comunicação da Universidade Simon Fraser, no Canadá. Estes pesquisadores utilizaram como ferramenta de investigação o *soundwalk* (passeio sonoro), método que foi sintetizado na obra “A afinação do mundo” [6].

Ao pesquisar a sonoridade relacionando-a com aspectos do ambiente, Schafer[1] necessitou criar uma terminologia particular para abordar os fenômenos estudados. Um conceito significativo que formulou foi *soundscape*, traduzido para o português como paisagem sonora, que significa o conjunto da totalidade dos sons ambientes sejam eles de natureza agradável ou desagradável. Dentro desta perspectiva, o termo pode referir-se a ambientes reais ou a construções abstratas.

Esta interpretação sobre a paisagem sonora foi aceita por vários autores [1,8,9] que a definem como a totalidade dos sons de um local com ênfase na percepção do indivíduo sobre o seu meio ambiente acústico.

Particularmente no caso das cidades, o estudo da paisagem sonora urbana como um todo agrega sons considerados agradáveis e desagradáveis e a percepção da população residente. É a melhor forma de se saber quais os sons que devem ou não ser preservados em determinado local [9]. Uma das melhores ferramentas da paisagem sonora é a análise da percepção dos habitantes, a partir do passeio sonoro [10].

A diferença entre passeio de escuta e o passeio sonoro foi definido que o primeiro diz respeito a uma caminhada comum de lazer e o último como uma exploração da paisagem sonora de um determinado local, usando um mapa ou roteiro que chame a atenção do ouvinte para os sons do ambiente.[6]

As normas [11,12] definem *soundwalks* como grupos de pessoas que caminham pelo ambiente a ser investigado com o objetivo de escuta sonora e especialistas locais pessoas que vivem na área sob investigação e fornecem os seus conhecimentos para pesquisadores e projetistas por meio deste passeio sonoro e entrevistas abertas [13]. O *feedback* dos participantes, após o passeio sonoro, melhora a visão do analista para o significado do som. Estes especialistas locais relatam como o som é percebido na comunidade.

Inicialmente, a abordagem da paisagem sonora foi orientada para o significado do som no ambiente e planejamento que envolve a proteção e criação de paisagens sonoras variadas [14].

Assim começou o estudo das abordagens qualitativas, com caráter multidisciplinar, tratando a questão do ruído inserido no contexto e as diversas variáveis humanas envolvidas. Vários métodos e categorizações surgiram e alguns tiveram maior aceitação [15] que defenderam que as mesmas habilidades que atualmente se aplicam para mapeamento acústico podem ser usadas para níveis diferenciados por fonte de som, isto é, propuseram um modelo alternativo de mapeamento.

Outra proposta [16] foi no sentido que as abordagens qualitativas do ambiente acústico devam ter critérios psicoacústicos, e o mapeamento qualitativo deve relatar os sons que fazem parte do ambiente com a mesma relação como eles são percebidos. Já outros [17] sugerem um sistema de classificação para espaços urbanos baseado em *soundwalks* com pós-processamento baseado em critérios psicoacústicos (loudness, sharpness and roughness). Critérios psicoacústicos também foram utilizados [18] para estudo de *soundscapes* em áreas públicas internas.

O estudo abaixo sobre percepção da paisagem sonora propõe [19] uma estrutura separada por categorias de meio acústico interno e externo e o desenvolvimento de um esquema que contempla todas as fontes de som em um ambiente acústico (**Figura 1**) foi recepcionado pela norma ISO 12913 [11,12].

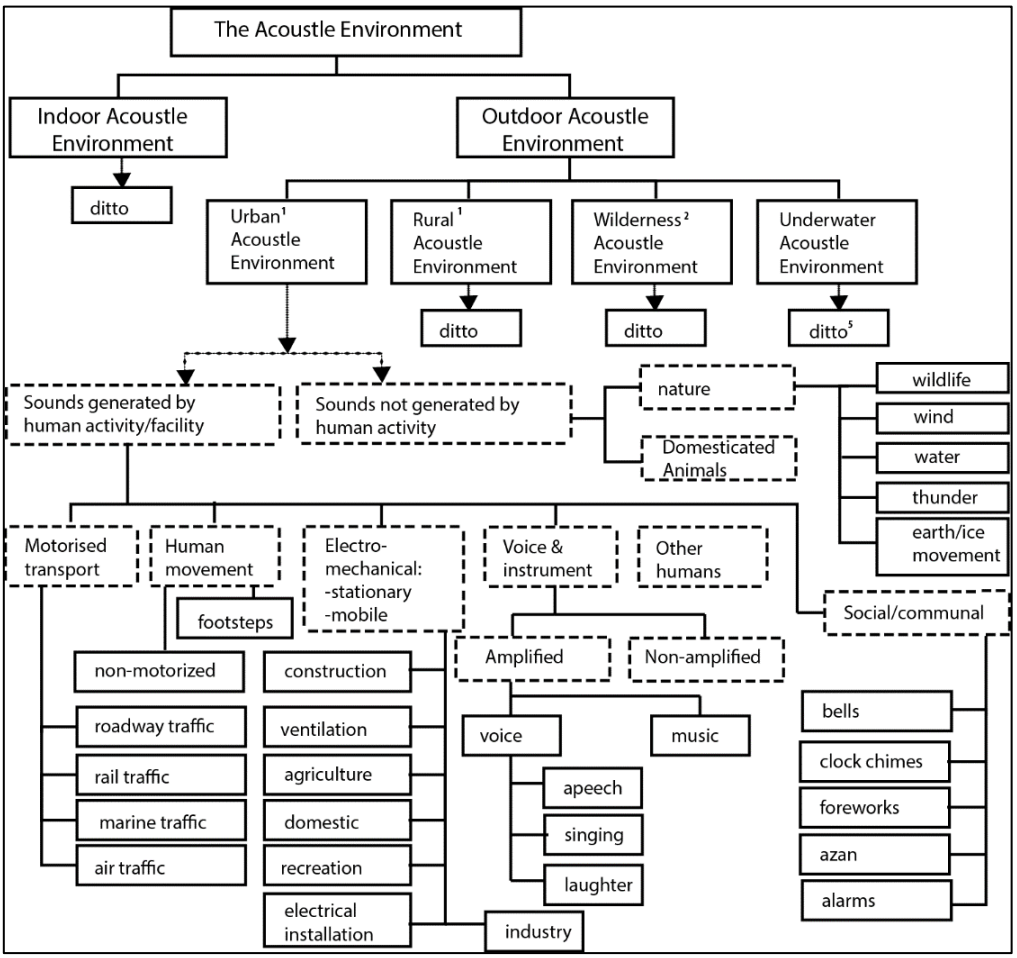


Figura 1: Modelo de construção da percepção da paisagem sonora.
Fonte: BROWN et al (2011).

Outro modelo [20] reduziu a classificação de paisagem sonora para três categorias, sons tecnológicos, sons humanos e sons naturais (**Figura 2**), usando um modelo

bidimensional com um eixo horizontal (Pleasant - Unpleasant) e um eixo vertical (Eventful - Uneventful).

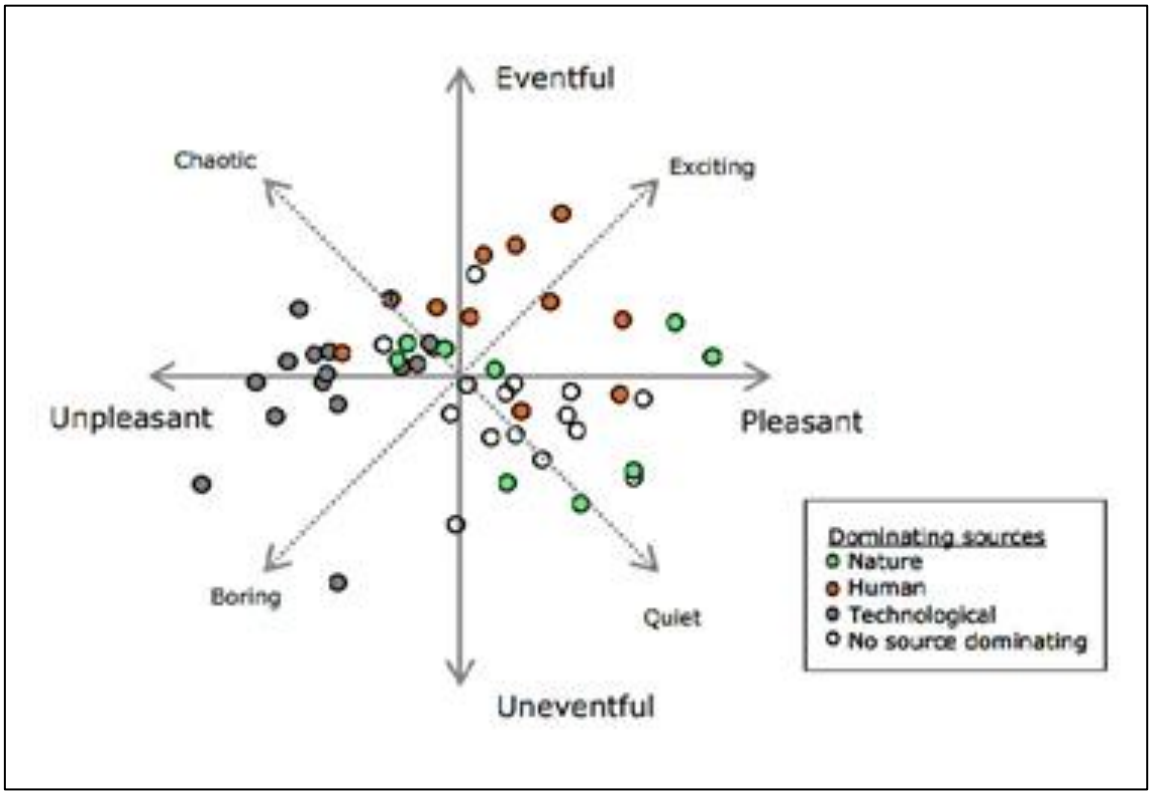


Figura 2: Modelo de construção da percepção da paisagem sonora de Axelsson et al.
Fonte: Axelsson et al. (2012).

Foi desenvolvido o protocolo de qualidade de paisagem sonora, [21] conhecido como Protocolo Sueco de Qualidade de Paisagem Sonora (SSQP), que apresenta um modelo de percepção acústica. Este protocolo, abastecido por medidas qualitativas, foi estruturado em um sistema cartesiano composto de quatro quadrantes com os seguintes atributos: excitante, caótico, monótono e calmo, onde a estrutura principal é a agradabilidade.

O SSPQ foi discutido e aplicado [22] em quatro cidades: Córdoba e Rosário (Argentina), Valdívia (Chile) e Lund (Suécia), por meio de 509 casos envolvendo 29 tipos de ambientes sendo: onze praças, nove parques, quatro ruas de pedestres, três ruas / avenidas e dois espaços culturais. os participantes tinham em média 23 anos de idade. Concluíram que os ambientes mais agradáveis são aqueles onde os sons naturais predominam, contrastando com os locais de tráfego, que foram classificados como caóticos e avaliados como irritantes (**Figuras 2 e 3**). Cada ponto no gráfico (**Figura 3**) representa a média dos casos aplicados em proporção a totalidade dos locais avaliados para cada ambiente. Esses

ambientes foram classificados de acordo com o tipo, ou seja, parques, praças, ruas, ruas de pedestres, espaços culturais e rotatórias. Este estudo confirmou que o SSQP é uma ferramenta valiosa e prática para avaliar paisagem sonora urbana.

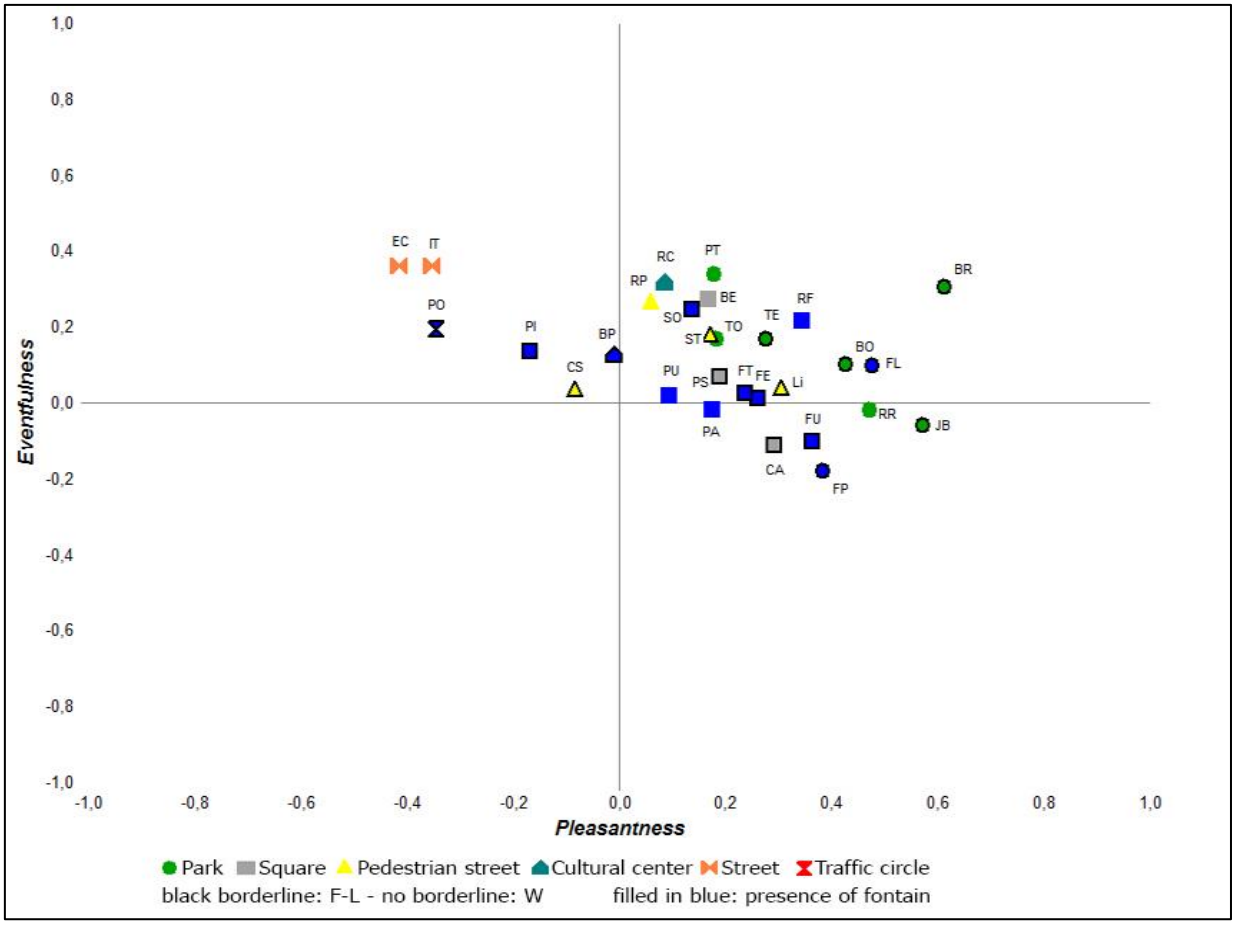


Figura 3: A aplicação do SSQP em 29 ambientes urbanos de 4 cidades.
Fonte: Kogan et al. (2016).

Com o passar do tempo, a normatização e definição de critérios para paisagem sonora tornaram-se necessárias para possível comparação das pesquisas. Embasados nos relatórios resultantes do programa sueco *Soundscape Support to Health*, foi criado o Grupo ISO/TC 43/SC1/WG54 *Perceptual Assessment of Soundscape Quality*, que deu origem as normas ISO 12913-1 [11] e ISO 12913-2 [12] sobre paisagem sonora.

A norma ISO 12913-1[11] estabeleceu a definição de paisagem sonora. Posteriormente a ISO 12913-2[12] foi publicada trazendo avanços para orientar os pesquisadores quanto à apresentação de requisitos necessários de coleta, técnicas de abordagens, tipos de questionários e confecção de relatórios. Esta norma esclarece sobre a técnica de triangulação, em que dois ou mais métodos são usados para conferir em uma

verificação dupla (ou tripla) os resultados obtidos. Define passeio sonoro (soundwalks) como uns dos instrumentos para investigar paisagens sonoras enfatizando a ação de ouvir como um meio para avaliar ao meio acústico sonoro.

O objetivo do passeio definido em norma é avaliar a paisagem sonora em uma determinada área. Outros itens também são especificados como o papel de um moderador para a organização e implementação do passeio, bem como a decisão sobre a rota a ser definida. Esclarece ainda a necessidade de um questionário com perguntas pré-definidas e escalas de respostas para descrever aspectos essenciais da paisagem sonora. O número mínimo sugerido de vinte participantes para melhor avaliar a paisagem sonora e responder o questionário exatamente nos mesmos locais na área sob escrutínio.

Em oposição ao ruído como agente estressor ambiental, a percepção do som e sua agradabilidade pode atuar como um otimizador de saúde. De modo geral, este seria um novo caminho a ser explorado, onde se deve agregar valores psico-sociais e culturais, no contexto em que as pessoas estão inseridas, para direcionar o planejamento urbano.

O estudo da paisagem sonora de áreas urbanas ainda é um tema muito contemporâneo e começa a se organizar, principalmente no Brasil que tem poucos estudos científicos na área, mas é um aspecto importante para o avanço das políticas públicas sobre poluição sonora.

1.2 A Gestão de Ruídos e as doenças com efeitos não auditivos

A poluição sonora é uma preocupação ambiental cada vez maior, tanto nos ambientes urbanos muito movimentados como nos ambientes naturais. O relatório da "Noise in Europe" [23] revela que um dos mais graves problemas ambientais na Europa é o ruído de tráfego rodoviário, com uma estimativa 125 milhões de pessoas afetadas pelo ruído com níveis superiores Lden 55 dB.

A exposição objetiva ao ruído (nível sonoro) e a exposição subjetiva ao ruído (doenças não auditivas) podem ser preditores, interagindo na relação entre ruído e desfechos da saúde

As pesquisas da OMS [24], sobre as doenças geradas pelo ruído ambiental, contabilizam que pelo menos 1 milhão de anos de vidas saudáveis são perdidos a cada ano na Europa Ocidental, devido a efeitos na saúde decorrentes de exposição ao ruído do tráfego rodoviário.

A principal ferramenta da UE é a Diretiva [25] sobre Ruído Ambiental (END) 2002/49 que ajuda na avaliação e gerenciamento do ruído ambiental e coloca requisitos mínimos para a gestão do ruído, a fim de evitar, prevenir ou reduzir os efeitos nocivos devidos à exposição. Ela consegue identificar os níveis de poluição sonora e desencadear as ações necessárias através da confecção de mapas estratégicos de ruído [23] e planos de ação, utilizando dois indicadores: o Lden, projetado para avaliar incomodo, e o Lnight, indicador noturno utilizado para avaliar distúrbios de sono. Esses indicadores devem ser aplicados às avaliações de exposição do mapeamento de ruído a partir de 55 dB para Lden e a 50 dB por Lnight.

O ruído como estressor foi pesquisado na Alemanha em 19.224 indivíduos, no banco de dados nacional em saúde. Os resultados revelaram associações com trafego rodoviário e ruídos de vizinhança. Os dados depois de ajustados para covariáveis socio-demográficas, doenças crônicas demostraram que homens e mulheres incomodados pelo ruído apresentaram o dobro de chances de ter a sua saúde mental comprometida em comparação com aqueles que não apresentaram esse tipo de incômodo.

Com base nos dados disponíveis fornecidos pelos países na Europa em 2011, cerca de 19,8 milhões de adultos vivem em cidades perto de grandes fontes de ruído, com níveis iguais ou superiores a Lden 55 dB , e podem ser considerados como "incomodados" pelo ruído do tráfego (rodoviário, ferrovias, aeronaves ou indústria) e 9,1 milhões deles são 'altamente' incomodados [23]

Um dos efeitos do ruído é a perturbação do sono. O ruído provoca uma série de dificuldades aos expostos como: adormecer, despertar e altera os estágios do sono ou a sua profundidade. Observa-se que esses achados demonstram que a percepção do ruído interfere na qualidade de vida e bem-estar das pessoas.

Estima-se que 7,9 milhões de adultos na Europa apresentam distúrbios do sono devido ao ruído de tráfego noturno e 3,7 milhões deles são severamente perturbados pelo sono [23]

Após a Diretiva da UE de 2002 [25] iniciou-se uma nova série de debates pois não bastam só os parâmetros estabelecidos pelas medições e mapas acústicos, mas a importância da pesquisa de paisagem sonora[26] devido à variação do padrão curva-dose-resposta e a diferenças de localização para localização, além de controlar o ruído quando elemento estressor passa a incorporar as paisagens sonoras positivas como elementos benéficos à saúde.

Segundo Brown [27] com o desenvolvimento de estudos da paisagem sonora

ocorrerá uma série de melhorias no ambiente acústico que incidirá sobre o bem-estar da população nas áreas de urbanização, restabelecimento da saúde, descanso, lazer e segurança.

1.3 Justificativa

A pesquisa da paisagem sonora é inovadora e pode liderar o caminho para o reconhecimento do papel do ambiente acústico saudável às pessoas, pois ambientes sonoros equilibrados são propícios para a formação de bons hábitos que podem ser uma forma eficaz de reduzir custos da saúde, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida. A comunidade quando envolvida com paisagem sonora pode desempenhar um papel importante na sensibilização e na prevenção de doenças não auditivas relacionadas ao ruído.

Na prática, ainda há uma lacuna significativa entre indicadores de paisagem sonora que são utilizados, de alguma forma padronizados em "medição por pessoas" e os que são aplicados na "medição por instrumentos"[12]. Além disso, apenas por meio de uma integração adequada destas técnicas que o potencial da abordagem sonora pode ser implementado em planejamento e design urbano [29].

Este estudo teve como desafio agregar os indicadores físicos de ruído com a paisagem sonora da área em investigação, caracterizar o ambiente acústico, dentro da multidisciplinaridade adequada, e unindo informações de saúde da população, como ferramenta de melhoria da qualidade de vida.

A hipótese deste estudo foi que a paisagem sonora de um local pode ser uma ferramenta útil para a prevenção de riscos de doenças de efeitos não auditivos relacionadas ao ruído.

Dessa maneira justifica-se a importância da presente pesquisa para área da saúde pública que poderá ajudar a construir possíveis alterações nas concepções e desenvolvimento de paisagens sonoras saudáveis para as pessoas, minimizar custos diretos, sociais e emocionais, mostrando a relevância do assunto para as políticas públicas

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Principal

Este estudo tem como objetivo principal aliar o olhar qualitativo da Paisagem Sonora (percepção humana e ambiente acústico) ao método tradicional quantitativo de avaliação de ruído urbano, visando oferecer uma ferramenta útil para a promoção da saúde.

2.2 Objetivos Secundários

- Analisar os métodos das avaliações quantitativas e qualitativas disponíveis para ruído urbano e qual a melhor adaptação para este estudo;
- Verificar a existência de associação, incluindo efeito dose–resposta, entre a exposição ao ruído e doenças coronárias, na região do CSEGPS;
- Calcular níveis de pressão sonoros a partir de fluxo de tráfego;
- Realizar passeios sonoro usando ISO 12.913 explorativo, visando esclarecer a quais fontes os usuários estão expostos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Origem do Estudo

Este projeto faz parte de uma sequência de estudos relacionados à área de Ruído Urbano e Saúde Pública, do Departamento de Epidemiologia da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP/USP). Estes estudos se iniciaram em 2000, com a avaliação do ruído urbano em 75 pontos representativos do município de São Paulo/SP e o confronto com a legislação existente [30].

Prosseguiu em 2001 com a avaliação dos trabalhadores da Companhia de Engenharia de Tráfego (CET) de São Paulo, responsável pela coordenação de trânsito na capital paulista [31], quando se observou a associação entre altos níveis de ruído na região de trabalho e casos sugestivos de Perda Induzida pelo Ruído Ocupacional (PAIR).

No ano de 2002 foram avaliados motoristas de uma empresa de transporte coletivo urbano para verificar a associação entre exposição combinada do ruído e vibração e o desenvolvimento de PAIR [32]

Em 2008, foi conduzido estudo com a finalidade de estimar a prevalência de incômodo causado pelo ruído em trabalhadores de estabelecimentos comerciais na zona central do município [33].

Em 2010 estudo da relação entre doenças respiratórias e cardiovasculares e poluição veicular nas regiões metropolitanas do estado de São Paulo com a finalidade de subsidiar a estruturação das atividades do Programa de Vigilância em Saúde e Qualidade do Ar. São Paulo.[34].

Em 2014 o projeto incorporou conhecimentos de engenharia acústica na realização do mapeamento do bairro de Pinheiros e avaliação do impacto da exposição sonora na saúde da população [35]

Dando sequência na linha de pesquisa, foi desenvolvido o trabalho “Paisagem Sonora: instrumento de Saúde Pública”, estudo que buscou dar um passo além nas pesquisas de ruído urbano. Atualmente discute-se o mapeamento acústico em São Paulo, mas os passos seguintes já foram sinalizados na Europa, com a edição da ISO 12913-1 [11] e 12913-2 [12], que indicam aliar aos avanços tecnológicos a percepção dos indivíduos. Este olhar, voltado para um ambiente acústico cada vez melhor e saudável, foi o norteador desta pesquisa.

3.2 Local do Estudo

O Centro de Saúde Escola “Geraldo Horácio de Paula Souza” foi escolhido por ser o pioneiro entre os centros de saúde do Brasil voltados para esse tema, e guarda até hoje um dos objetivos de seu fundador de melhoria contínua para a saúde pública dando apoio à pesquisa científica. O CSEGPS integra a Coordenadoria Regional de Saúde Centro-Oeste - Supervisão Lapa/Pinheiros, no município de São Paulo/SP. A população de sua área de abrangência, composta pelos bairros Jardim Paulista e Pinheiros, é de aproximadamente 137.000 habitantes [36]

Em 1925, quando o Dr. Geraldo Horácio de Paula Souza era o Diretor Geral do Serviço de Saúde Pública do Estado de São Paulo, ele elaborou a reforma do Código Sanitário criando a “Inspetoria de Educação Sanitária” e “Centros de Saúde”, oficializando o Centro de Saúde anexo ao então Instituto de Higiene pelo Decreto 3876 de 11 de julho de 1925. (**Figura 4**).

Figura 4: Diversos aspectos do atual Centro Saúde Escola Geraldo Horácio de Paula Souza.
Fonte: Faculdade Saúde Pública, 2016.

Considerado como Centro de Saúde Modelo destinado à aprendizagem do pessoal da Inspetoria de Educação Sanitária e de outros Centros de Saúde, e para tal objetivo fez

o atendimento médico da população circunvizinha sendo assim o primeiro centro de saúde do Brasil e da América Latina

O Centro de Saúde Modelo, fiel aos princípios de seu idealizador, funcionou desde o início como unidade sanitária polivalente e como apoio para a Faculdade de Saúde Pública (FSP/USP), servindo como um laboratório vivo para ensino e pesquisa para diversas carreiras.

Em 1938 o Instituto de Higiene foi reorganizado e o Centro de Saúde passou a denominar-se Centro de Aprendizado, com a finalidade de servir como campo de treinamento para os alunos dos diversos cursos ministrados pelo Instituto, como unidade polivalente de assistência à saúde da população do distrito, constituindo-se em uma fonte de material humano para estudos e pesquisas. Na década de 1960 o centro passou a denominar-se "Centro de Saúde Escola Geraldo Horácio de Paula Souza", nome que conserva até hoje em homenagem ao seu fundador e patrono.

O CSEGPS abrange vasto território, sendo cortado por avenidas de grande porte, como se pode visualizar na **Figura 5**.

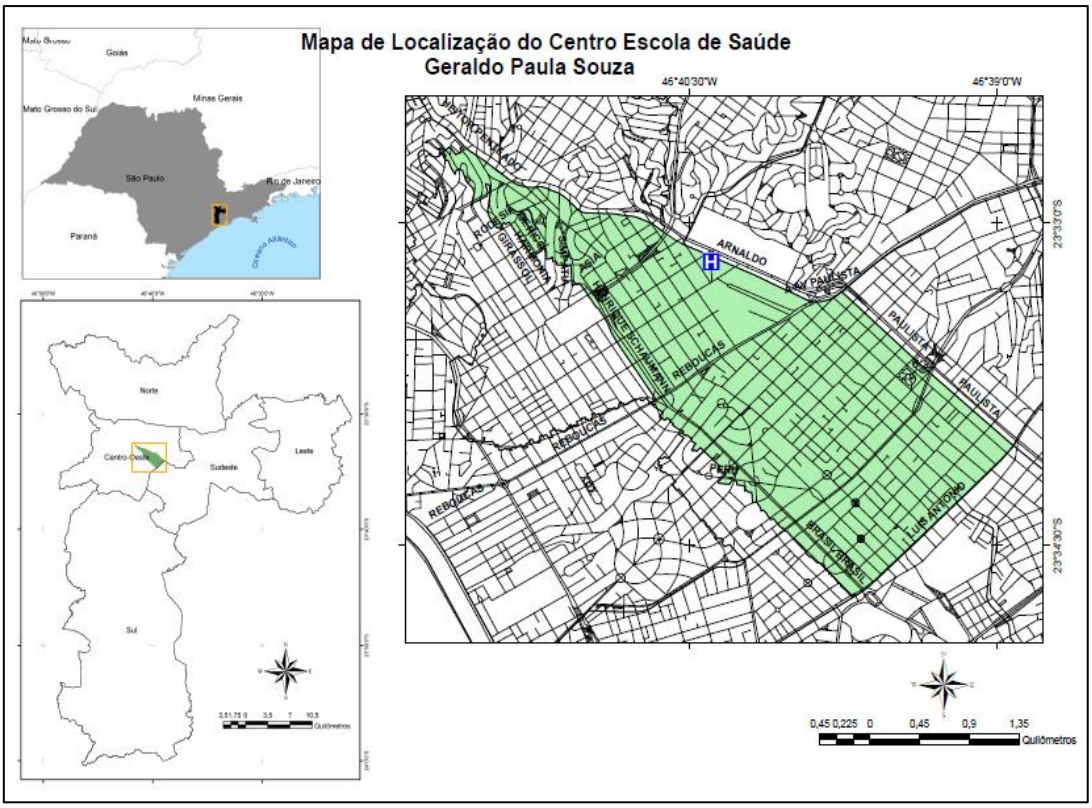


Figura 5: Mapa de localização do Centro Saúde Escola Geraldo Horácio de Paula Souza**.**
Fonte: Elaborado por Barreiros, AM e Santos, DCV

Durante os seus 90 anos de existência, o Centro de Saúde sempre prestou assistência médica à população, serviu de campo de treinamento e de experiências para várias gerações de alunos, que saindo desta escola espalharam pelo Brasil e até mesmo por países Latino-Americanos os ideais e a filosofia de Paula Souza e de outros grandes pioneiros da Saúde Pública [37].

3.3 Método

O método utilizado neste estudo de paisagem sonora foi uma análise transversal, e aplicou a triangulação recomendada na ISO 12.913-1 [11,12], entre as aferições (medidas físicas), percepções acústicas do local (passeio sonoro) e atenção à saúde dos usuários do Centro de Saúde Escola diante da poluição sonora. (**Figura 6**)

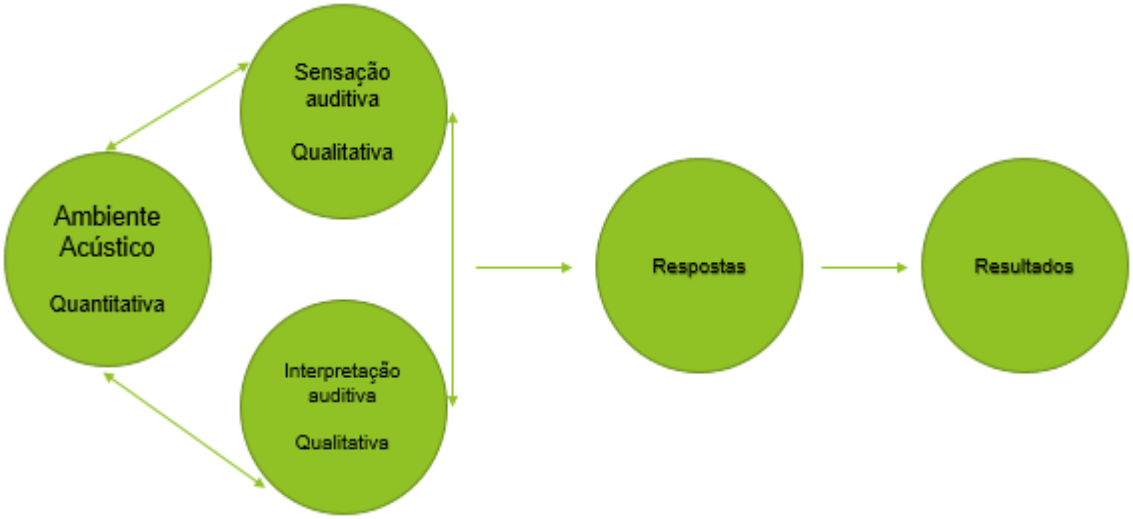


Figura 6: Modelo adaptado da triangulação da ISO 12.913-1
Fonte: Santos, DCV

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Saúde Pública sob nº ***2.233.036*** (Anexo 4). Um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi assinado pelos participantes antes do início da coleta de dados (Anexo 3).

O estudo foi executado na ordem a seguir para efetuar a gestão das informações necessárias para cada fase, contemplando as três fases da pesquisa:

3.3.1 Fase Preliminar

Na primeira fase foi realizada uma análise crítica sobre abordagens qualitativas e quantitativas existentes em acústica ambiental para escolha a mais representativa na implementação da pesquisa sonora com foco em saúde. Foi efetuado levantamento de referencial bibliográfico sobre mapeamento acústico e paisagem sonora, enfocando artigos científicos, monografias, dissertações, teses e/ou qualquer outra fonte com valor científico, o que resultou no **Manuscrito 1**.

3.3.2. Segunda Fase

Foi realizado a reunião com os responsáveis do CSEGPS e posteriormente ocorreu uma apresentação à associação dos usuários para esclarecimentos.

Como o Centro não possuía dados planilhados, realizou-se uma coleta e a montagem de um banco de dados secundários para facilitar a análise, e para deixar posteriormente para o uso do Centro de Saúde. Este banco de dados, com o cadastramento de usuários do período de 01/01/16 à 01/05/2018, possui número de identificação do SUS, número de prontuário, data de nascimento, idade, cor, nome da mãe, residência e e-mail. Este banco finalizou com 23.941 usuários cadastrados e mais de 230.000 dados. Para classificação desses dados utilizou-se do programa “EXCEL”, e após esta fase foram retiradas as informações que se apresentavam em duplicidade e com incongruências, bem como complementação de alguns dados.

Os endereços dos usuários foram geocodificados utilizando o Programa “ArCGIS”.

Para avaliar a exposição à poluição sonora do tráfego, este estudo utilizou relações matemáticas que expressam LAeq em função da composição do tráfego [23,24] e o fluxo de tráfego foi pesquisado a partir de um banco de dados do ano de 2008 gerado em um projeto anterior [25]

A partir dos números obtidos da população exposta aos níveis de ruído foi possível fazer a estimativa de risco da área de abrangência para infarto do miocárdio e hipertensão relacionados ao ruído. Estas operações foram realizadas com o software ArCGIS,

ArcINFO 9.3 da empresa ESRI. Os dados desta fase foram pormenorizados no **Manuscrito 2**.

3.3.3 Terceira Fase

População de Estudo

O estudo contou com voluntários que residiam ou trabalhavam na área de abrangência do CSEGPS, de ambos os sexos e maiores de 18 anos.

Realizou-se um manual de procedimento para o passeio sonoro [10]. Para percepção do ruído usou-se a estratégia dos questionários sobre percepção de paisagem sonora e verbalizações do passeio sonoro conforme preconiza a ISO 12913 [11,12]. A escolha recaiu no questionário do QuadMap Life[1]de áreas silenciosas [38],que foi adaptado para o estudo. (**Anexo 2**).

Após análise inicial, foi escolhida uma rota, não muito longa para que idosos também pudessem participar, e que contemplasse pelo menos três cenários com fontes de ruído de natureza, tráfego rodoviários e sons humanos. **(Figura 7**)

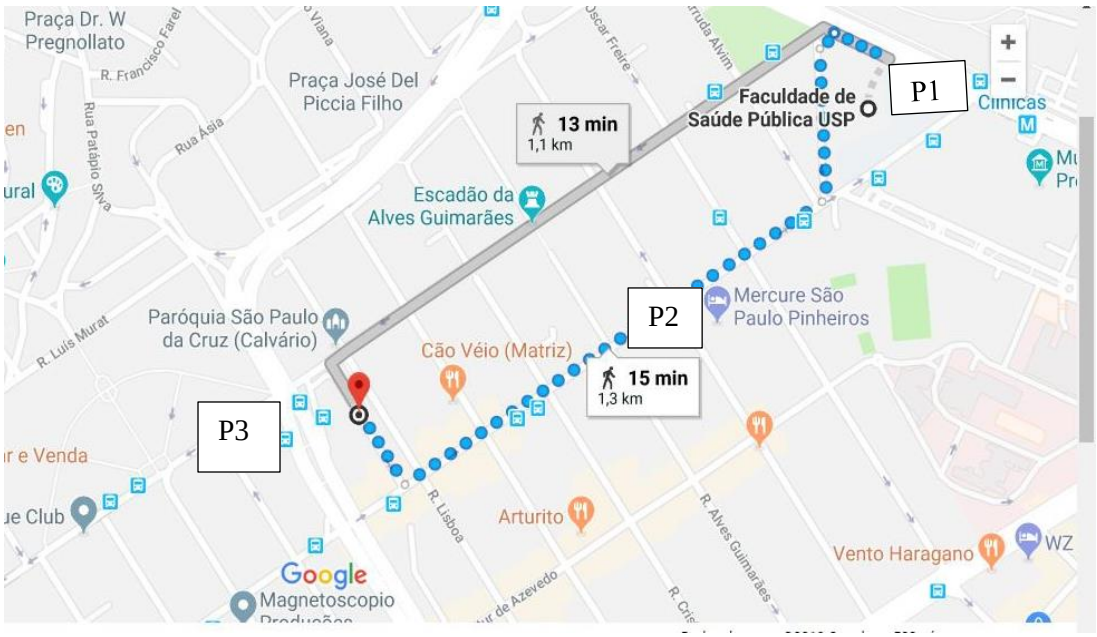


Figura 7: Roteiro do Passeio Sonoro.
Fonte: Google. Acessado em: 10/8/2018.

[1] Adaptado do Questionnaire quiet urban areas da QUADMAP LIFE. Acessado em: 25/5/18. Diponível em: www.quadmap.eu/wp-content/uploads/2012/01/d7-2-END-users-Questionnaire-Procedure-Questionnaire-Quiet-areas.pdf.

O trajeto teve como local de referência a Faculdade de Saúde Pública, e a rota escolhida para o passeio sonoro foi de 1,3 Km. A trajetória teve como o ponto inicial o jardim frontal da Faculdade, o cortejo prosseguiu pela Rua Teodoro Sampaio e terminou na Praça Benedito Calixto

Ao longo do passeio foram realizadas avaliações de níveis sonoros em três pontos demarcados (**P1, P2, P3**), na **Figura 7**, a partir da triangulação recomendada pela ISO... 12 913 [11,12], observando-se aferições locais, as percepções dos usuários e a paisagem natural de repercussão da região.

Os procedimentos pormenorizados do passeio foram baseados no delineamento elaborado por Radicchi[39] e os resultados dessa etapa foram apresentados e discutidos no **Manuscrito 3**.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Manuscrito 1

Título: **Abordagens Quantitativas e Qualitativas para Políticas Públicas de Prevenção de Ruído, qual a Melhor?**

Dulce Claudia Jose Viana[2]
Maria Regina Alves Cardoso[3]

RESUMO

Introdução: Nas grandes cidades a poluição sonora é um dos desafios do planejamento ambiental e tornou-se um sério problema urbano, pois ela interfere no meio ambiente e na saúde da população. As abordagens tradicionais quantitativas de controle de ruído, em especial o mapeamento acústico, têm sido apontadas em muitas pesquisas sonoras como insuficientes para expressar a realidade acústica, pois não agregam às medidas físicas a percepção dos indivíduos. Esta procura de melhoria na qualidade acústica levou pesquisadores a direcionar os novos estudos à paisagem sonora, que engloba o conjunto sonoro do ambiente na sua totalidade e a sua percepção pelo indivíduo. O objetivo deste trabalho foi analisar as metodologias utilizadas em abordagens quantitativas e qualitativas e se unidas podem trazer benefícios ao estudo do ambiente sonoro. Métodos: A análise crítica foi realizada a partir do levantamento de normas técnicas em uso e análise de estudos científicos já implementados em algumas cidades e/ou países. Resultados: Concluiu-se que as duas abordagens devem estar adequadamente unidas para contemplarem não só limites de ruído, mas agregar valores qualitativos da percepção como percebida e entendida pelo indivíduo. O conhecimento abrangente do ambiente acústico em que se vive pode ser uma importante ferramenta para sensibilização e prevenção de doenças relacionadas ao ruído.

Palavras-chave: Mapeamento Acústico; Paisagem Sonora; Ambiente acústico.

[2] Departamento de Epidemiologia. Faculdade Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP/USP).
[3] Departamento de Epidemiologia. Faculdade Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

ABSTRACT

Introduction: In big cities, noise pollution is one of the challenges of environmental planning and has become a serious urban problem because it interferes with the environment and the health of the population. The traditional quantitative approaches to noise control, especially acoustic mapping, have been pointed out in many sound researches as insufficient to express the acoustic reality, since they do not add the perception of individuals to physical measurements. This search for improvement in acoustic quality has led researchers to direct the new studies to the sound landscape, which encompasses the whole sound environment and its perception by the individual. The objective of this work was to analyze the methodologies used in quantitative and qualitative approaches and if united can bring benefits to the study of the sound environment. Methods: Through a critical analysis was made a survey of technical standards in use and analysis of scientific studies already implemented in some cities and / or countries. Results: It is concluded that the two approaches must be properly united to contemplate not only noise limits, but also aggregate qualitative values of perception as perceived and understood by the individual. Comprehensive knowledge of the acoustic environment in which you live can be an important tool for sensitization and prevention of noise related diseases.

Keywords: Acoustic Mapping; Sound landscape; Acoustic environment

1. Introdução e Objetivo

Segundo a *World Health Organization* (WHO) [1] o ruído é, depois da poluição do ar, a segunda mais importante causa ambiental de morte e incapacidade na Europa Ocidental. O ruído pode acarretar graves efeitos fisiológicos, sociais e psicológicos como: sentimentos de perturbação, reações de estresse e distúrbios do sono, algumas alterações hormonais, aumento da pressão arterial, aumento do risco de infarto do miocárdio e incômodo e qualidade de vida geral.

A Diretiva Europeia 2002/49/CE [2] tornou obrigatório aos estados membros a

confecção de mapas de ruídos estratégicos, que possam servir de referência para colocar em marcha os planos de ação para reduzir o ruído e incentivar a implementação e proteção de áreas tranquilas, embora a definição de uma "zona tranquila" vem sendo discutida há algum tempo. A qualidade do ambiente acústico é um dos principais indicadores de qualidade de vida, mas é a principal fonte de queixas na maioria das cidades. [3]

Apesar da aplicação da legislação de ruído, mapeamento acústicos, investimentos em barreiras acústicas e pesquisas em pavimentos rodoviários menos ruidosos, 40% da população europeia é regularmente exposta aos níveis de ruído de tráfego e seus efeitos nocivos [4].

Reduzir somente os níveis de ruído, não necessariamente conduz à melhoria das condições de saúde e bem-estar nas áreas urbanas se não for aliada à percepção do indivíduo da paisagem sonora local.[5]

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é analisar e comparar o método tradicional quantitativo de avaliação de ruído urbano (mapeamento acústico) e o método qualitativo da Paisagem Sonora (percepção humana e ambiente), visando sugerir uma metodologia conjunta que possa oferecer uma ferramenta útil para a promoção da saúde humana.

2. *Materiais e Métodos*

Trata-se de estudo e análise crítica sobre abordagens qualitativas e quantitativas existentes sobre acústica ambiental para escolha da mais representativa na implementação de pesquisa sonora com foco em saúde. Foi embasada no levantamento de normas técnicas em uso e análise de estudos científicos já implementados em algumas cidades e/ou países.

3.Análise e Discussão de Abordagens

3.1. Estudo Quantitativo – Mapas Acústicos

Com um olhar para prevenção na saúde, os países pertencentes à União Europeia, a partir da Diretiva Europeia 2002/49/CE [2], já tornaram obrigatório o controle do ruído excessivo em cidades com mais de 250.000 habitantes e a obrigatoriedade de planos de ação para mitigação da poluição sonora. Este controle é realizado por meio de simulação

usando modelos tridimensionais, que resultam em mapas ou cartas acústicas que mostram onde existem áreas silenciosas e onde há excesso de ruídos. As informações constantes nas cartas acústicas permitem a integração com o Plano Diretor das cidades, e servem de base para decisões relativas às estratégias de intervenção e formulação de leis contra a poluição sonora. Além disso, identificam fontes importantes, tais como: o ruído do trânsito rodoviário, ferroviário, aéreo e industrial, e de locais de entretenimento.

Estes mapas de ruído representam visualmente o ruído em áreas geográficas específicas (municípios, bairros ou setores), utilizando a norma ISO 1996-2 (2007) [6] na identificação dos limites de cada curva, em intervalos de 5 dB, em cores padronizadas.

Este tipo de gerenciamento é feito sistematicamente [7,8], em alguns países como Portugal, Espanha, Holanda e Chile, e seguem o planejamento a seguir no Município de Guimarães em Portugal:

a) monitoramento do problema ambiental, exigindo que as autoridades competentes elaborem mapas estratégicos de ruído para as principais estradas, ferrovias, aeroportos e aglomerações, utilizando indicadores de ruído, com a finalidade de avaliar o número de pessoas expostas em cada região, município ou bairro (**Figura 8**);

b) informação e consulta ao público sobre a exposição ao ruído, seus efeitos e as medidas consideradas para tratar do ruído;

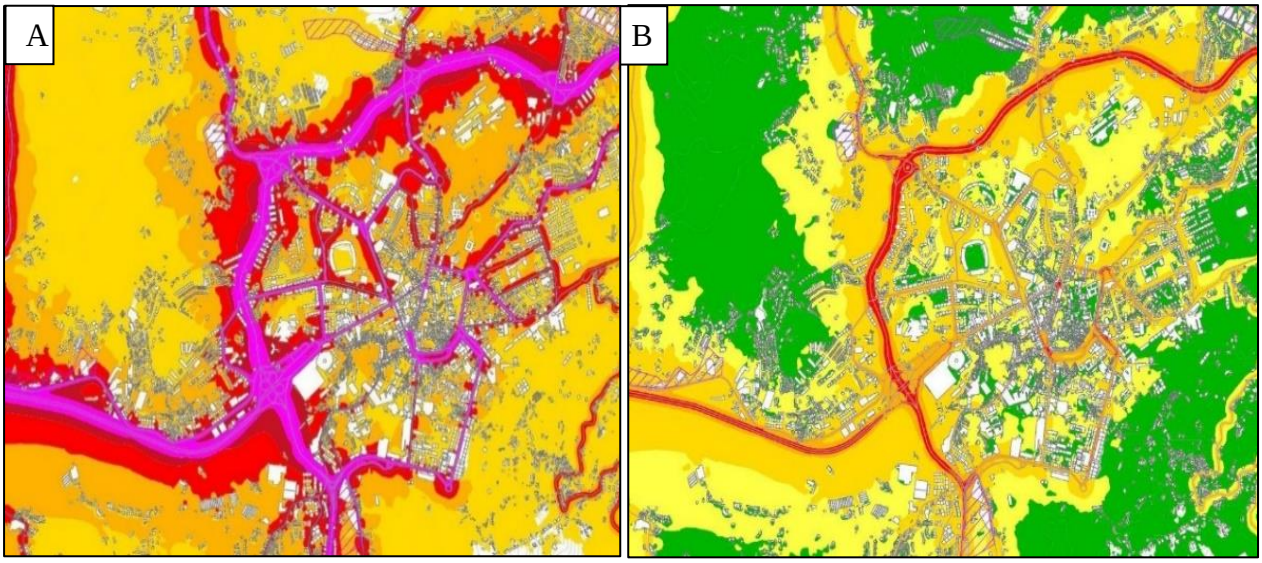


Figura 8: Exemplo de mapas acústicos de Guimarães (Portugal) período diurno (A) e noturno (B).
Fonte: site oficial do Município de Guimarães: https://www.cm-guimaraes.pt/pages/335?folders_list_60_folder_id=1608.

c) abordar as questões do ruído local, elaborando planos de ação para reduzir o ruído quando necessário e manter a qualidade do ambiente sonoro, de acordo com os valores-limite estabelecidos pelas normativas vigentes, que permaneçam no poder das autoridades competentes;

d) desenvolver estratégias, que incluam objetivos de reduzir o número de pessoas afetadas pelo ruído, a longo prazo, e fornecer um quadro para o desenvolvimento da política comunitária existente sobre a redução de ruído da fonte.

Na América do Sul, temos um programa de controle de ruído consolidado no Chile e outros já em andamento em Buenos Aires. Para gerar o mapa sonoro em Valdivia, como se observa na **Figura 9**, foi utilizado um método simples e de menor custo de implementação, com a simplificação de edificações em blocos, e o fluxo do trânsito veicular seguiu o modelo alemão RLS-50. Utilizou-se o *software* CADNA A (Computer Aided Noise Abatement).[9].

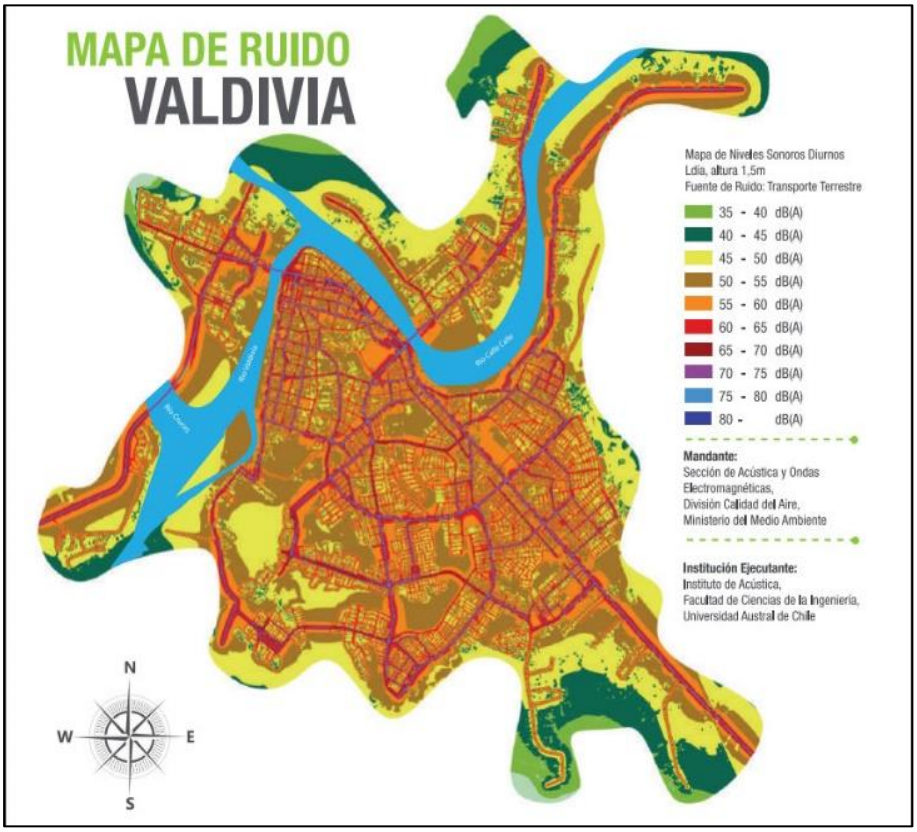


Figura 9 : Mapa acústico de Valdivia (Chile)
Fonte: Instituto de Ciências e de la Engenaria da Universidad Austral de Chile (sn).

No Brasil há apenas um programa oficial de mapeamento, da Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente do município de Fortaleza [10]. A elaboração da carta acústica de Fortaleza teve como base um modelo acústico 3-D, ordenado por meio da construção de um conjunto de bases de dados referentes à topografia, ao edificado e às fontes emissoras de ruído. Com o *software* CADNA A, foram desenhadas as curvas isofônicas que proporcionam amplo espectro de informações dos mapas acústicos diurno e noturno da cidade, como se visualiza nas **Figuras 10 A e 10 B.**

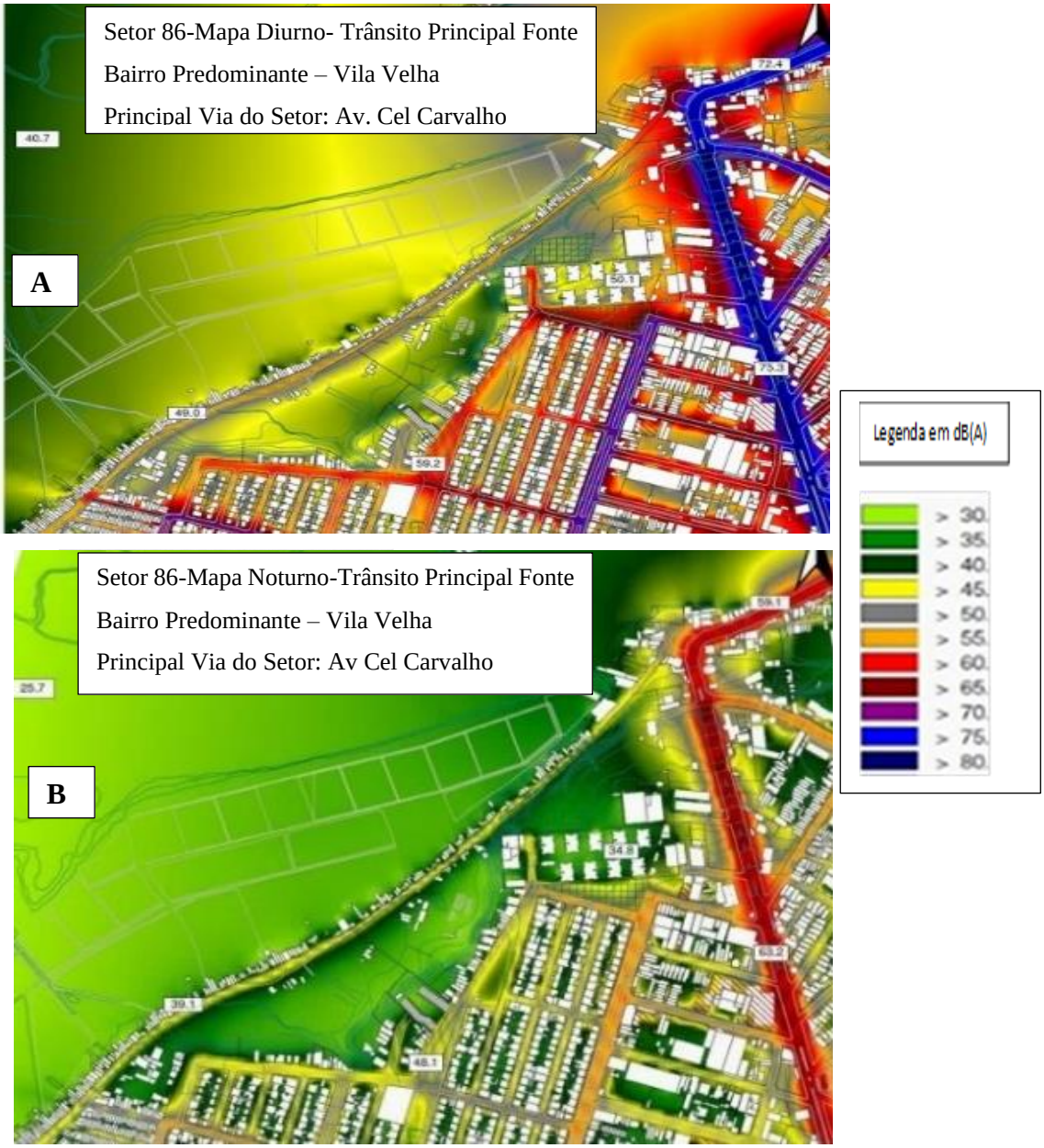


Figura 10: Mapas acústicos de Fortaleza para os períodos diurno (A) e noturno (B).

Fonte: SEUMA, 2015.

Existem muitos estudos de mapeamento e criação de cartas acústicas parciais, efetuadas por universidades em São Paulo/SP (PAIVA-VIANNA,2014) [11], Rio de Janeiro/RJ (MARDONES, 2009) [12], Florianópolis/SC (NARDI, 2008),[13] Aracajú/SE (GUEDES, 2005) [14], Belém/PA (MORAES, 2003) [15] e Curitiba/PR (ZANNIN, 2002) [16] .

O município de São Paulo/SP instituiu a obrigatoriedade de implantação do Mapa de Ruído Urbano no Município através da Lei 16.499 de 20/07/2016, publicada no D.O. da Cidade de São Paulo [17], em 21/7/2016. O mapa deverá ser elaborado atendendo aos seguintes prazos:

I - para a Macroárea de Urbanização Consolidada e para os Eixos de Estruturação da Transformação Urbana, o prazo de até quatro anos a partir da publicação desta lei;

II - para Macroárea de Estruturação Metropolitana e as Operações Urbanas Consorciadas (OUCs) em prazo compatível com a implantação dos projetos e programas de desenvolvimento;

III - para as demais áreas da cidade, no prazo de sete anos a partir da vigência desta lei.

Já existe um mapa piloto de ruído de SP (**Figura 11**) realizado pelo grupo de trabalho GT Mapa de Ruído do Comitê de Acústica Ambiental [36] onde foi realizada a modelagem da área localizada entre as avenidas Paulista, Brasil, Nove de Julho e a Vinte Três de Maio.

Figura 11 : Mapa piloto de ruído de SP, da região entre as avenidas Paulista, Brasil, Nove de Julho e Vinte Três de Maio. (**A**) período diurno. (**B**) período noturno

Fonte:www.proacustica.org.br

A WHO [18] recomenda que em áreas residenciais o nível de ruído a que as pessoas podem ser expostas, sem prejudicar a saúde, não ultrapasse o nível de pressão sonora equivalente 55dB. Afirma que LAeq até 50dB pode perturbar, mas o organismo se adapta, e a partir do LAeq de 55dB pode ocorrer estresse leve, acompanhado de desconforto. Há desgaste do organismo quando o LAeq atinge 70dB, aumentando os riscos de infarto, derrame cerebral, infecções, hipertensão arterial e outras doenças. Ao atingir LAeq de 80dB ocorre a liberação de endorfinas produzindo sensação de prazer momentâneo (em casos de músicas em academias, por exemplo) e grande incômodo, e com níveis sonoros da ordem de LAeq de 100dB, pode ocorrer danos ou perda da acuidade auditiva.

Na União Europeia 120 milhões de pessoas, ou seja, mais de 30% da população total, estão expostas a níveis de ruído do tráfego rodoviário superiores a 55dB, enquanto que mais de 50 milhões de pessoas estão expostas a níveis de ruído acima de 65dB – L_{den} equivalente ao nível de ruído de 24 horas [19].

Chang et al. (2003), após utilizarem em suas pesquisas modelo de regressão linear, relataram que cada acréscimo de 1dB no nível de ruído corresponde ao aumento de 1mm/Hg da pressão sanguínea [20]. Estudos epidemiológicos recentes sugerem que a exposição ao ruído excessivo pode causar estresse crônico, fator de risco para ocorrência de disfunções cardiovasculares [21].

O ruído pode afetar o organismo, diretamente por meio de interações sinápticas nervosas, ou indiretamente na percepção do som causando reações emocionais ou cognitivas. a exposição objetiva ao ruído (nível de som) e a exposição subjetiva ao ruído (incômodo) interagem e podem ser preditoras na relação entre ruído e desfecho em saúde [19]. Mudanças de curto prazo na circulação, pressão arterial, frequência cardíaca, débito cardíaco e vasoconstrição, bem como a liberação de tensão hormonal, incluindo adrenalina, noradrenalina e cortisol foram estudadas em diversos experimentos como fatores clássicos de riscos biológicos, e mostraram ser elevados em indivíduos que foram expostos a altos níveis de ruído.

Políticas atuais de controle de poluição sonora e mapeamento acústico são embasadas na ISO 1996 [6].O nível de pressão sonora é expresso em decibels, e utilizam vários descritores como: *LAeq, Lden* ou *Lnight* e têm seus focos voltados principalmente para valores-limite, na tentativa de reduzir os efeitos negativos do ruído no ambiente.

3.1.1. Descritores Utilizados nas Cartas Acústicas

Para avaliação do ruído ambiental, no âmbito internacional, usa-se a norma ISO 1996 [6], que trata da *Acoustics description and measurement of environmental noise*. Esta norma apresenta: *Part 1 - Basic quantities and procedures, Part 2 - Acquisition of data pertinent to land use,* e *Part 3 - Application to noise limits.* A norma descreve os métodos utilizados para a medição de ruído ambiental, recomenda o LAeq (nível de ruído contínuo equivalente) como descritor e propõe correção no nível de ruído levando em consideração vários fatores, como: intervalo de tempo relevante, identificação das fontes e suas condições de operação e condições meteorológicas. Pode ser obtida segundo a equação (1.1):

$$LA_{eq} = 10\log\left(\sum F_1\ 10^{\frac{L_1}{10}}\right), dB \qquad (1.1)$$

onde:

LAeq é o nível sonoro equivalente.

F1 é a fração do tempo do nível constante L_1

A Diretiva Europeia [2] realiza a avaliação e gestão do ruído ambiental da comunidade europeia e tem como objetivo estabelecer métodos comuns de avaliação do ruído ambiental em todos os países membros, bem como fornecer "valores limites de ruído". Nesse documento foram selecionados vários indicadores como o descritor de ruído dia-fim-de-tarde-noite associado ao incômodo geral (**L_{den}**), o indicador de ruído associado ao incômodo durante o período diurno (**L_{day}**), o descritor para o final da tarde e associado ao incômodo do período vespertino (**$L_{evening}$**), e o indicador de ruído associado à perturbação do sono (**L_{night}**).

O nível dia-fim-de-tarde-noite **L_{den}**, em decibels (dB), é definido pela fórmula (1.2):

$$L_{den} = 10log\,\frac{1}{24}\left(12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{night}+10}{10}}\right) \qquad (1.2)$$

onde:

$L_{day,12h}$ é o nível sonoro médio de longa duração, determinado durante todos os períodos diurnos de um ano;

$L_{evening,4h}$ é o nível sonoro médio de longa duração, determinado durante todos os períodos

vespertinos de um ano;

$L_{night,8h}$ é o nível sonoro médio de longa duração, determinado durante todos os períodos noturnos de um ano.

Na orientação do cálculo dos indicadores [2] dividiu-se o período diurno como sendo o período das 7 às 19 horas, o vespertino das 19 às 23 horas e o noturno das 23 às 7 horas. Esta diretiva destina-se a fornecer a base para desenvolver medidas comunitárias de redução do ruído emitido pelas principais fontes, como veículos, aeronaves, equipamentos industriais e de exterior e maquinários móveis.

A Diretiva 2002/49 obrigou os estados membros a estabelecer mapas de ruídos estratégicos, que possam servir de referência para colocar em marcha os planos de ação para reduzir o ruído e incentivar a implementação e proteção de áreas tranquilas, embora a definição de uma "zona tranquila" vem sendo discutida há algum tempo. A qualidade do ambiente acústico é um dos principais indicadores de qualidade de vida e ruído é a principal fonte de queixas na maioria das cidades [3].

Os mapas acústicos são elaborados em diversas escalas e o mapeamento pode ser realizado por medições de níveis de ruído no local, ou em pontos pré-determinados com uso de uma malha de pontos na área de estudo [22].

A leitura e interpretação dos mapas acústicos possibilitam a implementação de políticas ambientais [23] para redução dos níveis sonoros estabelecidos pelas normas de cada país, bem como um melhor planejamento de ocupação do solo e um decréscimo no número de pessoas expostas aos níveis elevados de ruídos urbanos.

3.2. Estudo Qualitativo – Paisagem Sonora

Foi Murray Schafer [24], educador canadense, o pioneiro a definir a paisagem sonora como um conjunto do ambiente sonoro, englobando a totalidade dos sons ambientes, com todos os sons do nosso cotidiano, sejam eles de natureza agradável ou desagradável. Este autor sintetizou seus estudos no livro "*A afinação do mundo"*

Schafer e o grupo de pesquisadores Bruce Davis, Peter Huse, Barry Truax e Howard Broomfiel, formaram o *World Soundscape Project* (WSP*)* em 1973, que após estudos multidisciplinares consideraram o monitoramento de níveis sonoros uma abordagem muito superficial, pois não era considerada a percepção do ser humano, somente a visão da métrica do ruído.

A paisagem sonora pode ser definida como a totalidade de todos os sons [24,25] de

um local com ênfase na percepção do indivíduo sobre o seu meio ambiente acústico.

Durante o período de 2000 até 2007 as pesquisas foram expandidas e tiveram também a colaboração do programa *Soundscape Support to Health* (MISTRA), formado por vários cientistas em acústica, medicina e psicologia ambiental, que aferiram a qualidade do sono, os níveis de estresse e outros fatores de saúde em sujeitos experimentais. Também avaliaram as ferramentas do programa desenvolvido para melhorar e planejar em longo prazo paisagens sonoras positivas em áreas de habitação.

Estes pesquisadores do MISTRA relataram que o ruído exerce vários efeitos sobre a saúde, dependendo se os sons são percebidos como desagradáveis (tráfego, zumbido de ventiladores e outros sons técnicos) ou agradáveis (o canto dos pássaros, o farfalhar das árvores e outros sons naturais) e sugeriram *soundwalks* (passeios sonoros) para avaliação do ambiente.

Passeios sonoros são grupos participativos de escuta sonora que caminham pelo ambiente a ser investigado [26]. Durante estes exercícios, os analistas de paisagem sonora observam e avaliam as respostas de percepção dos participantes sobre ambiente acústico.

A abordagem da paisagem sonora enfatiza a forma como o ambiente acústico é percebido e compreendido pelo indivíduo, e para muitos autores ela existe na construção da percepção humana do ambiente acústico de um lugar [27, 28 e 29].

A paisagem sonora pode ser estudada no micro (local individual, por exemplo: parque urbano, rua e quarto), meso (área pequena, por exemplo: residencial ou grande shopping) ou o nível macro (grande área, por exemplo: cidade inteira).

Uma pesquisa com foco na influência do clima urbano na percepção ambiental por meio de passeios sonoros [30] utilizando o método de triangulação para avaliar a paisagem sonora. O estudo foi realizado na Alemanha, na área central de Aachen e teve 44 participantes. A área contou com quatro pontos de monitoramento em que os participantes avaliaram a percepção ambiental por meio de um questionário. Ao mesmo tempo, as condições de tempo (isto é, temperatura, velocidade do vento e umidade relativa) foram monitoradas, assim como as condições acústicas. Alguns resultados deste estudo mostraram que quando as temperaturas médias aumentaram a percepção de ruído também aumentou. Esta pesquisa também mostrou que quando o ruído de fundo foi encarado de forma positiva, a percepção global dos entrevistados no tocante à localização também tendeu a ser positiva.

Abordagens de gestão do ruído por meio de limites podem ser destinadas a evitar a exposição excessiva da comunidade ao ruído, mas têm pouco a dizer sobre a imprecisão

que está ocorrendo em termos de fontes de ruído de transporte, tornando-se o fundo dominante em muitas comunidades, mascarando sons naturais. Gerir a diversidade no ambiente acústico de áreas urbanas e rurais pode ser uma parte importante para preservar a diversidade da experiência humana [28].

Com o desenvolvimento das pesquisas de paisagem sonora e com a diversificação de metodologias e multidisciplinaridade de estudos, se fez necessário uma normatização adequada para que as pesquisas pudessem ser comparadas.

A ISO 12913-1(2014) [31] apresenta uma definição e um quadro conceitual da paisagem sonora (**Figura 12**). São incluídos os fatores relevantes para a medição e comunicação de dados em estudos de paisagens sonoras, bem como para o desenho do planejamento, e gestão de paisagem sonora.

A norma ISO 12913-1 reflete uma abordagem centrada na percepção do ser humano e torna necessário considerar os múltiplos fatores envolvidos [31]. Considera o som como um recurso que pode ser gerenciado no tempo e no espaço [33]. Esta norma define termos técnicos, descritores e indicadores a serem utilizados nos estudos de paisagem sonoro. Normatiza como devem ser coletados os dados pesquisados e os métodos a serem utilizados e em quais situações.

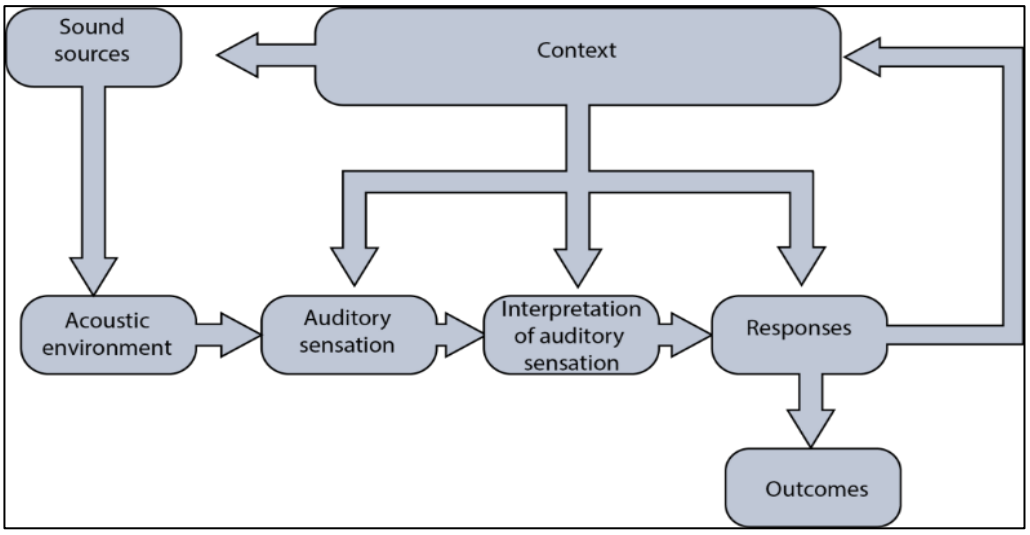


Figura 62: Elementos na construção da percepção da paisagem sonora.
Fonte: ISO 12913-1 (2014).

A Norma ISO 12913-2 [32] veio complementar a anterior e teve como foco a especificação de requisitos e informações sobre coleta de dados e relatórios para estudos de paisagem sonora, investigações e aplicações. Este documento identifica e harmoniza a recolha de dados e dá prioridade para os dados relevantes das pessoas, ambiente acústico e contexto.

Os indicadores acústicos clássicos devem ser medidos e reportados como estando em conformidade com a norma ISO 1996-1.

Segundo Brown et al. [34] essa diretriz fornece uma base para a comunicação entre as disciplinas e profissões com interesse multifacetado no assunto. Em particular, ela se refere à aplicação e combinação de vários métodos de investigação no estudo da paisagem sonora [26]. Portanto, temos de olhar para cada ambiente sonoro a partir de vários pontos de vista para obter a mais completa imagem da realidade.

3.3. Síntese Sobre as Formas de Abordagem

Com a tomada de decisão da União Europeia em preservar a saúde de todos e as exigências da elaboração de mapas de ruído surgiram várias soluções para mitigar os problemas relacionados a poluição sonora. O mapeamento acústico começou a se espalhar e a se tornar mais popular facilitando a percepção de cidades ou regiões onde os níveis de pressão sonora estão acima do determinado pela WHO [1], indicando que necessitam de plano de ação para controle do ruído.

O mapeamento acústico com o uso de *softwares* está cada vez mais eficiente e consegue avaliar diversos tipos de fonte de ruídos e sua localização. Estas cartas acústicas permitem um controle em tempo real, como também facilitam a implantação de políticas públicas. Porém, o som não deve ser tratado sob um aspecto isolado, mas como uma das várias modalidades que são produzidas a partir de atividades humanas e seus ambientes. Jabben [4] afirma que dar atenção exclusivamente às medidas quantitativas de ruído físico mudou em direção à tentativa de compreender os seus significados e o papel do contexto na percepção das pessoas e de suas reações a ambientes acústicos.

O conceito de uma paisagem sonora é mais amplo e acomoda o ambiente de som completo em um local e a resposta humana a ele. Inicialmente, a abordagem da paisagem sonora foi orientada para o significado do som no ambiente e planejamento que envolva a proteção e criação de paisagens sonoras variadas. A ideia é que os significados que as pessoas dão aos sons e ruídos, ou ao contexto de exposição, influenciam fortemente as

suas reações [5].

Existe um espaço significativo entre os indicadores padronizados em "medição por pessoas" e os que são aplicados na "medição por instrumentos"[26]. Para implementação destas técnicas em um planejamento eficiente urbano se faz necessário uma integração adequada destas abordagens.

4. Considerações Finais

Este estudo teve como objetivo analisar as abordagens quantitativas (cartas acústicas, avaliações físicas e mapeamento sonoro) e as qualitativas (paisagem sonora e a percepção dos sons).

Nesse contexto, os mapas acústicos, mais tradicionais, apresentam-se muito eficientes para estudo de valores limites e localização do ruído, sendo um instrumento valioso no planejamento urbano, na ocupação de solo e na fiscalização da poluição sonora. Quando se alerta que somente a paisagem sonora [35] consegue saber quais os sons que devem ou não ser preservados em determinado local, uma vez que só ela reconhece no ambiente acústico significados sociais e culturais de relevância para cada comunidade. A paisagem sonora com pesquisas e normas mais atuais busca cada vez mais a minimizar a poluição sonora de forma efetiva. A comunidade, quando envolvida com o ambiente acústico, pode desempenhar um papel importante na sensibilização e na prevenção de doenças relacionadas ao ruído.

Conclui-se que as duas abordagens podem estar adequadamente unidas para contemplarem não só limites de ruído, mas agregar valores qualitativos aos níveis de pressão sonora aceitáveis para a comunidade, na percepção das pessoas que ficam expostas no local.

O estudo acústico pode liderar o caminho para o reconhecimento do papel do ambiente sonoro saudável, pois quando existe o equilíbrio o ambiente fica propício à formação de hábitos salutares que podem ser uma maneira eficaz de mitigar o ruído e atenuar custos futuros com a saúde da população, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida.

5. Referências bibliográficas

[1] **WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) AND JOINT RESEARCH CENTRE**. Burden of disease from environmental noise: Quantification of healthy life years lost in Europe, Bonn Office: WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, 2011

[2] PARLAMENTO EUROPEU - COMUNIDADES EUROPÉIAS. Directiva 2002/49/ce do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de junho de 2002.Relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente contendo 16 artigos e 6 anexos. **Jornal Oficial das Comunidades Européias**. Parlamento Europeu, Luxemburgo, pub em 18 jul 2002.L 189.

[3] SOARES CL**,** BENTO COELHO JL, COSTA FM. **Soundscape analysis of urban public parks in the Brazilian Amazon**. In: Internoise 2012**,** August 19-22, New York (USA), 2012.

[4] JABBEN J, WEBER M. **City parks**, **perception and urban value**. In: The 22nd Congress on Sound and Vibration (ICVS) 22, 12-16 July. Florence (Italy):[s.n.].2015.

[5] VAN KEMPEN, E, DEVILLE SW. Characterizing urban areas with good sound quality: Development of a research protocol. **Noise Health,** v.16, pp. 380-387, 2014.

[6] **INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO)**. ISO-1996-2 Acoustics — Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 2: Determination of environmental noise levels. Geneva, 2007.

[7] SUAREZ, E.; BARROS JL. Traffic noise mapping of the city of Santiago de Chile. ***Science of the Total Environment,*** v. 466-467,p. 539-546.2014.

[8] BOUBERAZI M, BENTO COELHO JL. **Masking Method for Qualitative Noise Maps.** In: Twelfth International Congress on sound and Vibration**.** Lisboa, Portugal: [s.n.]. 2005.

[9] ARENAS, J. P.; BASTIÁN-MONARCA, NA.; SUÁREZ, E. **Assessment of methods for simplified traffic noise mapping of small cities: Casework of the city of Valdivia, Chile**. Institute of Acoustics, Universidad Austral of Chile, PO Box 567, Valdivia, Chile. 2016

[10] **SECRETARIA DE URBANISMO E MEIO AMBIENTE DE FORTALEZA (SEUMA)**. Poluição sonora municipal. Disponível em http://www.fortaleza.ce.gov.br/semam/equipe-de-controle-da-poluicao-sonora. Acesso em março de 2016.

[11] PAIVA-VIANNA KM. **Poluição Sonora no Município de São Paulo**: avaliação do

ruído e o impacto de exposição na saúde da população. Tese doutorado: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo: 2014.

[12] MARDONES MDM. **Mapeamento dos Níveis de Ruído em Copacabana, Rio de Janeiro, através de Simulação Computacional.** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro.2009

[13] NARDI ASLV. **Mapeamento sonoro em ambiente urbano**. Estudo de caso: área central de Florianópolis. Dissertação: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. 2008.

[14] GUEDES, I. C. M. Influência da forma urbana em ambiente sonoro: um estudo no bairro Jardins em Aracaju (SE). 2005. 126f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

[15] MORAES E. Mapa de ruídos da Zona Comercial de Belém, uma parcela do mapa de ruídos da cidade de Belém, Brasil. **Tecni Acústica**. Bilbao.Espanha: [s.n.]. 2003.

[16] ZANNIN PHT et al. Incômodo causado pelo ruído urbano à população de Curitiba. **Rev Saúde Públ**, 36(4): 521-4, 2002.

[17] DIARIO OFICIAL DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. **Lei Municipal de São Paulo nº 16.499** de 20/07/2016, publicado em 22/07/2016, pag. 3, acessado https://www.al.sp.gov.br/norma/?id=182521 em 20/01/2019.

[18] **WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO)**. Night noise guidelines for Europe. Bonn Office: WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, 2009.

[19] **EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA)** Good practice guide on noise and potencial health effects. EEA Technical report nº11. Copenhagen, 2010. Disponível em:< www.eea.europa.eu/publications>. Acesso em 20/1/18.

[20] CHANG TY, JAIN RM, WANG CS, CHAN CC**.** Effects of occupation noise exposure on blood pressure. **J Occup Environ Med**, DEC; 45(12):1289-96, 2003.

[21] BLUHM G, ERIKSSON C. Cardiovascular effects of environmental noise: Research in Sweden. **Noise Health** 2011; 13:212-6

[22] GUEDES ICM, BERTOLI SR, ZANNIN PHT. Influence of urban shapes on environmental noise: A case study in Aracaju, Brazil**. Sci total Environ**. 412-413(15): p.66-76. 2011.

[23] PALMA, IM. **O mapa de ruído como instrumento de planejamento: o caso de poluição sonora causado pelos automóveis no município de São Paulo**. Dissertação:

Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo: 2018

[24] SCHAFER RM. **A afinação do mundo-uma exploração pioneira pela história passada e pelo atual estado do mais negligenciado aspecto do nosso ambiente: a paisagem sonora**. Tradução de Marisa Trench Fonterrada.2ª edição. São Paulo: Unesp, 2011.

[25] SCHULTE-FORTKAMP,B. **The tuning of noise pollution with respect to expertise of people's mind.** In: Internoise 2010, Lisboa, Portugal, 2010.

[26] VOIGT K, SCHULTE-FORTKAMP B, BROOKS BM, CASE A. Exploring our sonic environment through soundscape. **Acoustic Today**, Winter, pp. 30-40, 2014.

[27] ANDRIGA TJC, et al. Positioning soundscape research and management. **J Acoust Soc Am,** 2013 Sept: 134 (4): 2739-47.

[28] BROWN AL. **Soundscape planning as a complement to environment noise management**. In: Internoise, 16-19 nov. Austrália, 2014

[29] AXELSSON Ö, NILSSON ME, BERGLUND B. A principal components model of soundscape perception. **J Acoust Soc Am.** Nov: 128 (5): 2836-46, 2010

[30] ENGEL MS, FEL J, SCHENEIDER C. Influence of urban climate on perception responses in soundwalks: case study Aachen. 2015. **RWTH Publications on line**, acessado em 18/11/2019. https://www.klimageo.rwth-aachen.de/go/id/feum/lidx/1/file/480831.

[31] **INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO)**. ISO 12913-1:2014 - Acoustics Soundscape - Part 1: Definition and Conceptual Framework. Geneva, 2014.

[32] **INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO)**. ISO 12913-2:2018 - Acoustics Soundscape - Part 2: Data collection and reporting requirements. Geneva, 2018.

[33] KOGAN, P., et al., A comprehensive methodology for the multidimensional and synchronic data collecting in soundscape. Sci Total **Environ** (2016),

[34] BROWN AL, KANG J, GJESTLAND T. Towards Standardization in soundscape preference assessment. **Applied Acoustics,** May: 72(6): 387–392, 2011.

[35] KANG, J.; ALETTA, F.; GJESTLAND, T.T.; BROWN, L.A.; BOTTELDOOREN, D.; SCHULTE-FORTKAMP, B.; LERCHER, P.; VAN KAMP, I.GENUIT, K.; FIEBIG, A.; ET AL. Ten questions on the soundscapes of the built environment. Build. **Environ**. **2015**, 108,284–294.

[36] PROACÚSTICA (São Paulo). Associação Brasileira Para A Qualidade Acústica. **Mapa Piloto SP | Mapa de Ruído Urbano - INAD SP 2019.** 2018.Acesso em 20/10/2019. Disponível em: proacustica.org.br/publicacoes/artigos-sobre-acustica-e-temas-relacionados/versao-piloto-do-mapa-de-ruido-lancado-durante-o-inad-sp-2018.html.

.

.

4.2 Manuscrito 2

Título: **Exposição ao ruído e risco de ocorrência de infarto do miocárdio e hipertensão.**

Dulce Claudia Jose Viana[4]
Breno Souza de Aguiar[5]
Adelaide Cássia Nardocci[6]
Maria Regina Alves Cardoso[7]

RESUMO

Introdução: A poluição sonora é um dos fatores de risco ambiental mais frequente no ambiente físico, em especial nas áreas urbanas. Diversos estudos experimentais e epidemiológicos foram realizados em vários países relacionando a exposição humana a ruído com efeitos no sistema vascular cerebral, hipertensão, infarto do miocárdio, insuficiência cardíaca, diabetes, incômodo, alteração na aprendizagem, na comunicação, no sono e estresse**. Objetivo:** Estimar o risco dos usuários do Centro de Saúde Escola Geraldo Horácio de Paula Souza (CSEGPS), município de São Paulo, expostos ao ruído gerado pelo tráfego de veículos automotivos para a ocorrência de hipertensão e infarto do miocárdio. **Método**: Os endereços dos usuários do CSEGPS foram geocodificados e foram estimados os níveis sonoros equivalentes para cada residência usando modelos matemáticos a partir de fluxo de tráfego e a estimativa de riscos foi obtida a partir de equação polinomial de metanálises. Foram usados os *softwares* ArcGIS e ArcINFO 9.3. R**esultados:** O risco de infarto de miocárdio aumentou 37% quando os níveis de ruído $L_{dia,16h}$ foram superiores a 75dB(A) na área de estudo, enquanto a estimativa do risco para hipertensão aumentou 14% com níveis sonoros de $L_{dia,16h}$ de 70dB(A), e 21% para $L_{dia,16h}$ >80dB(A), quando comparados com a referência de 50dB(A). **Conclusão**: Este estudo corrobora a hipótese de uma associação entre o ruído do tráfego rodoviário e desfechos cardiovasculares.

Palavras-chave: Ruído de tráfego, Estimativas de risco, Infarto do miocárdio, Hipertensão

[4] Departamento de Epidemiologia. Faculdade Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP/USP).
[5]Gerencia de Geoprocessamento e Informações Sócio Ambientais/GISA-Prefeitura de São Paulo.
[6]Departamento de Saúde Ambiental. Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo
[7] Departamento de Epidemiologia. Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo

ABSTRACT

Introduction: Noise pollution is one of the most frequent environmental risk factors in the physical environment, especially in urban areas. Several experimental and epidemiological studies have been conducted in several countries relating human exposure to noise to effects on the cerebral vascular system, hypertension, myocardial infarction, heart failure, diabetes, discomfort, impaired learning, communication, sleep and stress. **Objective:** To estimate the risk of users of the Geraldo Horacio de Paula Souza School Health Center (CSEGPS), city of São Paulo, exposed to the noise generated by the traffic of automotive vehicles for the occurrence of hypertension and myocardial infarction. **Method**: The addresses of CSEGPS users were geocoded and the equivalent sound levels for each household were estimated using mathematical models from traffic flow and the risk estimation was obtained from the polynomial equation of meta-analyzes. ArcGIS and ArcINFO 9.3 software were used. **Results**: The risk of myocardial infarction increased by 37% when L_{dia16h} noise levels were higher than 75dB(A) in the study area while the estimated risk for hypertension increased 14% with $L_{dia,16h}$ noise levels of 70dB(A), and 21% for $L_{dia,16h}$ > 80dB(A), when compared with the 50dB(A) reference. **Conclusion:** This study corroborates the hypothesis of an association between road traffic noise and cardiovascular outcomes.

Keywords: Traffic noise, Risk estimates, Myocardial infarction, Hypertension

1. Introdução e Objetivo

O ruído afeta a qualidade de vida das pessoas, gerando impactos na saúde pública, já que compromete as atividades do indivíduo por alterar a sua concentração, comunicação e sono. Entre os efeitos não auditivos causados pelo ruído, existem evidências de que a exposição ao ruído excessivo pode estar associada à hipertensão, dado que esta condição apresenta variações bioquímicas relacionadas aos mecanismos do estresse [1].

Diversos estudos experimentais e epidemiológicos têm sido realizados sobre a exposição humana ao ruído e os efeitos não auditivos relacionados ao sistema cardiovascular [2, 3, 4, 5], diabetes, incômodo e estresse [6, 7].

Estes estudos relatam a ativação do sistema nervoso autônomo e hormonal após exposição ao ruído e as reações psico-fisiológicas que geram mudanças fisiológicas, bioquímicas e cardiovasculares percorrem a seguinte trajetória: transmissão do ruído ao sistema reticular de excitação e ao hipotálamo através do hipotálamo, hipófise e adrenal, cujo efeito pode levar o indivíduo ao quadro comparativo de estresse.

O estresse pode ser um gatilho [8] em processos biológicos e de cognição que aumentam os riscos de doenças coronárias, depressão e transtornos de ansiedade, tão comuns atualmente. O ruído não é o agente causador, mas é mediador na ocorrência da doença [9].

Na Suécia quase dois milhões de pessoas estão expostas a LAeq de ruído superiores a 55dB ($L_{Aeq,\ 24h}$), que é o valor normatizado para níveis de ruído externos equivalentes na fachada, e 12% da sua população se considera estressada pelo ruído externo próximo de suas residências [7].

Esta situação de estresse pode desencadear efeitos primários de risco como as doenças coronarianas, pois estimula a produção de hormônios medulares, como a noradrenalina, que contribuem com o crescimento da resistência periférica ocasionando o aumento de pressão sanguínea e risco cardiovascular [2].

O relatório de carga global de doenças de 2010 relata que as doenças cardiovasculares foram uma das principais causas de morte e anos de vida perdidos devido à mortalidade prematura [10].

A poluição sonora é tema de saúde pública e muitos estudos indicam que o ruído excessivo pode ser mediador de diversas enfermidades, principalmente de doenças coronarianas e hipertensão. Minimizá-la ou negligenciá-la pode trazer alto impacto na saúde da população, além de degradar o meio ambiente e gerar altos custos para o governo.

Este estudo tem como objetivo mostrar a necessidade de mais investigações no Brasil sobre a exposição ao ruído gerado pelo tráfego de veículos, o qual pode ser um mediador na ocorrência de doenças não auditivas como infarto do miocárdio e hipertensão.

1.1. Estudos sobre a Exposição ao Ruído e Doenças Não Auditivas

Um dos primeiros estudos epidemiológicos realizado no ano de 1968 em Halle, na Alemanha, relatou o efeito da exposição ao ruído rodoviário sobre os desfechos

cardiovasculares [11]. As pessoas no grupo com a maior exposição ao ruído de tráfego tiveram pressões sanguíneas acima de 10mmHg, superiores ao grupo de referência menos exposto e, em geral, foi encontrada uma relação exposição-efeito. As pessoas com manifestações clínicas de doenças relacionadas à pressão arterial foram excluídas da análise. Fatores de confusão, como a classe social, não foram avaliados.

Na década de 1990 foram examinados 352 indivíduos em um estudo sobre hipertensão próximo à Erfurt na Alemanha [12]. Os participantes que residiam nas ruas onde o nível de ruído excedia LA_{day} de 75dB apresentaram um risco relativo (**RR**) significante de 2,4 para a hipertensão (prevalência do período). Entretanto, os critérios de seleção dos sujeitos expostos e não expostos e os fatores de confusão não foram bem explicitados.

Após o ano 2000, dois estudos chamaram a atenção: o "*Spandau Health Survey*" e o "NAROMI-study" (*Noise and Risk of Myocardial Infarction*). O *Spandau Health Survey* [5] com 1718 participantes (taxa de resposta > 80%) avaliou a prevalência de tratamento para doenças relacionadas ao estresse, como a hipertensão, em relação à exposição ao ruído do tráfego rodoviário no domicílio. Os fatores de confusão relevantes foram levados em consideração. A prevalência de hipertensão no período do estudo teve um aumento constante com o ruído do tráfego rodoviário, na faixa de LA_{day} <55 a 70 dB e $L_{A}eq_{night}$ <50 a 65dB. Os riscos relativos foram 1,5 (LA_{day}> 65dB e 1,9 (LA night > 55dB em relação à sala de estar durante o dia e ao quarto durante a noite. Os riscos relativos para o ruído noturno foram significantes para a prevalência do período, OR=1,9 (IC95%: 1,1-3,2) e para a prevalência ao longo da vida, OR=1,8 (IC 95%: 1,1- 2,9).

O estudo NAROMI é uma pesquisa de caso-controle em hospital, que teve um tamanho de amostra de 4.114 pacientes, com idade de 20 a 69 anos, com taxa de resposta de 86%, e usou métodos aprimorados para coleta de dados. O estudo encontrou uma relação dose-resposta relacionada a um risco crescente de infarto do miocárdio com níveis crescentes de ruído do tráfego. O aumento do risco começou com um nível de som médio de 60dB. Os sujeitos masculinos que viviam em ruas com níveis sonoros médios (LAeq) de mais de 70 dB durante o dia mostraram um risco relativo de infarto do miocárdio de OR=1,27 (IC95%: 0,88-1,84), em comparação com aqueles que viviam nas ruas com níveis de som (LAeq) menores ou iguais a 60dB Na sub-amostra (análises estratificadas) de indivíduos que viviam há pelo menos 10 anos no mesmo endereço foi encontrado um

OR=1,81 (IC95%: 1,02-3,21) para a mesma comparação. Os resultados do estudo de Berlim II foram amplamente confirmados [5, 3].

Em 2002 uma meta-análise de 43 estudos epidemiológicos, publicados entre 1970 e 1999, foi realizada e investigada a relação existente entre a exposição a ruídos ocupacional e comunitário e as doenças cardíacas isquêmicas e a pressão sanguínea [2].Os estudos ocupacionais foram transversais e incluiu também um estudo de coorte e a faixa de exposição de ruído estudada foi entre 48 e 116dB, enquanto os estudos de comunidade envolveram dois estudos de caso-controle e dois estudos de coorte e as medições se realizaram das 6.00h às 22.00h, e o nível de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}) ficou entre 38 a 80dB. Os tamanhos das amostras variaram de 46 a 35.130 pessoas e foram realizados em diversos países, mostrando uma associação significante entre exposição a ruído ocupacional e ruído aéreo com hipertensão, sendo que os riscos relativos estimados foram de 1,14 (1,01-1,29) e 1,26 (1,14-1,39) a cada aumento de 5dB. Esta meta-análise [2] concluiu que a exposição ao ruído pode contribuir para a prevalência de doenças cardiovasculares, e a evidência de uma relação entre exposição ao ruído e doença cardíaca isquêmica ainda era inconclusiva, devido às limitações na caracterização da exposição, o ajuste para fatores de confusão importantes e a ocorrência de viés de publicação.

Pesquisas realizadas na Suécia [13] sobre o ruído do tráfego rodoviário corroboram a hipótese de uma associação entre a exposição ao ruído a longo prazo e as doenças cardiovasculares. No entanto, a magnitude do efeito varia entre os estudos e fatores como sexo, número de anos de residência e incômodo devido ao ruído influenciam esta relação. Os estudos suecos sugerem que a possível relação causal entre ruído e doenças cardiovasculares é explicado por ser o ruído considerado um agente estressor pelo organismo que ativa assim o sistema neuroendócrino.

A maioria dessas pesquisas, tanto alemãs como suecas, têm como foco os ruídos de tráfego rodoviário, aéreo e em menor número incluem o ruído ferroviário e se concentram nos efeitos danosos à saúde induzidos pelo ruído, principalmente ao sistema cardiovascular.

Os estudos alemães sobre o ruído sustentam a hipótese de uma associação entre o ruído do tráfego e os efeitos cardiovasculares. Os fatores de confusão relevantes, como idade, habilidade auditiva, tabagismo, consumo, índice de massa corporal, status socioeconômico e sensibilidade ao ruído são levados em consideração, mas a confusão devido a fatores desconhecidos não pode ser excluída, por exemplo, efeitos de ruído de outras fontes de som [5,1,15].

Estudos mais recentes [3], com camundongos, conseguiram observar as consequências vasculares da exposição ao ruído aéreo. Durante o período de 4 dias os animais foram expostos, através de altos falantes, a um ruído de nível de pressão sonora máxima de 85dB e nível equivalente médio de 72dB, causando-lhes aumento da pressão arterial sistólica e dos níveis plasmáticos de noradrenalina e angiotensina II, bem como disfunção endotelial induzida. O mesmo não ocorreu quando foi aplicado o ruído branco[8] durante o mesmo período e intensidade. Este estudo conseguiu estabelecer um modelo de estresse de ruído aéreo com aumento da pressão arterial e disfunção vascular associado ao estresse oxidativo.

A associação entre ruído do tráfego rodoviário e hipertensão foi estudada no projeto *Hypertension and Exposure to Noise near Airports* (**HYENA**). Este era um estudo multicêntrico que teve como objetivo avaliar os efeitos da exposição ao ruído de aeronaves e tráfego rodoviário na saúde cardiovascular. No estudo de cortisol na saliva, que incluiu um subconjunto de 439 indivíduos da população total da HYENA, observou-se elevação significativa do nível de cortisol na saliva da manhã em mulheres expostas a níveis de ruído de aeronave acima de $L_{Aeq,24h}$ de 60dB, em comparação com mulheres expostas a níveis de ruído inferiores a $L_{Aeq,\ 24h}$ de 50dB.

A exposição de longo prazo à poluição atmosférica e aos ruídos de tráfego (pressões sonoras de 49,0 a 60,3dB envolveu informações de 4,40 milhões de indivíduos na Suíça [14] e observou associação entre exposição ao ruído rodoviário de longo prazo e mortalidade por infarto do miocárdio. Foi constatado um aumento de 3,2% na chance de morte por infarto a cada aumento de 10dB na exposição de ruído de tráfego.

Em síntese, a maioria dos estudos com desfechos cardiovasculares tem sido relacionado ao ruído do tráfego rodoviário ou aéreo. Poucos estudos científicos incluíram o ruído ferroviário.

Os estudos epidemiológicos [16] relataram que o ruído ambiental poderia estar associado à ocorrência de efeitos cardiovasculares após exposição de longo prazo a níveis sonoros de 65-70dB. Com o decorrer do tempo e um crescente número de estudos sobre o tema, o número de pesquisas evidenciando associação de ruído urbano e prevalência de hipertensão e a incidência de doenças coronarianas aumentaram muito [17].

Foram realizadas [1] duas metanálises avaliando a relação de exposição – resposta entre o ruído ambiente representativo (Lday 16h) e o risco vascular esta função polinomial

---

[8] Ruído branco é um ruído aleatório de banda larga, o seu espectro apresenta um nível constante para todas as frequências do espectro (Bistafa, 2011).

(**2.1**) foi estabelecida usando os dados dos estudos analíticos dentro da faixa de ruído de 55 a 80dB:

$$\mathbf{OR = 1{,}63 - 6{,}13.10^{-4}.\ L^{2}_{day,16h} + 7{,}36\ .10^{-6}.\ L^{3}_{day,16h}} \qquad \mathbf{(2.1)}$$

OR= Odds ratio

Outro estudo [18] relatou que o aumento do risco de hipertensão e doença cardiovascular começa em níveis de Lden de 50dB.

Os efeitos potenciais à saúde e ao bem-estar [19], com limites de níveis de pressão sonora apresentadas na **Tabela 2.1**, foram considerados depois de reunidas evidências suficientes em estudos acústicos internacionais [20] envolvendo autores de vários países[9].

Tabela 2.1: Efeitos do ruído na saúde e no bem-estar com evidências suficientes

Efeitos	Dimensão	Indicadores Acústico *	Limites **	Domínio do Tempo
Aborrecimento / incômodo	Psicossocial e qualidade de vida	Lden	42	Crônica
Perturbação do sono autorreferido	Qualidade de vida e saúde somática	Lnight	42	Crônica
Aprendizado e memoria	Atuação	Leq	50	Aguda e crônica
Hormônios do estresse	Indicador de estresse	LmaxLeq	NA	Aguda e crônica
Dormir (polisonográfico)	Excitação, mobilidade e qualidade do sono	Lmax, indoors	32	Aguda e crônica
Despertar relatado	Dormir	SELindoors	53	Aguda
Saúde relatada	Bem-estar e Saúde clínica	Lden	50	Crônica
Hipertensão	Fisiologia e saúde clínica	Lden	50	Crônica

* L_{den} e L_{night} são definidos como níveis de exposição externos. L_{max} pode ser interno ou externo, conforme indicado.
** Nível acima do qual os efeitos começam a ocorrer ou começam a subir acima do fundo.
Fonte: *Good practice guide on noise exposure and potential health effects* do EEA (2014).

A maioria dos estudos atuais relata associações entre exposição a ruído do tráfego, de longo prazo, e danos à saúde inclusive de morte. Todavia, um estudo [21] relatou os efeitos do ruído de tráfego a curto prazo, com um aumento de 3% no risco de morte por

[9]O Painel de Especialistas em Ruído (EPoN) aborda o AEA em questões de política de ruído. A composição do Painel para este relatório foi: W. Babisch, Alemanha (editor); G. Dutilleux, França; M. Paviotti, JRC; A. Backman, Suécia; B. Gergely, CE; B. McManus, Irlanda; L. Bento Coelho, Portugal; J. Hinton, Reino Unido; S. Kephalopoulos, CCI; M. Van den Berg, Holanda (editor); G. Licitra, Itália; S. Rasmussen, Dinamarca; N. Blanes, Espanha; C. Nugent, EEE; P. de Vos, Holanda; A. Bloomfield, Reino Unido.

infarto do miocárdio e acidente vascular cerebral para a população >65 anos para cada aumento de 1dB.

2. Materiais e Métodos

2.1. Local do Estudo

O Centro de Saúde Escola "Geraldo Horácio de Paula Souza" (CSEGPS) foi escolhido por ser o pioneiro entre os centros de saúde do Brasil voltados para a educação, e guarda até hoje um dos objetivos de seu fundador "Paula Souza" de melhoria contínua para a saúde pública dando apoio à pesquisa científica. O CSEGPS integra a Coordenadoria Regional de Saúde Centro-Oeste - Supervisão Lapa/Pinheiros **(Figura 13**) A população de sua área de abrangência, composta pelos bairros Jardim Paulista e Pinheiros, é de aproximadamente 137.000 habitantes [22].

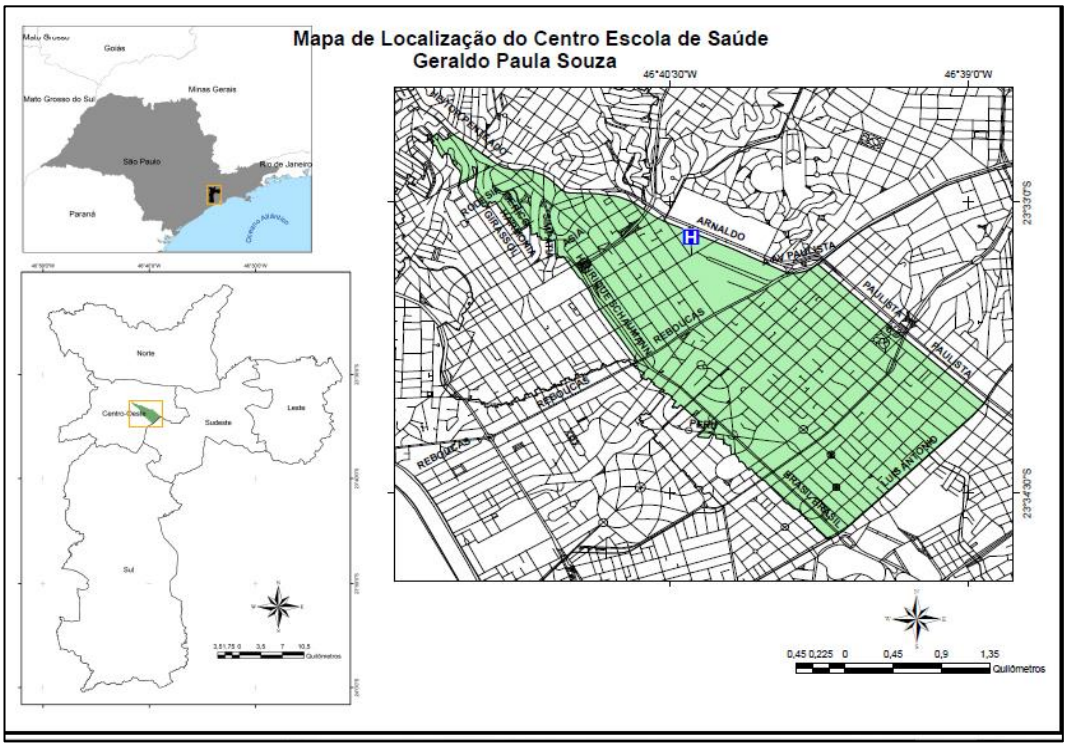


Figura 73: Localização da área de abrangência do Centro Saúde Escola Geraldo Horacio de Paula Souza.
Fonte: Elaborado por Barreiros,AM e Santos,DCV**.**

O CSEGPS, fiel aos princípios de seu idealizador, funcionou desde o início como unidade sanitária polivalente e como apoio para a Faculdade de Saúde Pública (FSP/USP)

servindo como um laboratório vivo para ensino e pesquisa para diversas cadeiras.

2.2. População de Estudo

O estudo envolveu todos os usuários do CSEGPS, de ambos os sexos e todas as idades, que utilizaram os serviços do centro no período de 01/01/2016 a 01/05/2018.

O estudo obteve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo sob o protocolo do Parecer nº **2.233.036**.

2.3. Método

Este estudo usou abordagens quantitativas para a predição dos níveis sonoros a que estão expostos os usuários do CSEGPS e para a estimação do risco de ocorrência de doenças coronárias e hipertensão decorrente desta exposição. O estudo foi realizado em três etapas:

2.3.1. Primeira Etapa: Banco de Dados

Foram coletadas as informações demográficas e endereço de residência de cada usuário que compareceu ao CSEGPS durante o período de estudo. O banco de dados gerado no programa "Excel" totalizou 23.941 usuários. Após a limpeza do banco, eliminando duplicidades e cadastramentos inconsistentes, restaram 6.628 usuários. Os endereços de todos os usuários foram então geocodificados utilizando o programa "ArcGIS".

Somente os usuários residentes na área de abrangência do CSEGHPS (**Figura 13**) foram considerados neste estudo **(n=4.662**).

2.3.2. Segunda Etapa: Cálculo dos níveis sonoros a partir do fluxo de veículos

Modelos matemáticos para predição de níveis equivalentes e estatísticos do ruído de tráfego gerado em rodovias podem ser obtidos aplicando técnicas estatísticas de regressão linear e os níveis de ruído calculados por estes modelos são praticamente tão precisos quanto os níveis calculados pelos modelos da norma alemã RLS-90 [23].

Os modelos que consideram duas variáveis, ou seja, o fluxo de veículos e o percentual de veículos pesados, predizem melhor os níveis do ruído do tráfego nas

“rodovias-grandes avenidas” do que os modelos que consideram somente o fluxo de veículos [23,24].

Para avaliar a exposição à poluição sonora gerada pelo tráfego, este estudo utilizou a relação matemática que expressa o LAeq em função da composição do tráfego em estudo realizado na cidade de Florianópolis, SC [24]. Assim, a expressão (**2.2**) foi usada para obter a predição dos níveis de emissão de ruído para todas as vias do município de São Paulo:

$$\mathbf{LAeq = 62{,}10 + 3{,}88 \log (QP + 0{,}07\ QL)\ dB} \qquad r = 0{,}49 \qquad (\mathbf{2.2})$$

onde,

LAeq: nível de ruído equivalente, expresso em dB;

QP: fluxo de veículos pesados (ônibus, caminhão e motocicleta)

QL: fluxo de veículos leves (apenas carros), ambos expressos em veículos/hora.

Nota: as motocicletas foram consideradas como “veículos pesados” na equação devido à magnitude do ruído emitido por elas.

O fluxo de tráfego foi obtido a partir de um banco de dados para o ano de 2008 gerado em um projeto anterior, desenvolvido em parceria com a Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo e a Secretaria de Transportes de São Paulo [25], que continha a contagem de veículos em diversas vias públicas do município de São Paulo classificadas de acordo com suas características. No total, foram obtidas contagens de veículos para 681 vias, sendo que esta amostra correspondeu a: 21% do número total de vias expressas e arterial-2; 16% de arterial-1; 14% de arterial-3; 9% da coletora-1; 6% da coletora-2; e 0,5% das vias locais da cidade. Nenhuma contagem foi feita perto dos semáforos ou quando o tráfego foi interrompido [25].

O número de carros, motos, ônibus e caminhões foi contado separadamente em todas as vias medidas de segunda à sexta-feira, durante o horário de pico da manhã (7-10h) ou da tarde (17-20h). O número de veículos foi contado em intervalos de 15 minutos e multiplicado por quatro para converter em volume por hora [25]. Os valores médios de volume de tráfego segundo o tipo de via (expressas, arterial-1, arterial-2, arterial-3, coletora-1, coletora-2 e vias locais) este último foram atribuídos a todas as vias não medidas nas respectivas categorias.

Para estimar a exposição de cada indivíduo usuário do CSEGPS, o arquivo com a localizaçao das residências geocodificadas pelo endereço, na etapa anterior, foi

sobreposto a base de ruas. Inicialmente foi calculado um buffer de 50 metros de raio no entorno de cada ponto e em seguida, após a sobreposição, foi estimado o Leq médio de todos os segmentos de ruas contidos em cada buffer. Estas operações foram realizadas com o software ArcGIS, ArcINFO 9.3 da empresa ESRI.

Para validação das medidas acústicas foi realizada uma calibração do modelo pelos níveis sonoros medidos em campo em alguns pontos do passeio sonoro.A diferença detectada entre o Leq medido e o simulado deve ser inferior a 4,0dB.

2.3.3. Terceira Etapa: Estimativa de Risco

Para estimar a relação exposição-resposta mais precisamente utilizou-se o estudo de metanálises [19] que envolveu 61 estudos epidemiológicos que avaliaram objetiva ou subjetivamente a relação entre ruído de trafego rodoviário e infarto de miocárdio. Este estudo gerou uma função polinomial que explica 95% da variância (R) dos resultados da metanálise. Esta função polinomial (**2.3**) pode ser expressa pela equação:

$$\mathbf{OR = 1{,}63 - 0{,}000613 \,.\, (Ldia_{,16h})^2 + 0{,}00000736 \,.\, (Ldia_{,\,16h})^3} \qquad \mathbf{(2.3)}$$

onde,

OR= odds ratio

3. Resultados

Sobrepondo-se o mapa de localização dos usuários com o de fluxo de tráfego pode-se observar no mapa (**Figura 14**) que 1.222 usuários estão expostos a ruído de 70 a 80 dB, 3.015 pessoas ficam expostas a níveis sonoros > de 80dB e 425 indivíduos residem em ruas utilizadas só por pedestres ou com trânsito local, portanto com níveis sonoros menores de 60dB.

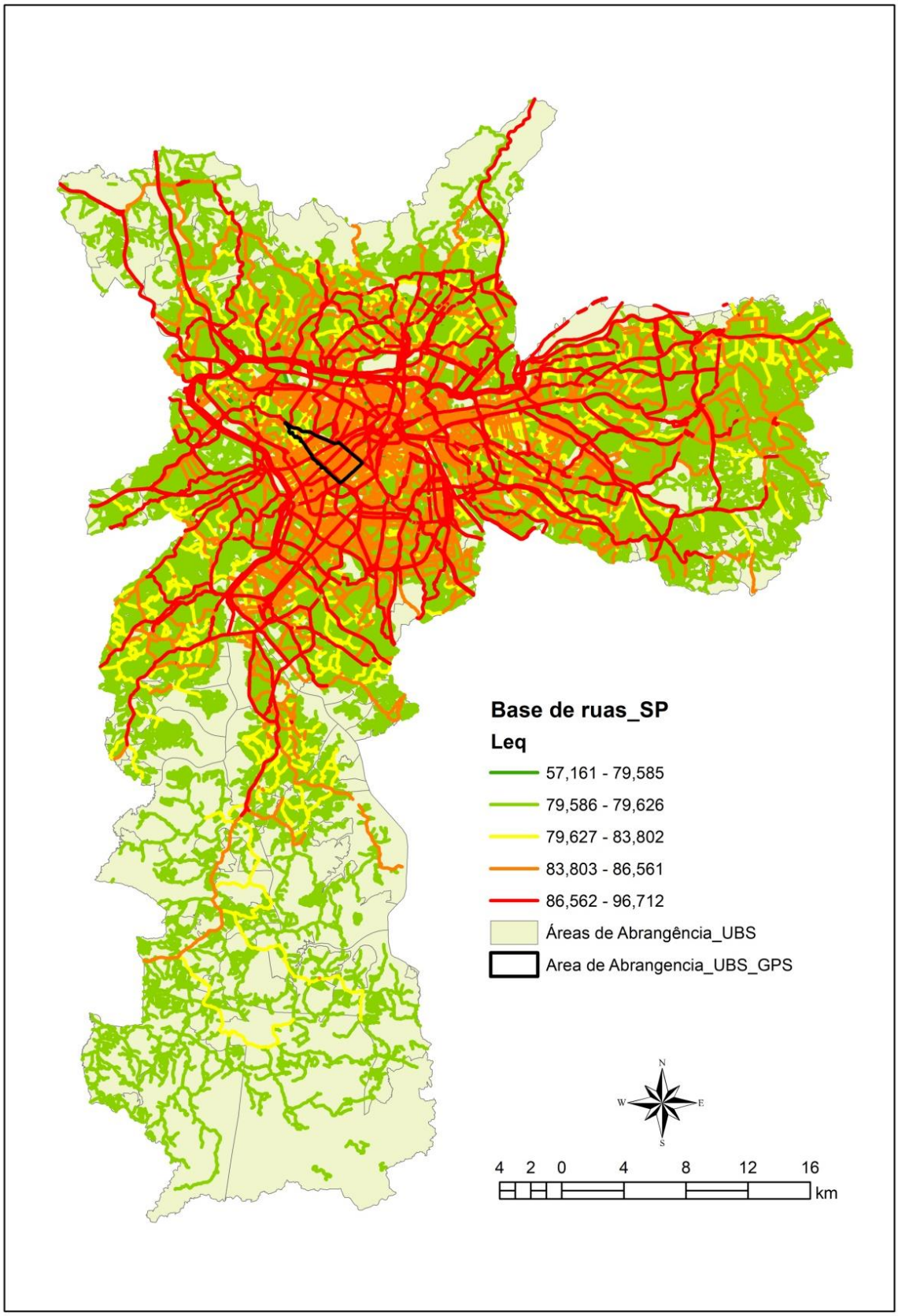


Figura 14: Mapa de níveis sonoros encontrados na área de abrangência do CSEGPS
Fonte : Banco de dados da FSP (2019)

A estimativa de risco para exposição de longo prazo, obtida por meio do odds ratio (OR), para infarto do miocárdio foi de 1,372 para níveis de ruído superiores a 60dB quando comparado com níveis de ruído do tráfego de $L_{dia,16h}$ de 60dB conforme mostra a **Tabela 2.2.**

Tabela 2.2: Exposição de ruído de tráfego e a estimativa de risco na área do CSEGPS de infarto do miocárdio.

Níveis de Ruído $L_{dia,16h}$ dB(A)	**OR**	**Usuários expostos**
<60 dB	1	425
>75 dB	1,372	4237

Este estudo também estimou o risco de hipertensão associado ao tráfego de veículos. A Tabela **2.3** mostra que para cada aumento de 10dB, este risco aumentou 7%. Assim, tendo como referência o nível de ruído $L_{dia,16h}$ de 50dB, a OR foi de 1,14 para aqueles expostos a 70dB e 1,21 para os usuários expostos a níveis sonoros >80dB.

Tabela 2.3: Exposição de ruído de tráfego e a estimativa de risco na área do CSEGPS de hipertensão.

Níveis de ruído $L_{dia,16h}$ dB	**OR**	**População Exposta**
50 dB	1	425
60 dB	1,07	-
70 dB	1,14	1222
80 dB	1,21	3015
90 dB	1,28	

4. Discussão

Neste estudo, a exposição residencial ao ruído do tráfego rodoviário foi associada a maior risco de infarto do miocárdio e hipertensão, com associações mais fortes em níveis mais altos de exposição.

O risco de infarto de miocárdio aumentou 37% quando os níveis de ruído $L_{dia,16h}$ foram superiores a 75dB na área de estudo. Este resultado está bem próximo ao

encontrado no estudo baseado no Programa de Epidemiologia do Coração de Estocolmo (SHEEP) [7], onde a OR ajustada para infarto do miocárdio, comparando com a exposição a longo prazo de níveis de ruído do tráfego menores/maiores de 50dB ($L_{Aeq, 24h}$), foi de 1,12 (IC95%: 0,95-1,33).

A estimativa do risco para hipertensão aumentou 14% com níveis sonoros de $L_{dia,16h}$ de 70dB, enquanto que para $L_{dia,16h}$ >80dB o risco aumentou 21%, quando comparados com a referência de 50dB. Estes resultados estão em acordo com a estimativa conjunta do risco relativo de 0,95 (IC95%: 084-1,08) relatada para a associação entre ruído de trânsito e hipertensão com base em estudo de meta-análise [2].

A exposição ao ruído foi estimada com base em valores modelados, dada a ausência de dados de monitoramento na cidade de São Paulo. O nível de ruído do tráfego varia em períodos muito curtos devido a vários fatores como: condições climáticas, movimento de veículos em relação ao observador, condições da pavimentação das ruas e avenidas, que podem influenciar fortemente na propagação do ruído rodoviário, fatores que não foram considerados neste estudo.

Dados de entrada imprecisos podem contribuir para a classificação incorreta da exposição e podem influenciar a estimativa de risco relativo encontrada. Entretanto, os níveis de ruído estimados neste estudo superam em muito os limites recomendados tanto pela legislação brasileira como pela OMS. Estima-se que 30% da União Europeia [26] esteja exposta a níveis de ruído que excedem o limite recomendado pela WHO [27].

As conclusões do trabalho corroboram a hipótese de uma associação entre o ruído do tráfego rodoviário e desfechos cardiovasculares. Muitos potenciais fatores de confusão, incluindo sexo, idade, tabagismo, status ocupacional e interferência de outras fontes de ruído devem ser avaliados em estudos futuros.

Um ponto forte do nosso estudo é que, considerando as evidências de associação entre ruído estressor e diversas doenças, o nível de ruído no local de residência dos usuários de um serviço público de atenção à saúde se apresenta como um indicador importante para orientar ações de prevenção de infarto do miocárdio e hipertensão específicos.

5. Considerações Finais

Este estudo forneceu evidências de que o ruído urbano pode influenciar negativamente a saúde da população. Os resultados sugerem que é necessário reduzir a exposição da população ao ruído do tráfego para minimizar os riscos de doenças não auditivas utilizando novos conceitos de planejamento urbano e políticas públicas mais inovadoras.

6. Referências Bibliográficas

[1] BABISCH W, ISING H, GALLACHER E, SWEET PM, ELWOOD PC. *Transportation noise and cardiovascular risk. Review and synthesis of epidemiological studies: dose–effect curve and risk estimation*. Dessau, 2006

[2] VAN KEMPEN EEMM *et al*. The association between noise exposure and blood pressure and ischaemic heart disease: a meta-analysis. ***Environmental Health Perspectives***, 110:307, 2002.

[3] MÜNZEL T, GORI T, BABISCH W, BASNER M. Cardiovascular effects of environmental noise exposure. **European Heart Journal**, 35(13):829-836, 2014.

[4] BABISCH W. The Noise/Stress Concept, Risk Assessment and Research Needs. **Noise & Health**, Londres, v. 4; n. 16, p. 1-11, 2002.

[5] MASCHKE C. Cardiovascular effects of environmental noise: Research in Germany. **Noise & Health,** Germany, v. 13, n. 52, p.205-211, mar. 2011.

[6] MÜNZEL T, GORI T, BABISCH W, BASNER M. Cardiovascular effects of environmental noise exposure. **European Heart Journal**, Oxford, v. 35, n. 13, p. 829-836, 2014

[7] BLUHM G, ERIKSSON C. Cardiovascular effects of environmental noise: Research in Sweden. **Noise & Health**, Londres, v. 13, n. 52, p. 212-216, Estocolmo, Suécia: 2011

[8] PARK J, CHUNG S, LEE J, SUNG JH, CHO SW, SIM CS. Noise sensitivity, rather than noise level, predicts the non-auditory effects of noise in community samples: a population-based survey. **BMC Public Health**. 17(1):315, 2017.

[9] STANSFELD SA. Noise, noise sensitivity and psychiatric disorder: epidemiological and psychophysiological studies. Psychol Med Monogr Suppl. 22:1-44, 1992.

[10] LOZANO R, NAGHAVI M, FOREMAN K, LIM S, SHIBUYA K, ABOYANS V, *et al*. Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study **2010**. **Lancet.** 2012380(9859):2095–128, 2010.

[11] KARSDORF G, KLAPPACH H. Effects of traffic noise on health and achievement of high school students of a large city. Z Gesamte Hyg 1968; 14:52-4.

[12] WÖLKE G, MAHR B, KAHL G, MÖRSTEDT R, SCHULZE B. Traffic noise and cardiovascular risk. Forum Städte-**Hygiene,** 41:306-8, 1990.

[13] BLUHM GL, BERGLIND N, NORDLING E, ROSENLUND M. Noise and hypertension of the Road-traffic. **Occup Environment Med**. 64: 122-6, 2007.

[14] HERITIER H. *ET AL*. A systematic analysis of mutual effects of transportation noise and air pollution exposure on myocardia infarcti on mortality: a nationwide cohort study in Switzerland. **European Heart Journal**, 40(7):598-603, 2019.

[15] BASNER M, MCGUIRE S. WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Effects on Sleep. Int. J. Environ. **Res. Public Health**, Suíça, 15(519):1-45, 2018.

[16] **WHO.** World Health Organization: Guidelines for Community Noise. Geneva: Health Organization, Berglund B, Lindvall T, Schwela DH. Geneva: World Health Organization; 1999.

[17] VAN KEMPEN E, BABISCH W. The quantitative relationship between road traffic noise and hypertension a meta-analysis. **J Hypertens**. 30:1975-1086, 2012.

[18] VIENNEAU D, PEREZ L, SCHINDLER C, LIEB C, SOMMER H, PROBST-HENSCH N, KÜNZLI N, AND RÖÖSLI M, "Years of life lost and morbidity cases attributable to transportation noise and air pollution: A comparative health risk assessment for Switzerland in 2010" Int. J. Hyg. E**nviron. Health**, 218:514–521, 2015. [accessed Oct 23 2019].

[19] BABISCH W. Cardiovascular effects of noise. **Noise & Health**, 13: 201-204, 2011.

[20] EEA - European Environmental Agency. Managing exposure to noise in Europe. Technical Report, N.º 1/2017. Luxemburgo: Serviço das Publicações da União Europeia 2014. ISBN 978-92-9213-505-8. ISSN 1977-8449. doi: 10.2800/763331. Acesso em 10/03/2019. https://www.eea.europa.eu/publications/noise-in-europe-2014.

[21] RECIO A. *et al*. The short-term association of road traffic noise with cardiovascular, respiratory, and diabetes-related mortality. **Environmental Research**, 150:383-390, 2016.

[22] CANONICO RP et al. Atendimento à população de rua em um Centro Saúde Escola, na cidade de São Paulo**. Rev Esc de Enf,** 41(ESP):799-2003, 2007.

[23] CALIXTO A, DINIZ FB, ZANNIN PHT. Modelagem estatística do ruído do tráfego rodoviário. Cidades – **Internacional.Journal of Urban Policy and Planning**, 20: 23–29, 2003.

[24] ALVES FILHO J, LENZI A, ZANNIN PHE. Effects of traffic composition on road noise: a case study. **Elsevier**. 2003

[25] CARDOSO MRA, NARDOCCI AC, FREITAS CU. Estudo da relação entre doenças respiratórias e cardiovasculares e poluição veicular nas regiões metropolitanas do estado de São Paulo. 2010.

[26] BERGLUND B, LINDVALL T, SCHWELA DH. Guidelines for Community Noise. In:**World Health Report**. Geneva: World Health Organization; 1999.

[27] **WHO**. World Health Organization: Burden of disease from environmental Noise. Quantification of healthy life years lost in Europe. Geneva. 2011.

4.3 Manuscrito 3 –

Título: Influência da Paisagem sonora na percepção da população urbana: um estudo transversal em São Paulo.

Dulce Claudia José Viana dos Santos [10]
Maria Regina Alves Cardoso[11]

RESUMO

Introdução :A poluição sonora atualmente tornou-se um problema de saúde pública, apesar do avanço das técnicas de mapeamento acústico e controle de ruído. Estes métodos podem limitar os níveis de pressão sonora, mas, não conseguem trazer a agradabilidade à percepção auditiva e dos indivíduos. Como consequência do turbilhão de sons existentes, um número crescente de paisagens sonoras únicas, como os sons naturais, vem desaparecendo ou se homogeneizando no ambiente acústico. O**bjetivo**: avaliar a influência da paisagem sonora na vida cotidiana dos moradores de São Paulo/SP, com ênfase na análise de sons agradáveis e desagradáveis. **Métodos**: Por meio de um estudo transversal, usando a triangulação de informações, mediante aplicação de questionários semiestruturados foram realizados quatro passeios sonoros no entorno do Centro de Saúde Escola Geraldo Horácio de Paula Souza (CSEGPS), localizado na zona oeste da cidade de SP. **Resultados:** Foram envolvidos 21 voluntários que identificaram quais as fontes sonoras existentes durante o percurso e quais sons foram agradáveis ou desagradáveis na percepção de cada um. O conhecimento abrangente das condições do ambiente acústico pode ser uma importante ferramenta para sensibilização e prevenção de doenças relacionadas ao ruído.

Palavras chave: paisagem sonora, ruído urbano, passeio sonoro, poluição sonora

---

[10] Doutoranda do Programa Saúde Pública. Faculdade Saúde Pública da Universidade de São Paulo.
[11] Professora do Departamento de Epidemiologia. Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo

ABSTRACT

Introduction: Noise pollution has now become a public health problem, despite the advance of acoustic mapping and noise control techniques. These methods may limit sound pressure levels, but fail to bring pleasantness to auditory and individual perception. As a result of the swirling sounds, a growing number of unique soundscapes, such as natural sounds, have been disappearing or homogenizing in the acoustic environment. **Objective**: to evaluate the influence of the soundscape on the daily life of the residents of São Paulo / SP, with emphasis on the analysis of pleasant and unpleasant sounds. **Methods**: Through a cross-sectional study using information triangulation, through the application of semi-structured questionnaires, four sound tours were carried out around the School Health Center Geraldo Horácio de Paula Souza (CSEGPS), located in the west of the city of SP. **Results**: Twenty-one volunteers were identified to identify which sound sources existed along the way and which sounds were pleasant or unpleasant in their perception. Comprehensive knowledge of acoustic environment conditions can be an important tool for sensitization and prevention of noise related diseases.

Keywords: soundscape, urban noise, soundwalks, noise pollution

1.Introdução e Objetivo

Os estudos de paisagem sonora datam de 1971, quando Schafer [1] e seu grupo de pesquisadores canadenses ao pesquisarem a sonoridade relacionada com os sons do ambiente formularam um conceito significativo que foi paisagem sonora. Particularmente no caso das cidades, o estudo da paisagem sonora urbana como um todo agrega sons considerados agradáveis e desagradáveis e a percepção da população residente [2]. Várias são as ferramentas empregadas para avaliação da paisagem sonora é uma delas é a análise da percepção e o entendimento dos habitantes, a partir do passeio sonoro [3].

Vários métodos e categorizações surgiram e alguns tiveram maior aceitação [4,5,6,7,8] até o desenvolvimento do protocolo sueco de qualidade de paisagem sonora (SSQP), que apresenta um modelo de percepção acústica [9].

Com o passar do tempo, a normatização e definição de critérios para paisagem

sonora tornaram-se necessárias para possível comparação das pesquisas. Embasados nos relatórios resultantes do programa sueco *Soundscape Support to Health*,foram elaboradas as normas *Acoustic Soundscape* - ISO 12.913-1 e 12913-2 [10].

Uma revisão sistemática da literatura [11] avaliou associações entre paisagens sonoras positivas e seus efeitos relacionados à saúde em sete estudos, sendo que quatro incluíram monitoramento fisiológico e três autorrelatos de medidas psicológicas. Além disso, paisagens sonoras agradáveis foram associadas a processos mais rápidos de recuperação de estresse e melhores condições de saúde autorreferidas.

Apesar dos avanços em estudos de poluição sonora, existe uma lacuna entre os indicadores acústicos e a percepção sonora real. Pesquisas do meio acústico que envolvam a percepção e as comunidades locais podem liderar o caminho para o reconhecimento do papel do ambiente sonoro equilibrado e saudável para os indivíduos.

Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar dados sobre a paisagem sonora do entorno do Centro de Saúde Escola Horácio Paula Souza utilizando os passeios sonoros, verificar quais são os tipos de fontes de sons existentes e as que mais agradam as pessoas locais para restauração e equilíbrio da saúde. Esta pesquisa faz parte de um estudo maior envolvendo o CSEPS e seus usuários.

2.Materiais e Métodos

O método utilizado neste estudo de paisagem sonora foi uma análise transversal, com aplicação da triangulação recomendada nas normas *Acoustic Soundscape* - ISO 12.913-1 e a 12913-2 [10] que é uma técnica facilitadora de dados mediante verificação cruzada [12] explora os requisitos mínimos de coleta de dados de níveis sonoros no local, passeios sonoros e questionário, possibilitando comparação entre os dados [8].O questionário escolhido e adaptado [13] apresentava 7 questões sendo de 1 a 5 pertinentes ao trajeto escolhido; a sexta questão atributos dos sons no trajeto, e a sétima pergunta trabalhou com os sons percebidos e a sensação proporcionada (agradabilidade), conforme **Anexo 2**

Para a avaliação quantitativa do ruído ambiental seguiu o método preconizado pela NBR 10.151 [14] - Avaliação do Ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. O equipamento utilizado para estas medições foi da marca “01dB”, medidor

de pressão sonora integrador, modelo SOLO, classe 1 e o calibrador da mesma marca. com certificado de calibração emitido por laboratório acreditado do INMETRO.

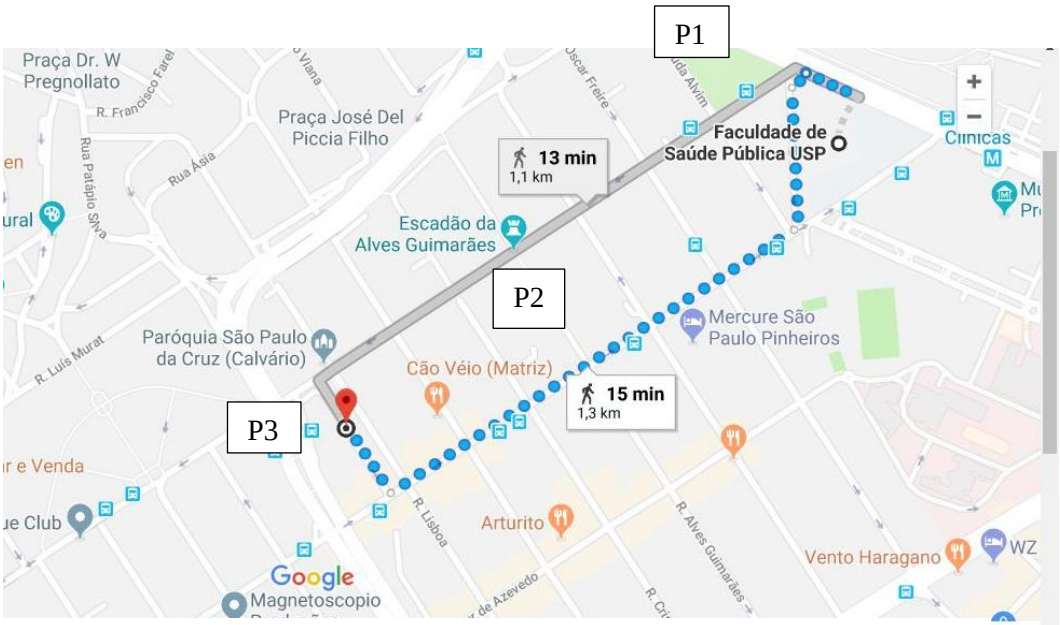
População de Estudo

O estudo envolveu voluntários que residiam ou trabalhavam na área de abrangência do CSEGPS, de ambos os sexos e maiores de 18 anos.

O estudo obteve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo sob o protocolo do Parecer nº *2.233.036*.

2.1 Procedimentos do Passeio Sonoro

Para projetar um passeio sonoro existem várias propostos dos estudiosos [1,9,11,15], mas o importante é realizar a coleta de dados *in situ* para preservar as respostas naturais do ambiente acústico seguindo os requisitos da norma ISO 12913 [10]. A rota traçada para o percurso teve seu início no jardim fronteiriço da FSP (Faculdade de Saúde Pública - **P_1**), na Avenida Dr. Arnaldo – zona oeste do município de São Paulo/SP. O cortejo prosseguiu pela Rua Teodoro Sampaio, em fila indiana, até ser alcançado o cruzamento da Rua Teodoro Sampaio com Rua Alves Guimarães (**P_2**) e os participantes continuaram até alcançar a Praça Benedito Calixto **(P_3)** em um trajeto de 1,3 Km (**Figura 15**).



.
Figura 85: Roteiro do Passeio Sonoro
Fonte: Google Earth. Acessado em: 10/8/2018

3.Resultados e Discussão

Compareceram 21 voluntários sendo quinze mulheres e seis homens. A idade média dos participantes foi de 49,7 anos. Os participantes conheciam o local a ser pesquisado, alguns trabalham e outros residem na área do CSEPS. Antes da saída foi explicado o objetivo da pesquisa, a rota definida e os pontos de avaliação técnica onde os monitores pararam. Assim que as explanações terminaram, os participantes foram encaminhados ao **P_1** (fonte de água na frente da FSP), e após as medições desceram a Rua Teodoro Sampaio, conforme fotografia (**Figura 16**) em ritmo lento e atentos ao ambiente acústico no local. O grupo parou no ponto estipulado **P_2** onde ocorreram novas medições de ruído. No ponto **P_3**, Praça Benedito Calixto, final do percurso foram entregues os questionários.

Figura 96: a) Jardins da Faculdade de Saúde Pública (**P1**); b) Rua Teodoro Sampaio com R Alves Guimarães (**P2)**; c) Praça Benedito Calixto (**P3**).

Dados quantitativos:

Os quatro passeios sonoros foram realizados nos seguintes dias: 12/9/2018 às 10h20, 20/9/2018 às10h00, 16/08/2019, às 14h30 e 21/08/2019 às 14h30, conforme **Anexo 01**, baseando-se no guia elaborado por Radicchi[16], e as medições obtidas seguiram os procedimentos da NBR 10151[13], nesses passeios foram sintetizadas na **Figura 17.**

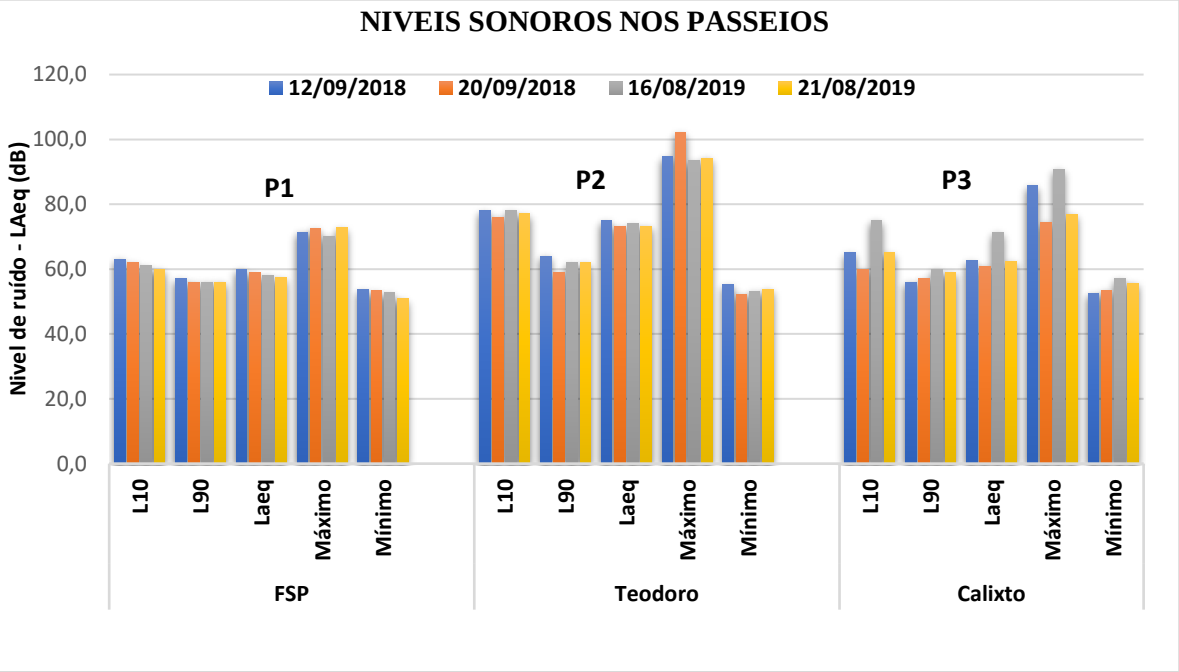


Figura 17: Níveis sonoros obtidos nos quatro passeios.

Dos dados obtidos e consolidados na **Tabela 3.1**, conclui-se que somente o ponto **P1** (FSP) teve seu nível sonoro equivalente (L_{Aeq}) dentro dos limites de 60dB estipulado pela norma ABNT 10151 [13], durante os quatro passeios sonoros. O que mais contribuiu para manter os índices sonoros baixos neste ponto foram: o recuo da área ajardinada onde se localizada a fonte (P1), a área com vegetação arbustiva e o mascaramento dos sons rodoviários com sons da natureza (fonte de água, pássaros).

Enquanto o **P2** na região da Rua Teodoro Sampaio com Alves Guimarães, foi o que apresentou os maiores valores de energia sonora média equivalente de L_{Aeq} 73,0-74,8 dB, devido principalmente ao ruído de tráfego intenso e rota de ambulâncias de diversos hospitais existentes na região. Os dados obtidos nas medições acima de 60 dB ultrapassam

os limites da norma [14]. Todos os valores e os espectros sonoros foram apresentados no **Anexo 01** deste estudo.

Tabela 3.1: Síntese das avaliações sonoras obtidas nos quatro passeios sonoros.

DIAS		**12/09/2018**	**20/09/2018**	**16/08/2019**	**21/08/2019**
FSP	L10	63,0	62,0	61,0	60,0
	L90	57,0	56,0	56,0	56,0
	Laeq	60,0	58,9	58,0	57,4
P1	Máximo	71,4	72,5	70,0	72,7
	Mínimo	53,7	53,3	52,7	50,8
Teodoro	L10	78,0	76,0	78,0	77,0
	L90	64,0	59,0	62,0	62,0
P2	Laeq	74,8	73,0	74,0	73,3
	Máximo	94,6	102,1	93,4	94,2
	Mínimo	55,1	52,2	53,2	53,8
Calixto	L10	65,0	60,0	75,0	65,0
	L90	56,0	57,0	60,0	59,0
P3	Laeq	62,6	60,8	71,3	62,4
	Máximo	85,7	74,4	90,7	76,9
	Mínimo	52,6	53,4	57,1	55,7

O ponto **P3** (Praça Calixto), área com vegetação esparsa contendo um parque infantil se apresentava com burburinho de pessoas e crianças, presença de alguns animais, domésticos e tráfego de veículos, sendo que a pressão sonora obtida foi de L_{Aeq} de 60,8-62,4dB. Neste ponto, no dia 16/08/19 ,a pressão sonora foi de L_{Aeq} 71,3dB e o L_{10} de 75,0dB, por tratar-se de sexta-feira, observou-se no local a montagem das barracas para a tradicional feira de artesanato que ocorre aos sábados, tanto que foram registrados picos de ruído de construção de 90,7dB, divergindo dos outros dias examinados.

Dados Qualitativos:

A primeira parte do questionário (**Anexo 2**) questionou informações sobre o trajeto escolhido e constatou-se que o percurso era conhecido pela maioria dos participantes que

o utilizavam de preferência no horário vespertino. Residiam próximo ao local escolhido ou este caminho era rota para estudo ou lazer. Foi sinalizado pelos participantes que o percurso era feito preferencialmente a pé.

Na segunda parte do questionário, a sexta pergunta questionava sobre os atributos dos sons percebidos: desagradável/agradável, descontinuo/contínuo, incomodo/relaxante, ruidoso/calmo, caótico/quieto, chato/divertido, artificial/natural, relacionados com a paisagem sonora percorrida. Utilizou-se um modelo de Likert bipolar com variância de extremos em cinco alternativas. Considerando-se a análise dos sons percebidos no percurso chega-se à síntese que o ambiente sonoro experimentado foi na maior parte do tempo artificial para 62% dos voluntários, caótico para 71%, ruidoso para 86%, contínuo para 42%, desagradável para 67% e produziu incômodo para 86% dos participantes. (**Figura 18**).

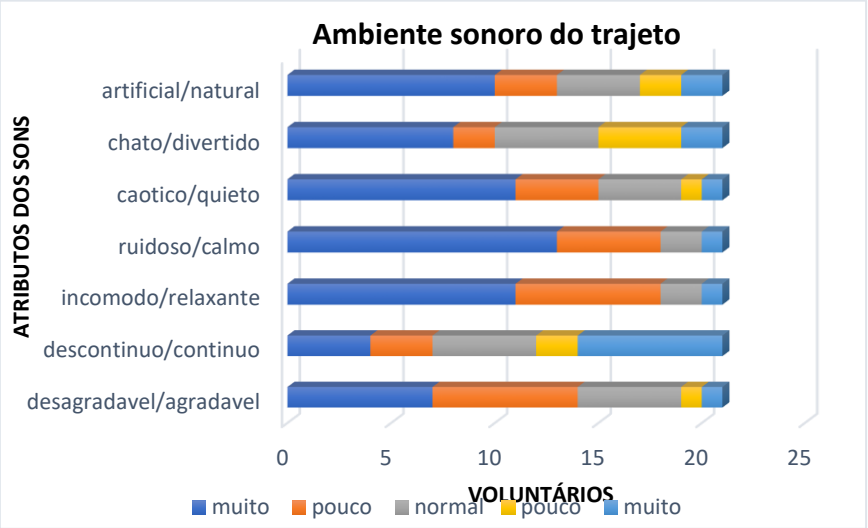


Figura 108: O ambiente sonoro percebido pelos voluntários durante o trajeto.

A sétima questão do questionário é a que trabalha a intensidade e a percepção das pessoas.

A análise da percepção dos sons no trajeto mostra que 96% dos voluntários assinalaram que perceberam “muito” ou “muitissimo” o ruido de tráfego**.** Para os sons mecânicos, que tiveram percepções mais esparsas, 33% o acharam moderado, 24% responderam que “nada” ou “pouco” ouviram, enquanto que 43% o acharam “muito” ou “muitissimo”. Os sons humanos durante o trajeto (conversas, risadas e sorrisos) foram percebidos como “muito” ou “muítissimo” por 62% dos respondentes, 24% acharam moderado, enquanto que 14% ouviram pouco. Mas os sons da natureza (gorjeios de passaros, animais, som de fonte de água) foram percebidos como “muito” ou

“muitissimo” por 38% dos voluntários, de uma maneira moderada por 14,5% e 38% dos participantes ouviram muito pouco, enquanto que 9,5% não conseguiram perceber nenhum som da natureza , valores sintetizados na **(Figura 19)**.

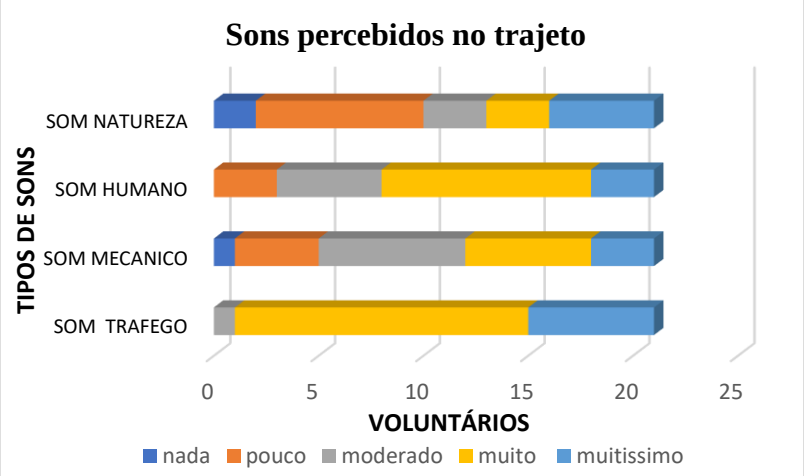


Figura 19: Os sons percebidos no percurso pelos voluntários

A agradabilidade individual dos sons percebidos durante o percurso é informada na **Figura 20**. Os sons de tráfego obtiveram 95% das opções “muito desagradável” e “desagradável” e somente 5% dos voluntários o acharam “normal”. Os sons mecânicos ficaram mais distribuídos, pois 38% o acharam “muito desagradável”, 48% optaram por “desagradável” e 14% como “normal”. Os sons humanos tiveram a agradabilidade em 48% entre “agradável” e “muito agradável”, 38% o acharam “normal”, enquanto 14% dos participantes opinaram ser um som “desagradável”. Os sons da natureza atingiram 86% entre “agradável” e “muito agradável” e 14% responderam que era “normal”.

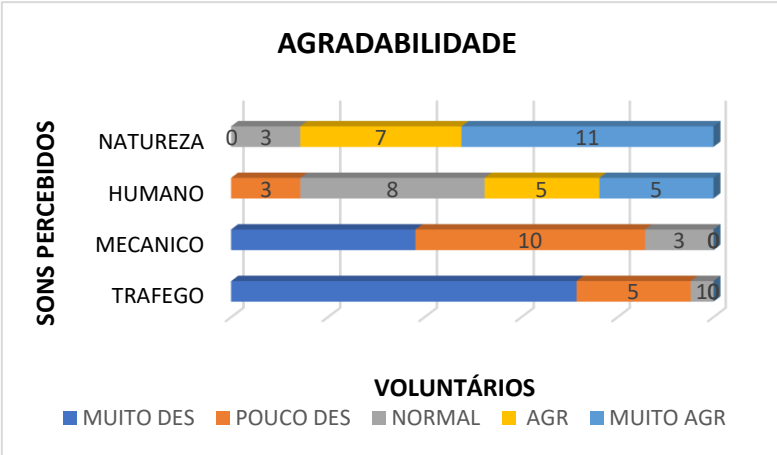


Figura 20: A agradabilidade dos sons percebidos pelos participantes

Seis dos voluntários possuíam idade superior a 60 anos, sendo que quatro deles referiram ter pequena dificuldade de audição e um dos voluntários, com 40 anos,

informou que tinha perda auditiva de 80% diagnosticada em um dos ouvidos e no outro ouvido a audição era perfeita. Quanto às dificuldades auditivas autorreferidas [17,18] podem ser perdas auditivas decorrente do envelhecimento. Nesse contexto, foram realizadas, além da análise em conjunto com o grupo, uma análise em separado dos 7 voluntários para observar possíveis discrepâncias.

Constata-se que o ruído mais percebido por estes sete respondentes foram os de tráfego, onde assinalaram ter ouvido "muito" (4) ou "muitíssimo" (3), seguido pelos sons mecânicos percebidos onde 5 assinalaram como "moderado" e 2 acharam "muito" ruído. Em relação aos sons da natureza, 4 deles não perceberam ou perceberam pouco os sons envolvendo natureza. (**Figura 21**).

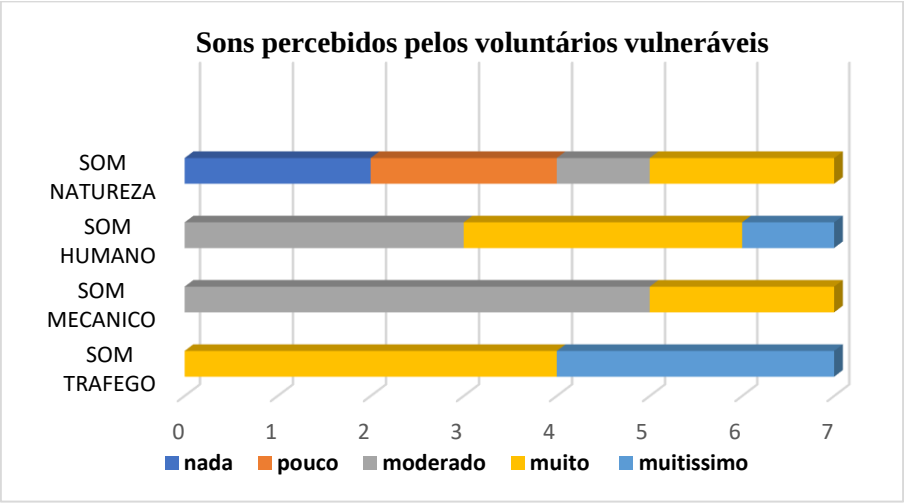


Figura 21: Os sons percebidos no percurso pelos voluntários vulneráveis

A percepção de sons do percurso por esses sete voluntários, se comparada com o gráfico de sons percebidos por todos os participantes na **Figura 19** apresenta a mesma tendência.

O gráfico de "agradabilidade" retrata que o som de tráfego foi considerado por estes sete voluntários como "muito desagradável" ou "desagradável" (6). Os sons mecânicos foram tidos como normal (2), enquanto cinco ficaram entre "muito desagradável" e "desagradável". Os sons humanos (risos, conversas e risadas) foram percebidos por todos, mas dois o consideraram "desagradável", enquanto três opinaram que eram "agradável" ou "muito agradável" e dois o acharam normal. Em relação aos sons da natureza, acharam "agradável" ou "muito agradável" (5) e dois o acharam "normal" (**Figura 22).**

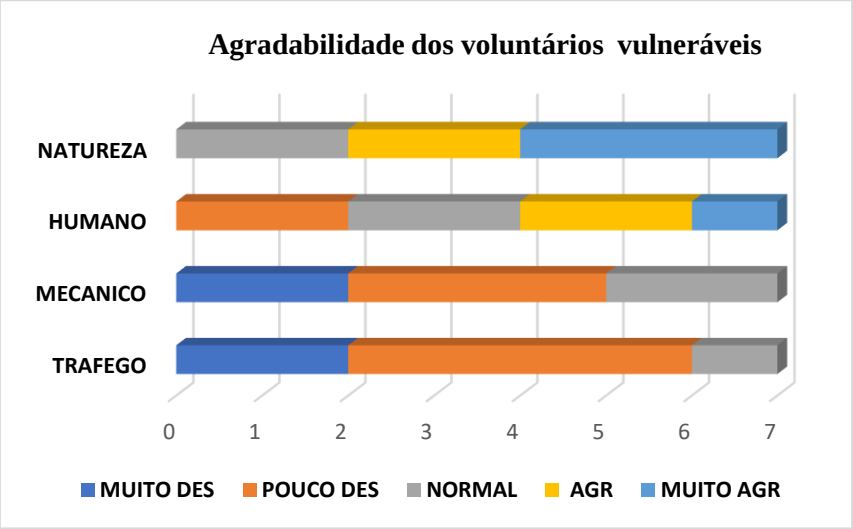


Figura 112: A agradabilidade dos sons percebidos com os voluntários vulneráveis

4.Considerações Finais

Ao efetuar a triangulação dos dados seguindo as indicações da ISO 12913 [10], infere-se que os níveis sonoros (L_{Aeq}) mais altos registrados foram no P_2 (Rua Teodoro Sampaio x Rua Alves Guimarães), onde se registraram valores acima de 70dB confirmando a influência dos sons associados ao tráfego rodoviário. As percepções dos sons de tráfego foram confirmadas por meio das respostas de "muito" ou "muitíssimo" assinaladas por 96% dos voluntários. Se cruzarmos com o item "agradabilidade" dos sons urbanos encontrados no trajeto os de tráfego foram considerados por 71,5% dos respondentes como "muito desagradável", e 23,8% o consideraram "desagradável". Confirmando que o P_2 era um ambiente caótico e ruidoso.

O mesmo não aconteceu com os sons mecânicos como o de construção, empreendimentos e sirenes, devido à proximidade de hospitais, as sirenes foram responsáveis por alguns picos anotados de $L_{p\ max}$ de 102,1dB e 74,4dB. Na questão de "agradabilidade", os sons mecânicos foram considerados por 38% dos participantes como "muito desagradável" e 48% declararam como "desagradável". Alguns dos voluntários verbalizaram que deixaram de marcar "muito desagradável" porque estes sons acabam sendo necessários para ajudar a população e eles são aceitos e incorporados no cotidiano de cada um que mora ou reside no local. O que se pode comprovar ao fazer a triangulação de respostas que 14% das pessoas entrevistadas registraram como "normal" a exposição

ao ruído de sirenes e construção, apesar de os mesmos atingirem níveis de pressões sonoras elevadas podendo trazer efeitos adversos à saúde [19].

No tocante aos sons humanos do trajeto, a maioria observou o burburinho de transeuntes, as conversas, risadas e o som produzido pelas crianças brincando no parque, principalmente no ponto P_3 (Praça Benedito Calixto), que possui alguns brinquedos infantis e onde os níveis sonoros avaliados de L_{90} permaneceram em 59,0dB e 58,0dB, portanto dentro do nível sonoro liberado para o local. Os sons humanos foram percebidos "muito" e "muitíssimo" por 62% dos voluntários, 24% perceberam moderadamente e 14% ouviram muito pouco de som humano. A agradabilidade divergiu muito, 48% acharam o ambiente acústico "agradável" ou "muito agradável", mas 14% consideraram as conversas, risadas e os ruído das crianças como um "pouco desagradável", mesmo tendo as medições sonoras fornecido um L_{90} abaixo do limite local. Os sons humanos podem ter efeitos positivos ou negativos dependendo dos sons e do contexto [20].

A presença de elementos naturais como a fonte de água, presença de gorjeios de pássaros e outros animais, bem como áreas arborizadas e gramados recuados, contribuíram para reduzir a percepção de ruído urbano no entorno dos pontos P1 e P3, criando ambiente acústico com medições sonoras menores L_{Aeq} 58,9dB e 60,8dB confirmados em outro estudo [21]. Porém, a percepção de sons da natureza no decorrer do trajeto ficou praticamente limitada aos pontos inicial e final, dividindo as opiniões dos voluntários: 38% perceberam "muito" ou "muitíssimo" os sons da natureza (água, gorjeios de pássaros e animais), 52% "muito pouco" ou "moderadamente" e 10% não conseguiram perceber sons da natureza no percurso. Quanto à agradabilidade, 86% foram unânimes em dizer que o som da natureza era "agradável" ou "muito agradável", 14% dos respondentes acharam os sons da natureza como "normal". Nenhum dos voluntários assinalou "desagradável" ou "muito desagradável", mesmo aqueles que não conseguiram perceber os sons da natureza no trajeto.

Este estudo confirmou os resultados [14] que aponta que os ambientes urbanos mais agradáveis são aqueles com predomínio de sons naturais e o ambiente acústico ficou relaxante. São aqueles onde a estimativa de risco foi considerada baixa.

Aos comparar os dados dos participantes vulneráveis sobre os sons percebidos no percurso, nota-se que no gráfico de sons percebidos perdeu-se uma das faixas de

percepção em todos os tipos de sons, enquanto na comparação da agradabilidade, não houve diferenças significativas.

Devido ao tamanho da amostra nos passeios sonoros, os resultados atuais têm generalização limitada.

5.Conclusão

Esta pesquisa fez uma análise acústica, no entorno do CSEPS, integrando abordagens acústicas quantitativas e qualitativas e utilizando os passeios sonoros, obteve três cenários acústicos diferentes (**Figura 23**) empregando técnicas propostas pela ISO 12913[10] de triangulação.

Figura 23: Abordagens quantitativas e qualitativas obtidas nos três cenários

Pode-se resumir que o passeio sonoro foi uma experiência muito gratificante e prática,

pois mostrou que:

1) as pessoas perderam um pouco a facilidade de identificar sons mais simples, como os da natureza, pois estes acabam mascarados pelos sons de tráfego;

2) mesmo identificando os sons do percurso e percebendo que estes apresentam alta pressão sonora, elas podem aceitar como normal, se estes fizerem parte da paisagem acústica do seu cotidiano ou for um marco sonoro.

3) A maioria relacionou o som percebido com a agradabilidade, mas também com o sentimento de prazer individual.

4) O ambiente sonoro experimentado no percurso ao longo da Rua Teodoro Sampaio (P2) foi qualificado como: desagradável, caótico, com ruído contínuo e produziu incômodo aos participantes.

5) Os voluntários associaram o ponto P1 (FSP), com recuo ajardinado, plantas arbustivas e sons da natureza, com área de tranquilidade e que podiam lhes trazer restauração e qualidade de vida.

Conclui-se que é possível através de intervenções urbanísticas agregando mapeamento acústico e paisagem sonora reduzir níveis de ruído de tráfego e criar espaços de restauração e refazimento à população modernizando conceitos na política pública de ruído.

6. Referências Bibliográficas

[1] SCHAFER RM. **A afinação do mundo** Tradução de Marisa Trench Fonterrada. São Paulo: Unesp, 2011.

[2] SZEREMETA B. **Avaliação e percepção da paisagem sonora de parques públicos de Curitiba, Paraná.** Dissertação: Faculdade Federal de Engenharia Mecânica de Curitiba. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2007

[3] RADICCHI, A. **The notion of soundscape in the realm of sensuous urbanism**. A historical perspective. In: Wilson, Ariane (ed.): Listen! Sound worlds from the body to the city. Cambridge Scholars Publishing, forthcoming.2017

[4] RAIMBAULT M, DUBOIS D. Urban soundscapes: Experiences and knowledge. Cities, Vol. 22, No. 5, p. 339–350, 2005. Published by **Elsevier** Ltda. Printed in Great Britain. doi: 10.1016/j.cities.2005.05.003.

[5] BOUBERAZI M, BENTO COELHO JL. **Masking Method for Qualitative Noise Maps.** In: Twelfth International Congress on sound and Vibration**.** Lisboa, Portugal: [s.n.]. 2005.

[6] AXELSSON Ö, NILSSON ME, BERGLUND B. A principal components model of soundscape perception. **J Acoust Soc Am.** Nov: 128 (5): 2836-46, 2010.

[7] DI GABRIELE M et al. Towards a soundscape classification of urban spaces. In: **Forum Acusticum 2011.** Aalborg, Dinamarca: [s.n.]. 2011.

[8] BROWN AL, KANG J, GJESTLAND T. Towards Standardization in soundscape preference assessment. **Applied Acoustics,** May: 72(6): 387–392, 2011.

[9] AXELSSON Ö, NILSSON ME, BERGLUND B. The Swedish soundscape-quality protocol», J.Acoust. Soc. Am., vol. 131, n.o 4, pp. 3476-3476, abr. 2012.

[10] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION **(ISO)**. **ISO 12913-1:2014** - Acoustics Soundscape - Part 1: Definition and Conceptual Framework. Geneva, 2014 e

ISO 12913-2:2018 - Acoustics Soundscape - Part 2: Data collection and reporting requirements. Geneva, 2018.

[11] ALETTA, F.; BOTTELDOOREN, D.; THOMAS, P.; VANDER MYNSBRUGGE, T.; DE VRIENDT, P.; VAN DE VELDE, D.; Devos, P.Monitoring Sound Levels and Soundscape Quality in the Living Rooms of Nursing Homes: A Case Study in Flanders (Belgium). **Appl. Sci**. **2017**, 7, 874.

[12] VOIGT K, SCHULTE-FORTKAMP B, BROOKS BM, CASE A. Exploring our sonic environment through soundscape. **Acoustic Today**, Winter, pp. 30-40, 2014

[13] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10.151 Avaliação do Ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Rio de

Janeiro, 2000.

[14] KOGAN, P., et al., A comprehensive methodology for the multidimensional and synchronic data collecting in soundscape. Sci Total **Environ** (2016). http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.12.061.

[15] QUADMAP LIFE 10 ENV/IT/407 .Questionnaire quiet urban areas da **QUADMAP LIFE** 10 ENV/IT/407 acessado em 25/5/18 www.quadmap.eu/wp-content/ uploads/ 2012/01/d7-2-END-users-Questionnaire-Procedure-Questionnaire-Quiet-areas.pdf.

[16] PHILIP, DUNBAVIN; RADICCHI, ANTONELLA. The Hush City project and its relevance to planning policy. **Acoustics Bulletin**, September/October. 2018

[17] ROLIM, LP et al. Interação entre diabetes mellitus e hipertensão arterial sobre a audição de Idosos. Editora São Paulo: USP. CoDAS 27(5):428-432. September 2015. DOI: 10.1590/2317-1782/20152014101.

[18] CRUZ, MS, LIMA MCP, SANTOS JLF, DUARTE YAO, LEBRÃO ML, RAMOS-CERQUEIRA ATA. Deficiência auditiva referida por idosos no Município de São Paulo, Brasil: prevalência e fatores associados (**Estudo SABE**, 2006). Cad Saúde Pública. 2012; 28(8):1479-92.

[19] BERGLUND, B., & LINDVALL, T.Community noise. Archives of the Center for Sensory Research, 2. Stockholm: Stockholm University.1995.

[20] VAN KEMPEN, E, DEVILLE SW. Characterizing urban areas with good sound quality: Development of a research protocol. **Noise Health,** v.16, pp. 380-387, 2015

[21] COENSEL, BD; MUER, T ;YPERMAN,I; BOTTELDOOREN,D.The Quiet Rural Soundscape and How to Characterize It. **Acustica United with Acustica** Vol. 92 (2006) 887 – 897.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS DA PESQUISA

Integrando os resultados das três fases da pesquisa o objetivo de agregar informações de saúde da população utilizando a triangulação dos dados foi alcançado. A paisagem de um local pode ser uma ferramenta útil para prevenção de risco de doenças não auditivas relacionadas ao ruído. Na **figura 24 e 25** pode-se visualizar a unificação final das abordagens quantitativa e as qualitativas, bem como os dados de saúde obtidos.

Figura 24: Integração das abordagens quantitativas e qualitativas obtidas nos passeios sonoros com os dados da saúde.

O Ponto **P1**, predominância de som da natureza, com medições acústicas > 60 dB obteve-se percepção acústica de paisagem relaxante e com estimativa de risco para infarto do miocárdio e hipertensão baixa considerada como a unidade para este estudo

O Ponto **P3,** com predominância de sons humanos, com medições acústicas > 63 dB, a sua percepção acústica dependeu do contexto de cada participante e a sua estimativa de risco em relação à P1 foi de 4% para infarto do miocárdio e 7% para hipertensão

O Ponto **P2**, com predominância de som de trânsito, com medições acústicas > 73 dB foi considerado um ambiente acústico ruidoso e caótico pelos participantes, com uma estimativa de risco de 22% de para infarto do miocárdio e 14% para hipertensão em

relação ao P1.

Com os dados de níveis de ruído de tráfego obtidos, mostrou-se os efeitos deletérios causados pela exposição ao ruído e as estimativas de risco de doenças não auditivas como infarto do miocárdio e hipertensão, que estão sujeitos não só os moradores da área estudada, mas todos aqueles que se expõem a altos níveis sonoros.

Os resultados obtidos indicam necessidade de instrumentos mais modernos e vigorosos voltados à poluição sonora no Brasil. Vários países, quer europeus ou latinos, já os utilizam e são conscientes da necessidade de mapas acústicos e, os mais avançados nas pesquisas, encontram-se em pleno uso das técnicas inovadoras de paisagens sonoras (**Figura 25**) para preservação de áreas quietas, no auxílio à prevenção de doenças e bem estar de seus cidadãos.

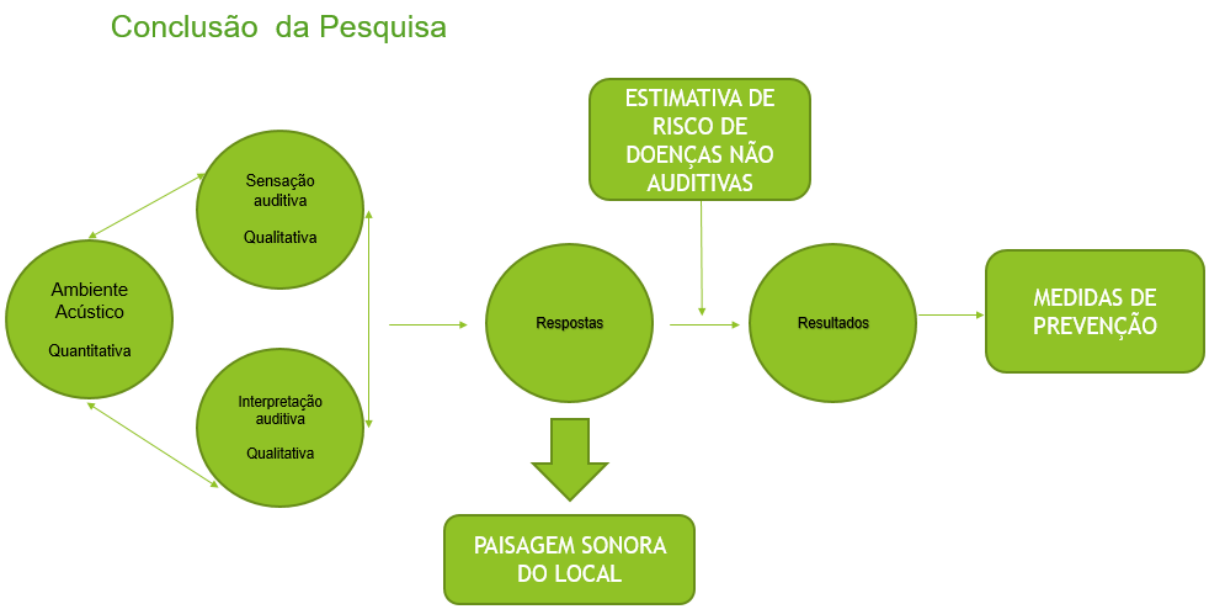


Figura 25 Síntese da técnica obtida pela aplicação da ISO 12.913 aos dados de saúde.

Considerando-se a importância de encontrar instrumentos que possam auxiliar a minimizar os agravos e ajudar na melhoria de qualidade de vida, sugere-se a aplicação dos métodos da paisagem sonora (**Figura 25**), buscando-se cenários urbanos que possam

trazer agradabilidade e bem estar para as pessoas por meio de um planejamento urbano intervencionista onde se troque o ruído agressor por sons naturais ou sons que possam ter efeitos positivos reduzindo o estresse que é um dos indutores da hipertensão e doenças coronarianas.

O foco conceitual deste trabalho foi de renovar e integrar projetos com abordagens quantitativas e qualitativas, enriquecendo a discussão para melhoria dos espaços urbanos e prevenção de doenças.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] PINTO, F. A. R**.** Poluição Sonora: Um levantamento de dados da cidade de Fortaleza no período de 1988 a 2000**. Revista Semestral de Acústica. Nº 25 , p 51-58, jul. 2000**

[2] BISTAFA, S.R. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. São Paulo: Blucher,2011, 384p.

[3] ARRUDA FR, COELHO JLB, SLAMA J. **Aspectos do controle de Ruído urbano na Cidade do Rio de Janeiro**. In: XIX Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica, Belo Horizonte, 2000.

[4] SOUSA, C. M. **Ruído Urbano na Cidade de São Paulo.** In: XX Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica, outubro; 2002, R.J

[5] SANTOS, DCV. **Avaliação da Aplicação da Norma de Ruído Ambiental em municípios da Região de São João da Boa Vista**. Dissertação Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

[6] SCHAFER RM. **A afinação do mundo**. Tradução de Marisa Trench Fonterrada. São Paulo: Unesp, 2011.

[7] ENGEL MS, FEL J, SCHENEIDER C. Influence of urban climate on perception responses in soundwalks: case study Aachen. **RWTH Publications on line**, acessado em 18/11/2019. https://www.klimageo.rwth-aachen.de/go/id/feum/lidx/1/file/480831

[8] SCHULTE-FORTKAMP, B.; LERCHER, P. **The importance of soundscape research for the assessment of noise annoyance at the level of the community**. In: Tecni Acustica, Bilbao, 2003

[9] SZEREMETA B. **Avaliação e percepção da paisagem sonora de parques públicos de Curitiba, Paraná.** Dissertação: Faculdade Federal de Engenharia Mecânica de Curitiba. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2007.

[10] RADICCHI, Antonella. The notion of soundscape in the realm of sensuous urbanism. A historical perspective. In: Wilson, Ariane (ed.): Listen! Sound worlds from the body to the city. Cambridge Scholars Publishing, forthcoming.2017

[11] **INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO)**. ISO 12913-1:2014 - Acoustics Soundscape - Part 1: Definition and Conceptual Framework. Geneva, 2014.

[12] **INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO)**. ISO 12913-1:2014 - Acoustics Soundscape - Part 2: Data collection and reporting requirements.Geneva, 2018.

[13] VOIGT K, SCHULTE-FORTKAMP B, BROOKS BM, CASE A. Exploring our sonic environment through soundscape. **Acoustic Today**, Winter, pp. 30-40, 2014.

[14] VAN KEMPEN, E, DEVILLE SW. Characterizing urban areas with good sound quality: Development of a research protocol. **Noise Health**, v.16, pp. 380-387, 2015

[15] RAIMBAULT M, DUBOIS D. Urban soundscapes: Experiences and knowledge. Cities, Vol. 22, No. 5, p. 339–350, 2005. Published by **Elsevier** Ltda. Printed in Great Britain. doi: 10.1016/j.cities.2005.05.003.

[16] BOUBERAZI M, BENTO COELHO JL. **Masking Method for Qualitative Noise Maps.** In: Twelfth International Congress on sound and Vibration**.** Lisboa, Portugal: [s.n.]. 2005.

[17] DI GABRIELE M et al. Towards a soundscape classification of urban spaces. In: **Forum Acusticum 2011.** Aalborg, Dinamarca: 2011.

[18]DÖKMECI PN,KANGJ,JOHNSON N.Indoor soundscaping of different public spaces:analysis on sound environmental, architecture and function. **Forum Acusticum**. 2011.Aalborg. Dinamarca: 2011.

[19] BROWN AL, KANG J, GJESTLAND T. Towards Standardization in soundscape preference assessment. **Applied Acoustics,** May: 72(6): 387–392, 2011.

[20] AXELSSON Ö, NILSSON ME, BERGLUND B. A principal components model of soundscape perception. **J Acoust Soc Am.** Nov: 128 (5): 2836-46, 2010

[21] AXELSSON Ö, NILSSON ME, BERGLUND B. The Swedish soundscape-quality protocol», **J.Acoust. Soc. Am**., vol. 131, n.o 4, pp. 3476-3476, abr. 2012.

[22] KOGAN, P., et al., 22nd International Congress on Acoustics- ICA 2016 **: Application of the Swedish Soundscape-Quality Protocol in one European and three Latin-American cities.** Buenos Aires. September.2016

[23] **EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA)**. Good practice guide on quiet areas. Copenhagen, 2014. Disponível em < www.eea.europa.eu/publications> Acesso em 20/3/16.

[24] WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) AND JOINT RESEARCH CENTRE. Burden of disease from environmental noise: Quantification of healthy life years lost in Europe,

Bonn Office: WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, 2011

[25] PARLAMENTO EUROPEU - COMUNIDADES EUROPÉIAS. Directiva 2002/49/ce do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de junho de 2002.Relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente contendo 16 artigos e 6 anexos. **Jornal Oficial das Comunidades Européias**. Parlamento Europeu, Luxemburgo, pub em 18 jul 2002.L 189.

[26] SCHULTE-FORTKAMP,B. **The tuning of noise pollution with respect to expertise of people's mind.** In: Internoise 2010, Lisboa, Portugal, 2010.

[27] BROWN, AL Soundscape planning as a complement to environment noise management. In:Internoise, 16-19 nov. Australia, 2014

[28]HÉRITIER,H et al. A systematic analysis of mutual effects of transportation Noise anda ir pollution exposure on myocardia infarcti on mortality: a nation wide cohort study in Switzerland.**European Heart Journal**, Oxford,v.40,n.7,p.508-603,2019.

[29] VOIGT K, SCHULTE-FORTKAMP B, BROOKS BM, CASE A. Exploring our sonic environment through soundscape. **Acoustic Today**, Winter, pp. 30-40, 2014.

[30] MOURA-DE-SOUZA C; CARDOSO MRA. **Ruído Urbano na cidade de São Paulo**. In: Romerio MA, Philippi Jr A, Bruna GC. Panorama Ambiental da Metrópole de São Paulo. Signus: 2004. p.415-425.

[31] BARBOSA ASM, CARDOSO MRA. Hearing loss among workers exposed to road traffic noise in the city of São Paulo in Brazil. **Auris Nasus Larynx**, 32(1):17-21, 2005.

[32] SILVA LF, MENDES R. Estudo sobre a exposição combinada de ruído e vibração de corpo inteiro na audição do trabalhador. **Rev Saúde Públ**, 39 (1) :9-17, 2005.

[33] PETIAN A. **Avaliação do incômodo relacionado ao ruído ambiental urbano entre trabalhadores do comércio na cidade de São Paulo**. Tese: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo: 2008.

[34] CARDOSO MRA, NARDOCCI AC, FREITAS CU. Estudo da relação entre doenças respiratórias e cardiovasculares e poluição veicular nas regiões metropolitanas do estado de São Paulo. 2010.

[35] PAIVA-VIANNA KM. **Poluição Sonora no Município de São Paulo**: avaliação do ruído e o impacto de exposição na saúde da população. Tese: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo: 2014.

[36] CANONICO RP et al. Atendimento à população de rua em um Centro Saúde Escola, na cidade de São Paulo**. Rev Esc de Enf,** v 41(ESP):799-2003, 2007.

[37] **FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA (FSP)**. Centro de Saúde Escola Geraldo Horácio Paula Souza. Disponível em http://www.fsp.usp.br/site/paginas/mostrar/135,

acesso em 21/1/2016.

[38] **QUADMAP LIFE 10 ENV**/IT/407 .Questionnaire quiet urban areas da **QUADMAP LIFE** 10 ENV/IT/407 acessado em 25/5/18 www.quadmap.eu/wp-content/ uploads/ 2012/01/d7-2-END-users-Questionnaire-Procedure-Questionnaire-Quiet-areas.pdf.

[39] RADICCHI, Antonella. A pocket Guide to Soundwalking. Perspectives on Urban Economics. Berlin.2017

ANEXOS

ANEXO 1 – Memorial de Cálculo dos Passeios Sonoros

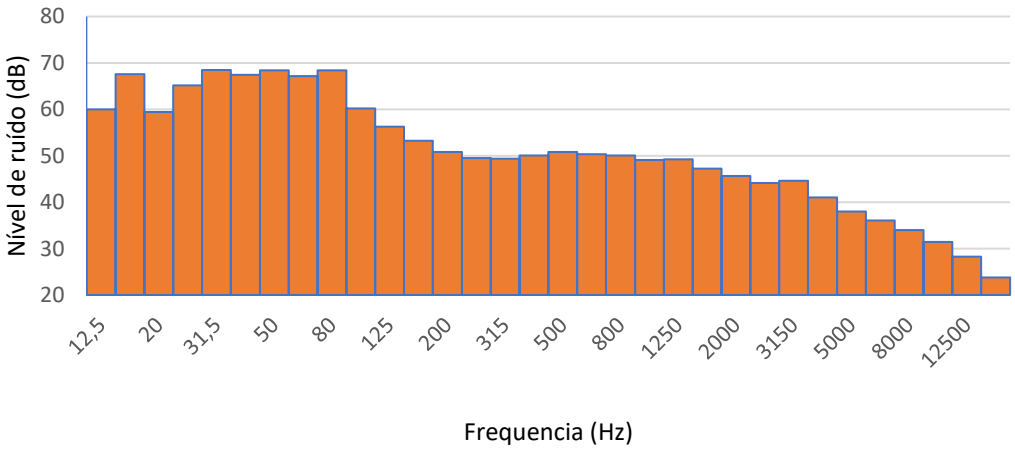
Dia 12/09/2018

FSP P1	L10	62,0	dB(A)
	L90	56,0	
	Laeq	58,9	
	Máximo	72,5	
	Mínimo	53,3	

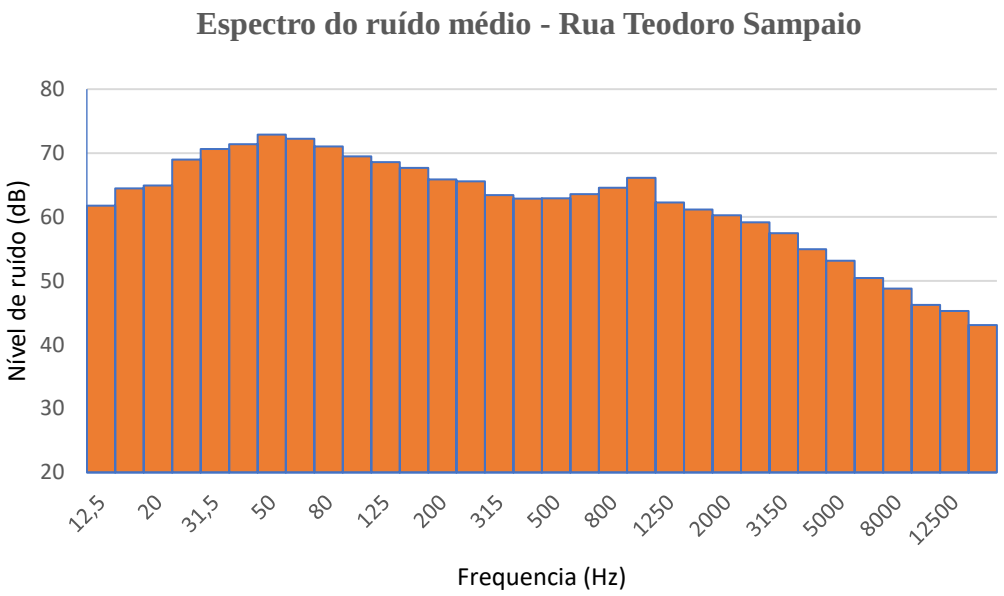
Teodoro P2	L10	76,0	dB(A)
	L90	59,0	
	Laeq	73,0	
	Máximo	102,1	
	Mínimo	52,2	

Calixto P3	L10	60,0	dB(A)
	L90	57,0	
	Laeq	60,8	
	Máximo	74,4	
	Mínimo	53,4	

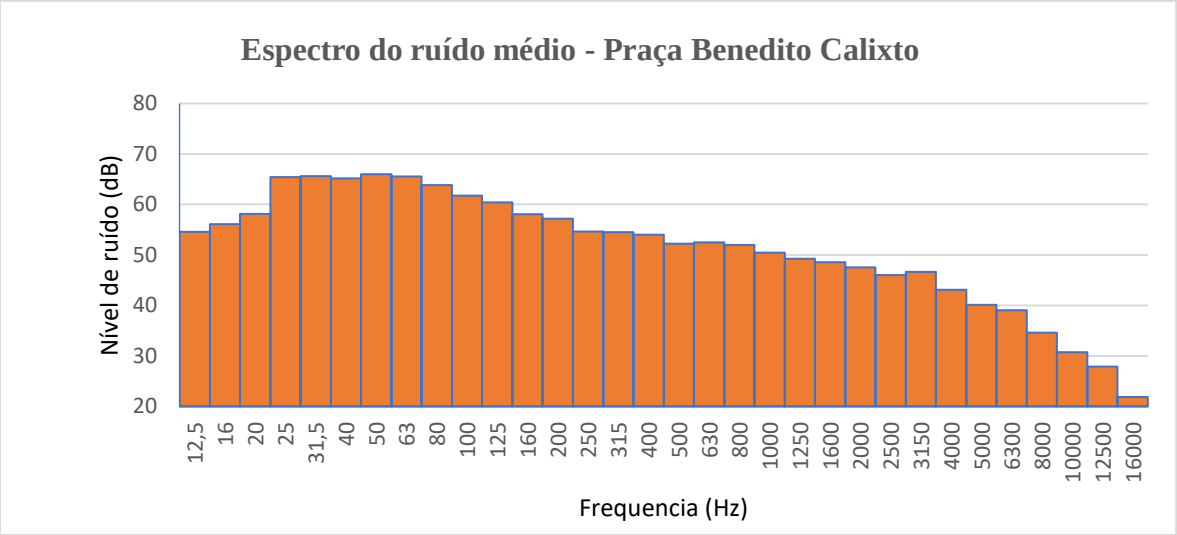
Espectro do ruído médio - Jardim da FSP



Espectro do ruído médio com predominância nas baixas frequências no P1 12/09/2018



Espectro de banda de 1/3 de oitava do P2 12/09/2018



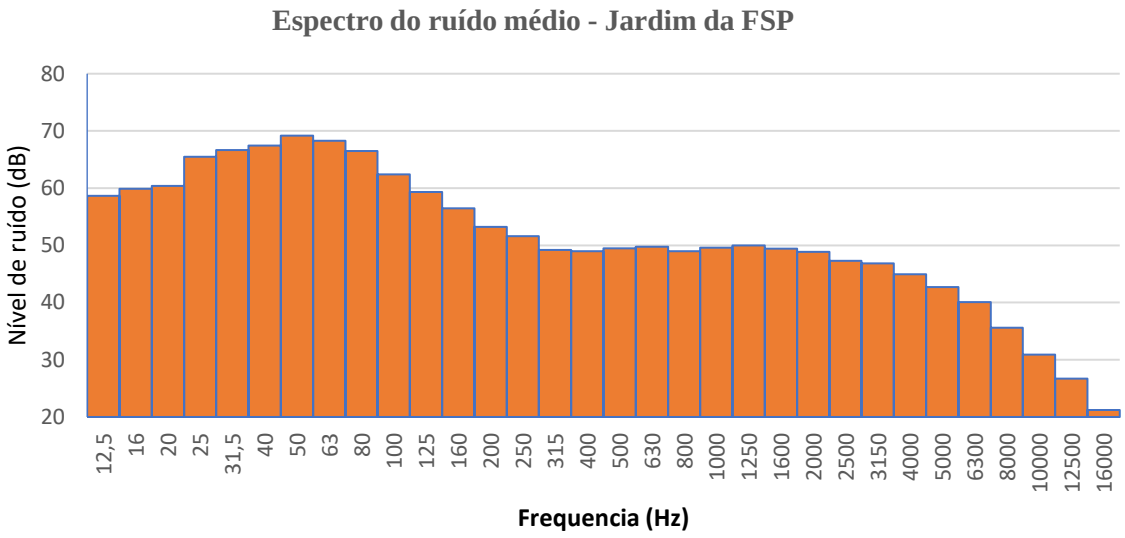
Espectro de banda de 1/3 de oitava do P3 (Praça Benedito Calixto). 12/09/2018

Dia 20/09/2018

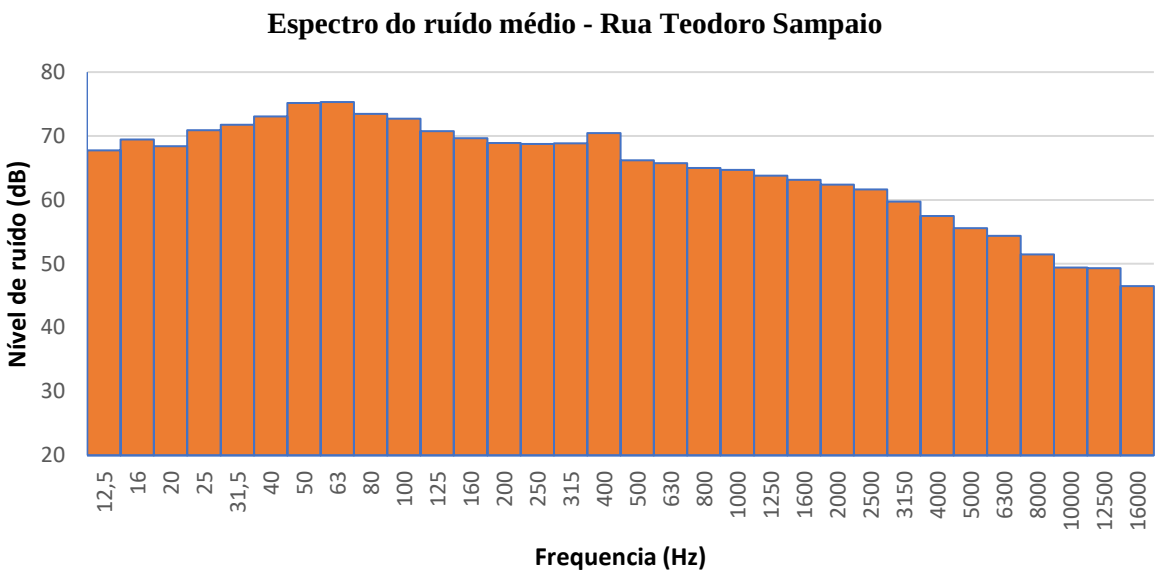
FSP P1	L10	63,0	dB(A)
	L90	57,0	
	Laeq	60,0	
	Máximo	71,4	
	Mínimo	53,7	

Teodoro P2	L10	78,0	dB(A)
	L90	64,0	
	Laeq	74,8	
	Máximo	94,6	
	Mínimo	55,1	

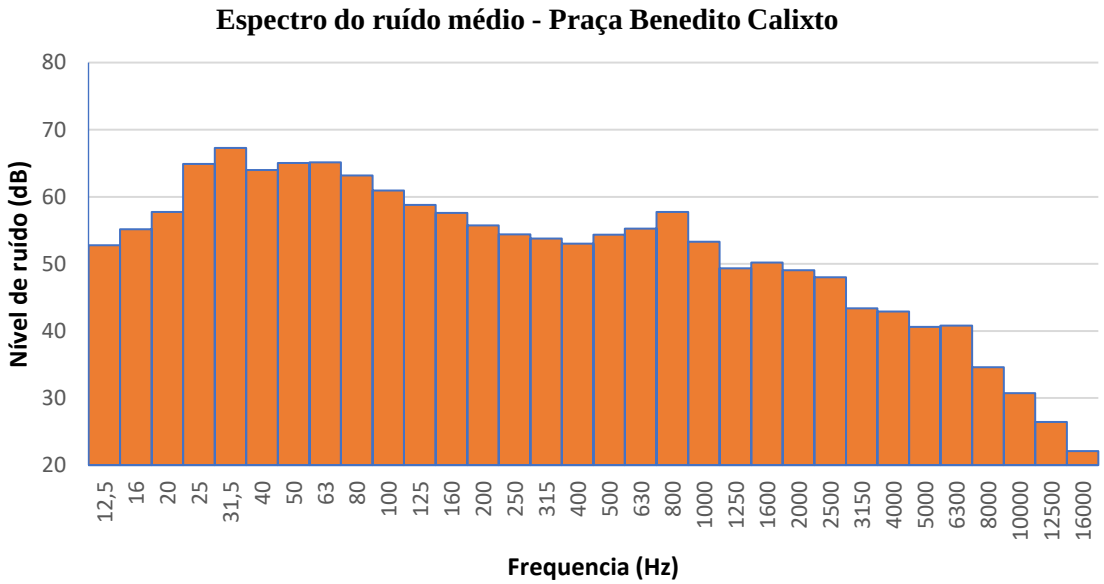
Calixto P3	L10	65,0	dB(A)
	L90	56,0	
	Laeq	62,6	
	Máximo	85,7	
	Mínimo	52,6	



Espectro do ruído médio no P1. 20/09/2018



Espectro de banda de 1/3 de oitava do P2 20/09/2018



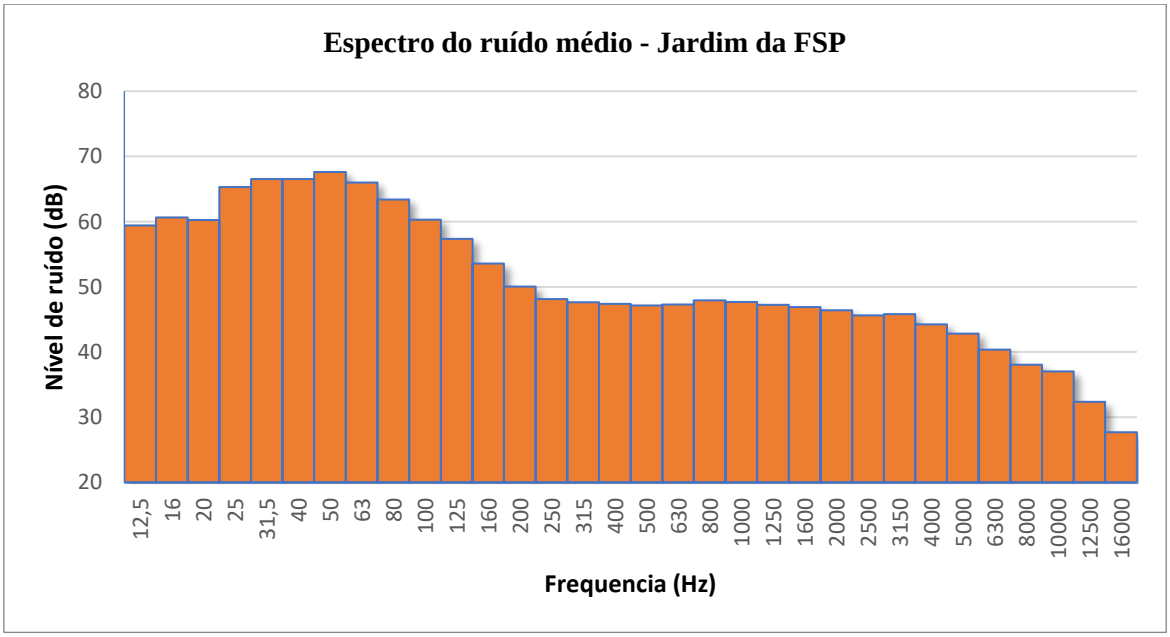
Espectro de banda de 1/3 de oitava do P3. 20/09/2018

Dia 16/08/2019

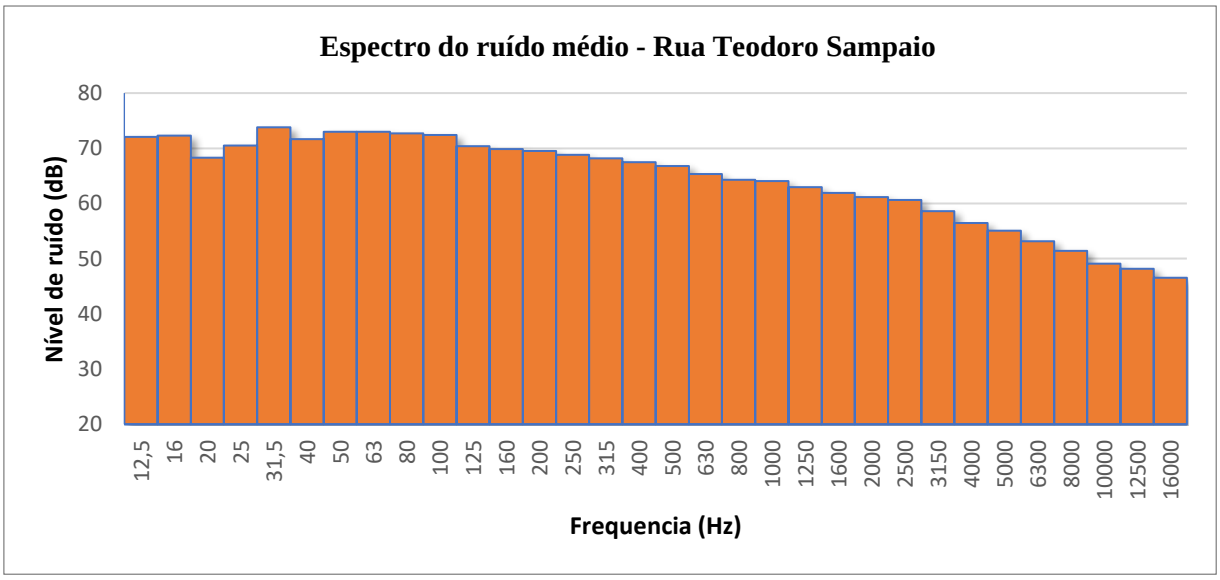
FSP P1	L10	61,0	dB(A)
	L90	56,0	
	Laeq	58,0	
	Máximo	70,0	
	Mínimo	52,7	

Teodoro P2	L10	78,0	dB(A)
	L90	62,0	
	Laeq	74,0	
	Máximo	93,4	
	Mínimo	53,2	

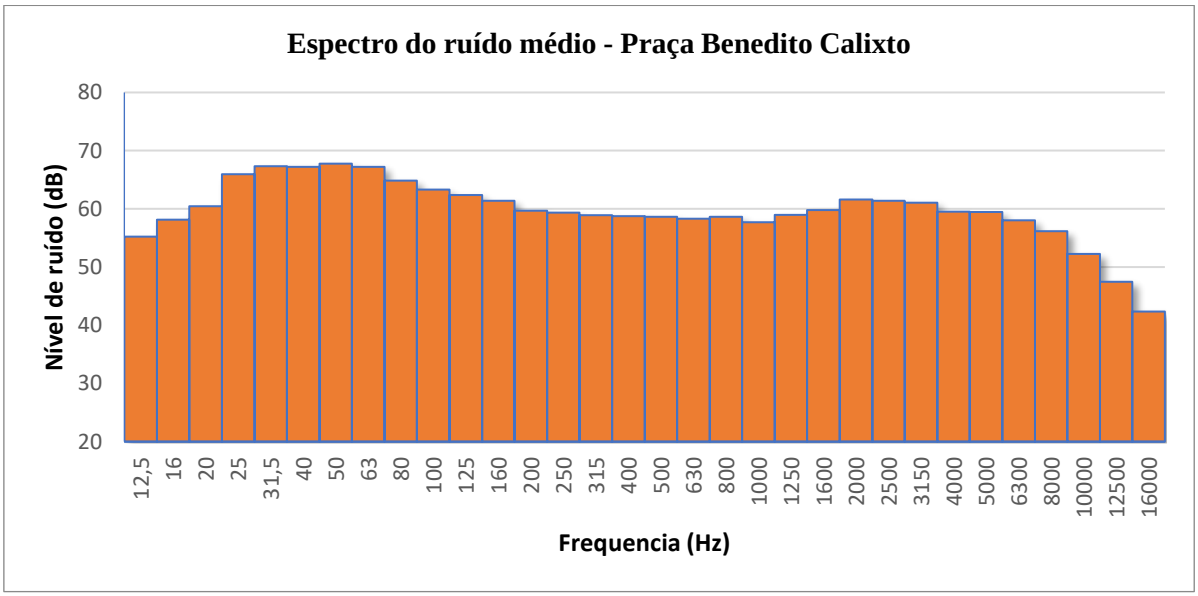
Calixto P3	L10	75,0	dB(A)
	L90	60,0	
	Laeq	71,3	
	Máximo	90,7	
	Mínimo	57,1	



Espectro do ruído médio com predominância nas baixas frequências no **P1** em 16/08/2019.



Espectro de banda de 1/3 de oitava do **P2** em 16/08/2019.



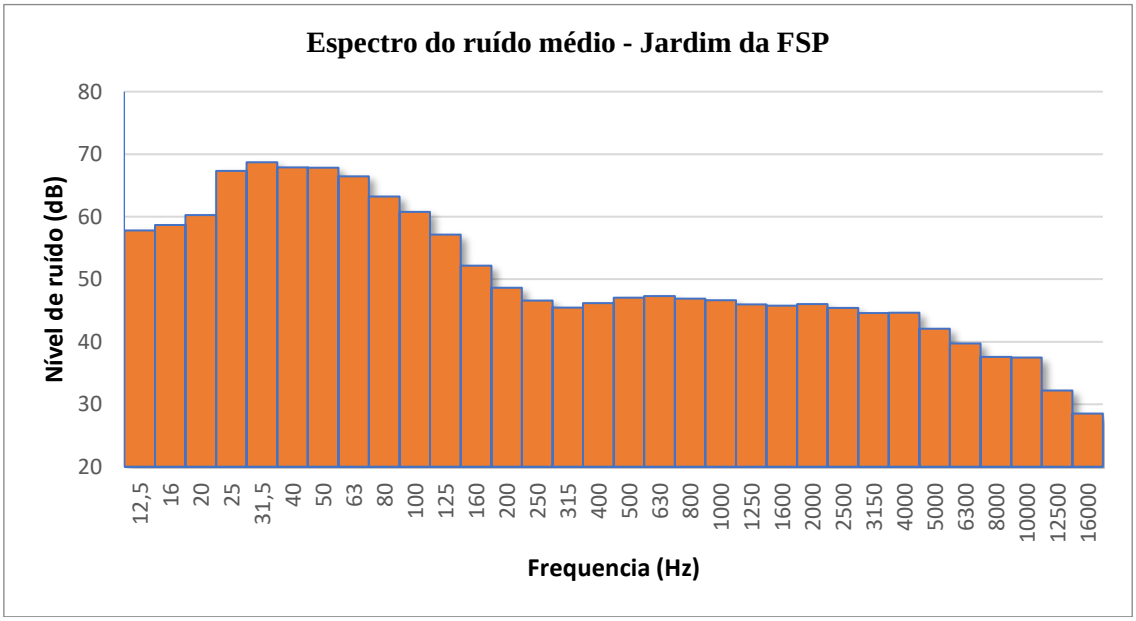
Espectro de banda de 1/3 de oitava do **P3** em 16/08/2019

Dia 21/08/2019

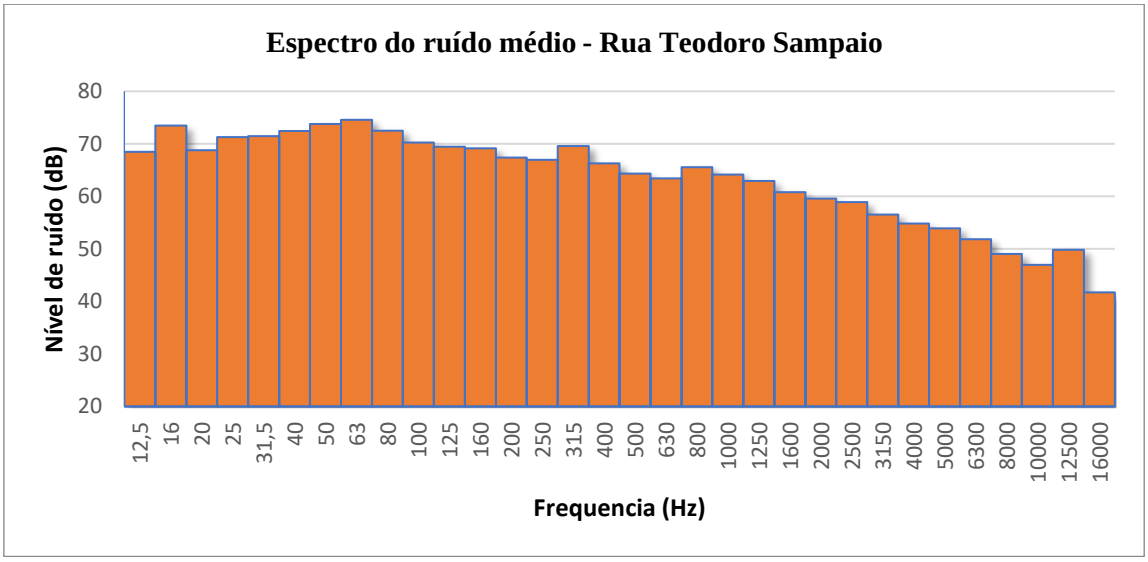
FSP P1	L10	60,0	dB(A)
	L90	56,0	
	Laeq	57,4	
	Máximo	72,7	
	Mínimo	50,8	

Teodoro P2	L10	77,0	dB(A)
	L90	62,0	
	Laeq	73,3	
	Máximo	94,2	
	Mínimo	53,8	

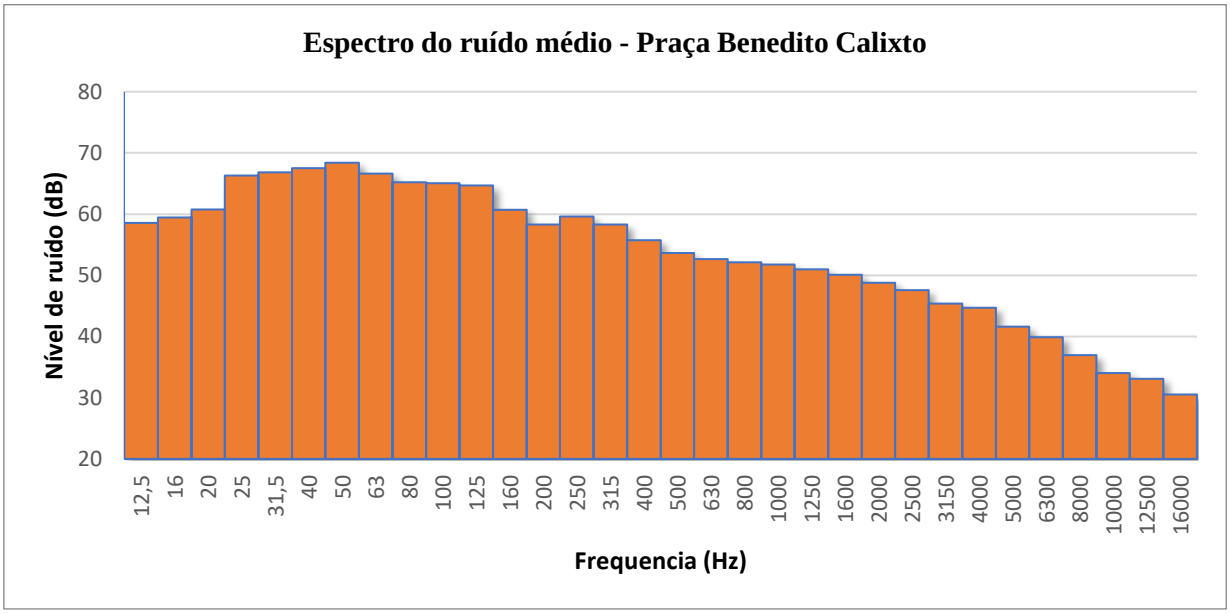
Calixto P3	L10	65,0	dB(A)
	L90	59,0	
	Laeq	62,4	
	Máximo	76,9	
	Mínimo	55,7	



Espectro do ruído com predominância nas baixas frequências no P1em 21/08/2019.



Espectro de banda de 1/3 de oitava do P2 em 21/08/2019.



Espectro de banda de 1/3 de oitava do P3 em 21/08/2019

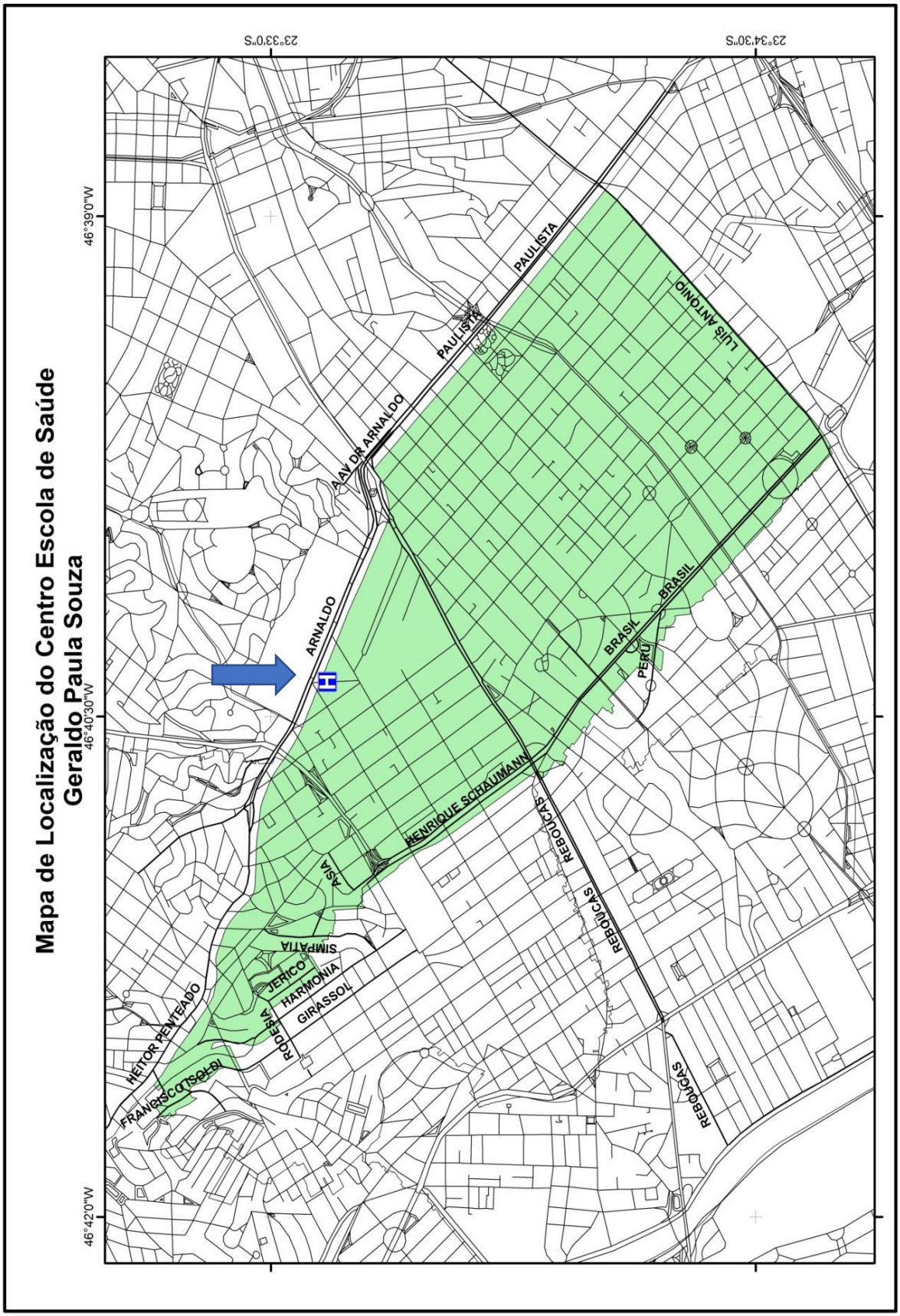


Figura :Área de abrangência do CSEGPS e sua localização.

Fonte: Barreiros, AM e Santos, DCV

ANEXO 2 – Instrumento de coleta de dados- Passeio Sonoro

Nome: _____ telefone p/ contato

Data: _____ Idade_____

Local que reside: _____

Quanto tempo reside no endereço: _____

Horário Inicial: _____ Horário final: _____

Pesquisadores: Dulce Santos / Prof Maria Regina Alves Cardoso

Nº DO PRONTUÁRIO DO CSEPS / SUS

Trajeto escolhido

1. O Sr. (a) passa por estas ruas do trajeto com qual frequência?

(1) diariamente (2) várias vezes (3) raramente (4) nunca (5) não sabe/não respondeu

2. *Em qual período costuma fazer este trajeto?*

(1) manhã (2) tarde (3) noite (4) qualquer período (5) não sabe/não respondeu

3. *O Sr(a) faz este trajeto de que maneira:*

(1) a pé (2) de carro (3) bicicleta (4) ônibus (5) não faz

4. *Este trajeto é perto de .....*

(1) casa (2) trabalho (3) estudo (4) lazer (5) Outros_____

5. *Qual a distância da sua casa até este trajeto? (cada quadra tem ±100m)*

(1) - 500 m (2) + 500m (3) + 1000m (4) + 3000m (5) não sabe/não respondeu

Paisagem Sonora:

6. Como você descreveria o ambiente sonoro no trajeto?

	muito	pouco	Normal	pouco	muito	
desagradável	1	2	3	4	5	agradável
descontínuo	1	2	3	4	5	continuo
incomodo	1	2	3	4	5	relaxante
ruídoso	1	2	3	4	5	calmo
caótico	1	2	3	4	5	quieto
chato	1	2	3	4	5	divertido
artificial	1	2	3	4	5	natural

7 . Durante o trajeto o Sr. (a) percebeu sons diversos complete os quadros abaixo:

*Adaptado do : Questionnaire quiet urban areas da QUADMAP ,LIFE10 ENV/IT/407 acessado em 25/5/18 .http://www.quadmap.eu/wp-content/uploads/2012/01/D7-2-End-users-Questionnaire-Procedure-Questionnaire-Quiet-areas.pdf.

Fontes diversas de som	**S.1**. *Eu posso ouvir bem os seguintes tipos de sons durante o trajeto*				
	percepção				
Sons de tráfego:	nada	pouco	moderado	muito	muitíssimo
motos					
veiculos					
ônibus					
trens					
aviões					
outros(_____)					
Sons mecânicos	nada	pouco	moderado	muito	muitíssimo
ruído de construção empreendimentos					
máquinas					
sirenes					
outros(_____)					
Sons humanos	nada	pouco	moderado	muito	muitíssimo
conversas					
risadas					
crianças brincando					
outros (.....)					
Sons da natureza	nada	pouco	moderado	muito	muitíssimo
Animais domésticos					
Água					
Gorjeios de pássaros					
outros (_____)					

Fontes diversas de som	**S.2**. *Eu percebo os sons de modo agradável ou desagradável no trajeto*				
	agradabilidade				
Sons de tráfego:	Muito desagradável	Pouco desagradável	normal	agradável	Muito Agradável
motos					
veiculos					
ônibus					
trens					
aviões					
outros(_____)					
Sons mecânicos	Muito desagradável	Pouco desagradável	normal	agradável	Muito agradável
ruido de construção empreendimentos					
máquinas					
sirenes					
outros(_____)					
Sons humanos	Muito desagradável	Pouco desagradável	normal	agradável	Muito agradável
conversas					
risadas					
crianças brincando					
outros (.....)					
Sons da natureza	Muito desagradável	Pouco desagradável	normal	agradável	Muito Agradável
Animais domésticos					
água					
Gorjeios de pássaros					
outros (_____)					

Universidade de São Paulo
Faculdade de Saúde Pública
Av. Dr. Arnaldo, 715 – CEP 01246-904 – São Paulo – Brasil

ANEXO 3 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Título do Projeto: PAISAGEM SONORA: UMA FERRAMENTA PARA A SAÚDE PÚBLICA

A poluição sonora está cada vez maior e sem controle em São Paulo. As avaliações tradicionais quantitativas de controle de ruído são insuficientes para expressar a realidade acústica, pois não adicionam às medidas físicas obtidas a percepção dos indivíduos dos sons característicos de cada lugar. Esta procura de melhoria na qualidade acústica nos direciona à paisagem sonora que engloba o conjunto sonoro do ambiente na sua totalidade e a percepção do indivíduo que habita o lugar.

Este projeto tem como objetivo investigar se abordagens quantitativas (medição do ruído) e qualitativas (sons agradáveis e desagradáveis do lugar) unidas podem trazer benefícios à saúde. Neste estudo serão realizadas medições de ruído, aplicado um questionário e realizado um passeio sonoro. A área de pesquisa selecionada foi o território de abrangência do Centro de Saúde Escola Geraldo Horácio de Paula Souza (CSEHGPS).

Assim, os participantes responderão um questionário com respostas diretas e serão convidados a participarem de um passeio sonoro pela área em estudo cuja rota abrangerá alguns pontos de sons agradáveis como parques e outros de ruídos rodoviários e no final verbalizarão a sua opinião.

Desta forma, considera-se que nesta pesquisa existe um risco mínimo de desconforto para os usuários do Centro de Saúde ao responder o questionário e realizar o passeio sonoro, já que estes podem reavivar memórias antigas e mais recentes de sentimentos relacionados a ruídos agradáveis e desagradáveis.

Não há benefício direto para o participante deste estudo. Apenas no final do estudo será possível saber como está a paisagem sonora da sua localidade e como ele pode aproveitar este ambiente a favor de sua saúde.

Os resultados esperados são informações para avaliar a influência da paisagem sonora (sons agradáveis e desagradáveis) na percepção dos usuários e se as mesmas podem estar relacionadas com agravos não auditivos (incômodo, estresse, hipertensão e problemas coronarianos). O conhecimento de todas estas condições do ambiente acústico pode ser uma importante ferramenta para sensibilização e prevenção de doenças relacionadas ao ruído.

Para mais informações sobre o estudo, os pesquisadores responsáveis podem ser contatados por meio dos seguintes telefones e e-mails:

Dulce Santos: (11) 3061-7777 (11) 96601 5957. e-mail: dulcesantos@usp.br

Profª Drª Maria Regina A. Cardoso (orientadora): (11) 3061-7777 (11) e 99834-2020 e-mail: rcardoso@usp.br

É importante ainda ressaltar que são **direitos dos participantes**:

1. Receber resposta a qualquer pergunta e esclarecimento sobre os procedimentos, **riscos, benefícios** e outros relacionados à pesquisa;
2. **Retirar o consentimento** a qualquer momento e deixar de participar do estudo sem qualquer prejuízo;
3. Não ser identificado e ser mantido o caráter confidencial das informações relacionadas **à privacidade**;
4. Receber uma via deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido;
5. Procurar esclarecimentos com o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, sito à Av. Dr. Arnaldo, 715, Cerqueira César – CEP 01246-904, São Paulo, SP – Telefone: (11) 3061-7779 – e-mail: coep@fsp.usp.br, em caso de dúvidas ou notificação de acontecimentos não previstos.
6. Receber um relatório com os resultados finais do estudo _____

Eu, *Dulce Santos*, declaro que forneci todas as informações referentes ao projeto ao participante.

_____

Pesquisador principal

Eu, _____, declaro que recebi e compreendi todas as informações referentes ao projeto ao qual fui convidado (a) a participar.

_____

Participante da pesquisa

São Paulo, _____de _____ de 2018.

ANEXO 4 – Parecer Consubstanciado do CEP

USP - FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - FSP/USP

Plataforma Brasil

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: PAISAGEM SONORA:UMA FERRAMENTA PARA A SAÚDE PÚBLICA
Pesquisador: DULCE CLAUDIA JOSE VIANA DOS SANTOS
Área Temática:
Versão: 1
CAAE: 68790917.5.0000.5421
Instituição Proponente: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo - FSP/USP
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.233.036

Apresentação do Projeto:
Estudo que visa investigar se abordagens quantitativas e qualitativas acústicas unidas podem traze benefícios à saúde. Por meio de um estudo transversal, usando a triangulação de informações, será realizados mapeamento acústico e passeio sonoro e levantadas informações mediante questionário semiestruturados. A área de estudo selecionada foi o território de abrangência do Centro de Saúde Escol Geraldo Horácio de Paula Souza (CSEGHPS). Os resultados esperados são informações para avaliar influência da paisagem sonora (sons agradáveis e desagradáveis) na vida cotidiana dos usuários d CSEGHPS e na ocorrência de agravos não auditivos. O conhecimento abrangente das condições d ambiente acústico pode ser uma importante ferramenta para sensibilização e prevenção de doença relacionadas ao ruído.

Serão entrevistados cerca de 384 usuários do CSEGHPS.
Serão analisados dados secundários das seguintes fontes:
- Base de dados do Centro Saúde Escola "Geraldo Horácio de Paula Souza"- Faculdade de Saúde Pública Universidade de São Paulo;
- Banco do Ministério da Saúde - Datasus;
- Malha Urbana do Município de São Paulo da Secretaria Municipal de Urbanismo e Licenciamento.

Endereço: Av. Doutor Arnaldo, 715
Bairro: Cerqueira Cesar **CEP:** 01.246-904
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3061-7779 **Fax:** (11)3061-7779 **E-mail:** coep@fsp.usp.br