UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA
DEPARTAMENTO DE EPIDEMIOLOGIA

**Poluição sonora no município de São Paulo: avaliação do ruído e o impacto da
exposição na saúde da população**

Karina Mary de Paiva Vianna

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

Área de Concentração: Epidemiologia

**Orientador: Profa. Dra. Maria Regina
Alves Cardoso**

São Paulo

2014

**Poluição sonora no município de São Paulo: avaliação do ruído e o impacto da
exposição na saúde da população**

Karina Mary de Paiva Vianna

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

Área de Concentração: Epidemiologia

**Orientador: Profa. Dra. Maria Regina
Alves Cardoso**

São Paulo

2014

É expressamente proibida a comercialização deste documento tanto na sua forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida **exclusivamente** para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano de tese.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, meu grande amigo e protetor por me permitir finalizar mais esta etapa e pela realização em minha vida profissional.

Aos meus pais Rubens e Nelita, pelo apoio incondicional, pela compreensão e por todos os ensinamentos que levarei para sempre em meu coração. Amo vocês!

Ao meu marido Daniel: à você todo o meu amor e meu agradecimento pela ajuda concreta na realização deste trabalho, pela compreensão nos momentos de ausência, pela paciência em meus devaneios... Amo muito você, obrigada por fazer parte da minha vida!

Aos meus irmãos Rodrigo e Igor, essenciais na minha vida. Obrigada pelo carinho, apoio e incentivo. Às minhas queridas cunhadas Clarissa e Keila. Amo Vocês!

Especialmente agradeço à minha querida orientadora Maria Regina Alves Cardoso. Obrigada pela confiança e pelo grande incentivo em toda a trajetória deste trabalho. Minha querida madrinha, você será sempre especial, serei eternamente grata pelos seus ensinamentos! Devo a você a grande conquista em minha profissional, pelo seu incentivo na realização do concurso. Amo você!

Agradeço ao meu querido Co-orientador Professor Paulo Henrique Trombetta Zannin e toda a equipe do LAAICA pelos conhecimentos transmitidos e toda a disponibilidade em auxiliar na execução do trabalho. Muito obrigada!

Ao Professor Rui Manuel Calejo Rodrigues e toda a equipe do NI&DEA pela oportunidade de vivenciar mais que experiências acústicas, uma nova cultura! Vocês são muito queridos!

À todos os membros da banca examinadora, à Professora Alessandra G. Samelli que me acompanhou desde a qualificação; ao Professor Fernando N. C. Pinto que se mostrou disponível à auxiliar na execução deste trabalho desde o início; à Professora Ana Cláudia Fiorini que contribui com sua experiência na área e ao Professor Luiz Felipe Silva, pela disponibilidade em compor esta banca. Agradeço a todas as valiosas contribuições.

À Faculdade de Saúde Pública, especialmente ao Departamento de Epidemiologia, por me propiciar uma formação diferenciada, essencial em minha vida profissional.

Às queridas Professoras Laura Feuerwerker e Cleide Lavieri Martins do departamento de Práticas de Saúde Pública. Obrigada pelos conhecimentos diferenciados!

Às queridas Professoras do Curso de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Santa Catarina, que me receberam com tanto carinho. Sou muito feliz por fazer parte desta equipe tão especial!

À minha querida amiga Karla, pelo apoio e incentivo desde a época da graduação. À todos os amigos da Faculdade de Saúde Pública que propiciaram momentos de alegria e descontração. De forma especial agradeço à Norma Farias, Cleiton Eduardo Fiório, Kelly Olympio e Alessandra Pellini.

À querida Renilda Schimono por toda a ajuda durante todo o período da minha pós-graduação.

Ao Sílvio César Lima Pinheiro, da Prefeitura de São Paulo, que nos cedeu os arquivos do Mapa Digital da Cidade (MDC), sem os todos os quais não seria possível a realização dos mapas de ruído.

A todos os que contribuíram de alguma forma para a realização desta pesquisa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

RESUMO

Paiva-Vianna, KM. Poluição sonora no município de São Paulo: avaliação do ruído e o impacto da exposição na saúde da população [tese de doutorado]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo; 2014.

Introdução: As preocupações referentes aos níveis de ruído no mundo moderno têm se agravado em função dos processos de urbanização e industrialização, que têm comprometido a qualidade acústica urbana devido às múltiplas fontes de ruído existentes. O impacto da exposição ao ruído na saúde da população ainda não está claramente estabelecido. Estratégias para a padronização de medidas de avaliação do ruído urbano, assim como a relação causal entre exposição ambiental e desfechos em saúde tem sido objeto de pesquisa. **Objetivo:** avaliar a situação acústica do distrito de Pinheiros, São Paulo e o impacto da exposição ao ruído na saúde da população residente no distrito. **Metodologia:** O estudo foi conduzido em duas etapas: (1) avaliação do ruído no distrito em estudo e elaboração de mapas de ruído, usando o software Predictor 8.11, em áreas selecionadas como expostas e não expostas ao ruído do tráfego rodoviário; (2) avaliação dos efeitos na saúde da população residente no distrito, por meio de um inquérito domiciliar com a população residente no distrito. Foram realizadas análises estatísticas usando o Teste Qui-quadrado e a Regressão Logística Múltipla. **Resultados:** Foram avaliados 75 pontos, contabilizando 20h de medição. Em todos os pontos, os níveis de ruído ultrapassaram os limites estabelecidos pela legislação. Nas áreas expostas, a situação acústica caracteriza a existência de poluição sonora. Foram conduzidas 225 entrevistas. Observou-se associação entre morar em área exposta e: perceber o ruído do tráfego e considerar o local da residência um ambiente ruidoso; relatar incômodo em função deste ruído e quando da realização de atividades como assistir televisão, descansar, conversar e se concentrar na realização de tarefas. Foi identificada relação dose-resposta entre aumento do grau de incômodo com o ruído do tráfego rodoviário e aumento dos níveis de ruído. Os fatores associados a morar nas áreas não expostas ao ruído do tráfego foram: incômodo com o ruído de vizinhança e qualidade do sono regular/ruim. **Conclusão:** Este estudo representa um avanço metodológico na mensuração do ruído urbano, que buscou produzir dados confiáveis e comparáveis em nível local e global. Os resultados referentes aos efeitos na saúde da população mostram a importância de se reformular as políticas públicas brasileiras visando a realização de ações direcionadas à prevenção, gestão e monitoramento do ruído no espaço urbano.

ABSTRACT

Paiva-Vianna, KM. Noise pollution in the city of São Paulo: noise assessment and the impact of exposure on population health [doctoral thesis]. São Paulo (BR): Faculty of Public Health. University of São Paulo; 2014.

Introduction: Concerns regarding noise levels in the modern world have worsened due to the urbanization and industrialization processes, that have committed to urban acoustic quality because of the multiple noise sources. The impact of noise exposure on population health is still not clearly established. Strategies for standardizing measures for assessing urban noise, as well as the causal relationship between environmental exposure and health endpoints have been subjects of research. **Objective:** to evaluate the acoustical situation in the district of Pinheiros, São Paulo, and the impact of noise exposure on health in the resident population in the district. **Methods:** The study was conducted in two steps: (1) noise assessment in the district under study and noise mapping, using the software Predictor 8.11, in areas selected as exposed and non-exposed to road traffic noise; (2) assessment of the health effects of the resident population in the district, through a household survey. Statistical analyses using Chi Square Test and Multiple Logistic Regression were performed. **Results:** 75 points were evaluated, accounting for 20h of measurement. At all points, the noise levels exceeded the limits established by law. In exposed areas, the noise situation characterizes the existence of noise pollution. 225 interviews were conducted. We observed an association between living in exposed area and: perceiving the traffic noise and consider the place of residence a noisy environment; report annoyance due to this noise and when performing activities such as watching television, resting, talking and concentrate on performing tasks. A dose-response relationship between increasing degree of annoyance with road traffic noise and increased noise levels was observed. The factors associated with living in areas not exposed to traffic noise were annoyance with neighborhood noise and fair / poor sleep quality. **Conclusion:** This study represents a methodological advance in the measurement of urban noise, as it sought to produce reliable and comparable data on local and global level. The results regarding the effects on health of the population show the importance of reformulating the Brazilian public policies aiming to carry out actions towards the prevention, management and monitoring of noise in the urban space.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Município de São Paulo e divisão administrativa, segundo distritos. São Paulo, 2014.....	32
Figura 2 – Foto da Marginal Pinheiros, São Paulo, SP.....	33
Figura 3 – Foto da Av. Brigadeiro Faria Lima, São Paulo, SP.....	34
Figura 4 – Foto da Avenida Rebouças, São Paulo, SP.....	35
Figura 5 – Foto da Avenida Heitor Penteado, São Paulo, SP.....	35
Figura 6 – Foto da Avenida Henrique Schaumann, São Paulo, SP.....	36
Figura 7 – Mapa da Vila Madalena, São Paulo, SP.....	37
Figura 8 – Mapa do Jardim Europa, São Paulo, SP.....	37
Figura 9 – Pontos de medição dos níveis de ruído nas vias selecionadas como expostas (a) e não expostas (b). São Paulo, 2013.....	38
Figura 10 – Mapas com informações cartográficas necessárias para o cálculo dos mapas de ruído.....	40
Figura 11 – Imagem dos edifícios no distrito de Pinheiros em formato 3D. São Paulo, 2014...	40
Figura 12 – Divisão do Distrito de Pinheiros para cálculo dos mapas de ruído (áreas expostas). São Paulo, 2014.....	43
Figura 13 – Mapa de ruído da Marginal Pinheiros, calculado no Predictor para o indicador Lday. São Paulo, 2014.....	52
Figura 14 – Mapa de ruído da Avenida Brigadeiro Faria Lima, calculado no Predictor para o indicador Lday. São Paulo, 2014.....	53
Figura 15 – Mapa de ruído da Avenida Rebouças, calculado no Predictor para o indicador Lday. São Paulo, 2014.....	54
Figura 16 – Mapa de ruído da Avenida Heitor Penteado, calculado no Predictor para o indicador Lday. São Paulo, 2014.....	55
Figura 17 – Mapa de ruído da Avenida Henrique Schaumann, calculado no Predictor para o indicador Lday. São Paulo, 2014.....	56
Figura 18 – Mapa de ruído da Vila Madalena, calculado no Predictor para o indicador Lday. São Paulo, 2014.....	57
Figura 19 – Mapa de ruído do Jardim Europa, calculado no Predictor para o indicador Lday. São Paulo, 2014.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Nível de Critério de Avaliação (NCA) para ambientes externos, em dB(A).	21
Tabela 2 – Comparação entre os Níveis de Pressão Sonora Equivalente (Leq) medido e simulado na Marginal Pinheiros. São Paulo, 2014.....	49

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	13
1. INTRODUÇÃO	17
1.1 - ENUNCIADO DO PROBLEMA	18
1.1.1 - Som, ruído e ruído ambiental	18
1.1.2 – Poluição Sonora e o Município de São Paulo	19
1.1.2 – Avaliação do ruído	21
1.1.4 – Avaliação do impacto da exposição na saúde humana.....	24
2. OBJETIVOS	26
2.1 – Objetivo geral.....	27
2.2 – Objetivos específicos.....	27
3. MÉTODOS	28
3.1 – Origem do estudo	29
3.2 – Avaliação do ruído	31
3.2.1 – Área de estudo.....	31
3.2.2 – Vias selecionadas nas áreas expostas	33
3.2.2.1 – Área 1 – Marginal Pinheiros – SP-015.....	33
3.2.2.2 – Área 2 – Avenida Brigadeiro Faria Lima	34
3.2.2.2 – Área 3 – Avenida Rebouças	34
3.2.2.3 – Área 4 – Avenida Heitor Penteado.....	35
3.2.2.4 – Área 5 – Avenida Henrique Schaumann	36
3.2.3 – Vias selecionadas nas áreas não expostas	36
3.2.3.1 – Vila Madalena	36
3.2.3.2 – Jardim Europa.....	37
3.2.2 – Locais de Medição.....	38
3.2.3 – Mapas de ruído	39
3.2.4 – Calibração do modelo.....	42
3.2.4 – Cálculo do mapeamento sonoro	42
3.3 – Impacto da exposição na saúde da população	43
3.3.1 – População de estudo	43
3.2.2 – Coleta de dados	44

3.3.3 – Análise dos dados	45
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4.1 – AVALIAÇÃO DO RUÍDO.....	48
4.1.2 - Calibração dos modelos simulados	48
4.1.2 – Mapeamento Sonoro.....	51
4.1.2.1 – Marginal Pinheiros	52
4.1.2.2 – Avenida Brigadeiro Faria Lima.....	53
4.1.2.3 – Avenida Rebouças	54
4.1.2.4 – Avenida Heitor Penteado.....	55
4.1.2.5 – Avenida Henrique Schaumann.....	56
4.1.2.6 – Vila Madalena	57
4.1.2.7 – Jardim Europa	57
4.2 – Manuscrito 1.....	60
4.3 – Manuscrito 2.....	89
4.4 – Manuscrito 3.....	110
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	126
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	129
7. ANEXOS	134
Anexo 1 – Medições dos níveis de ruído	135
Anexo 2 – Instrumento de coleta de dados.....	137
Anexo 3 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	144

GLOSSÁRIO

- DECIBEL (dB): é uma escala criada para medir de forma não linear a pressão recebida pelo ouvido humano que responde de forma logarítmica aos estímulos.
- CURVAS DE PONDERAÇÃO: são curvas de ponderação ou equalização que foram propostas com a finalidade de aproximar, por meio de correções, os níveis sonoros captados por medidores da real percepção do som pelo ouvido humano. A curva de ponderação A é a que mais se assemelha à resposta do ouvido humano.
- NÍVEL DE PRESSÃO SONORA EQUIVALENTE (L_{eq}): é um nível constante médio que equivale, em termos de energia acústica, aos níveis variáveis do ruído durante o período de medição, é expresso em decibel (dB).
- MODO DE RESPOSTA *FAST*: indica a velocidade rápida de medição selecionada no medidor de pressão sonora. Para memorização dos dados, essa opção permite maior precisão dos dados.

Esta tese de doutorado foi elaborada de forma que a seção de resultados é composta pelos manuscritos decorrentes deste projeto de pesquisa. Assim, encontra-se estruturada da seguinte forma:

- **Introdução:** seção em que se encontra uma introdução geral do problema: poluição sonora, justificando-se a importância do método proposto para a avaliação do ruído e dos principais efeitos na saúde da população.

- **Objetivos: gerais e específicos**

- **Métodos:** nesta seção são apresentados, de forma detalhada, todos os procedimentos para a realização dos mapas de ruído do distrito de Pinheiros, São Paulo e para a condução dos inquéritos realizados com a população residente neste distrito.

- **Resultados e Discussão:** são apresentados os três manuscritos elaborados com os dados obtidos durante a realização deste projeto de pesquisa.

- **Manuscrito 1 – *Noise pollution and annoyance: an urban soundscapes study.*** (Submetido à Revista Noise & Health)

Este manuscrito se refere ao trabalho realizado durante o estágio Sanduíche no Núcleo de Investigação e Desenvolvimento em Engenharia Acústica (NI&DEA) na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal (FEUP), sob supervisão do Professor Rui Manuel Calejo Rodrigues (co-autor). Este estágio permitiu o primeiro contato com o método de produção de mapas de ruído e avaliou a aplicabilidade da terminologia Paisagem Sonora para avaliar os efeitos do ruído na saúde.

Desta forma, este manuscrito apresenta os resultados do trabalho conduzido com a equipe do NI&DEA, no qual foram confeccionados mapas de ruído em diferentes cenários (lazer, trabalho e na residência) selecionados como expostos e não expostos e condução de inquéritos sobre os efeitos à saúde da população dos mesmos cenários da cidade do Porto, Portugal.

- **Manuscrito 2 – *Ruído do tráfego rodoviário e efeitos na saúde em uma população urbana: um estudo transversal em São Paulo.***

Este manuscrito é fruto da pesquisa conduzida no município de São Paulo. Foram realizados mapas de ruído e com a finalidade de seguir a mesma proposta do estudo conduzido em Portugal, foram selecionadas áreas expostas e não expostas decorrentes do ruído do tráfego rodoviário no distrito de Pinheiros. Para verificar os efeitos na saúde da população foram conduzidos inquéritos com a população residente neste distrito. Para a realização dos mapas de ruído, contamos com a parceria do Laboratório de Acústica Ambiental, Industrial e Conforto Acústico (LAAICA) da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Paraná (UFPR), sob supervisão do Professor Paulo Henrique Trombetta Zannin (co-autor).

- **Manuscrito 3 – *Poluição Sonora em São Paulo: ruído ambiental, queixas da comunidade e efeitos não auditivos na população.***

Este manuscrito também se refere ao estudo conduzido no distrito de Pinheiros, SP. A proposta do enfoque nos efeitos da exposição ao ruído ambiental (proveniente de bares, restaurantes, casas noturnas e da vizinhança) surgiu em função dos dados relevantes encontrados nas áreas não expostas ao ruído do tráfego urbano. Tendo em vista o impacto observado na saúde da população em relação ao ruído produzido na comunidade, optou-se por direcionar este estudo à análise de queixas em função do excesso de ruído que leva a população a registrar reclamações junto ao programa voltado ao controle dos níveis de ruído no município de São Paulo (PSIU). A atitude contrária da população à poluição sonora pode ser caracterizada como um indicador de incômodo, o que sugere a necessidade de se criar estratégias mais efetivas para garantir à população bem-estar, conforto e sossego público.

- Considerações finais

- Referências Bibliográficas

- Anexos

1. INTRODUÇÃO

1.1 - ENUNCIADO DO PROBLEMA

1.1.1 - Som, ruído e ruído ambiental

O som é explicado pela variação de pressão do ar que provoca resposta sensitiva do sistema auditivo. Todo som é captado pela orelha externa, conduzido à orelha média, na qual se encontram a membrana timpânica e a cadeia ossicular, e transportado à orelha interna, sendo esta responsável pela transformação da energia elétrica em estímulo nervoso, resultando na sensação do som. Esta transformação só ocorre dentro de uma faixa específica de frequência que varia de 20 a 20000 Hz¹.

O som possui múltiplas funções, se configurando em uma importante fonte de informações, porém pode também ser perturbador. Ele pode ser agradável bem como causar incômodo. Os efeitos do som são extremamente subjetivos, o que significa que o mesmo som pode ser útil para um indivíduo e ser não desejado para outro².

O ruído pode ser definido como um som desagradável e indesejável que pode afetar o bem-estar físico, mental e social do indivíduo exposto e tem sido caracterizado como um dos mais importantes problemas ambientais³. A multiplicidade de fontes emissoras de ruído em grandes áreas urbanas envolve os meios de transporte, como carros, aviões e trens, as indústrias e os eventos e festas, afetando grande número de pessoas. Segundo a Organização Mundial da Saúde (2011)⁴, o ruído ambiental contribui para a carga de doenças quando se analisam os riscos ambientais. Uma em cada três pessoas apresenta incômodo durante o dia e uma em cada cinco tem problemas de sono durante a noite em função do ruído do tráfego.

A qualidade ambiental deve ser avaliada baseada em mudanças dos ambientes, das formas de ocupação e das atividades neles desenvolvidas. O ruído está presente em toda atividade humana e quando ele é gerado por atividades da comunidade, como ruído residencial, tráfego de veículos, parques, atividades esportivas e artísticas, é classificado como ruído ambiental⁵.

A crescente urbanização e industrialização tem sido responsável pela rápida e desordenada expansão de grandes centros, verticalização das cidades, com consequente impacto no meio ambiente. Aliada à falta de planejamento territorial, a variedade de fontes ruidosas combinadas e o crescimento da frota de veículos podem configurar ambientes urbanos acusticamente desfavoráveis⁶.

Para Souza (2004)⁷, o ambiente urbano constitui-se em um sistema complexo, interligado e dinâmico, responsável pela propagação do ruído resultante da intersecção e sobreposição de três dimensões: ambiente natural, ambiente construído e ambiente socioeconômico.

O tráfego de veículos automotores pode ser considerado a principal e mais constante fonte de ruído urbano, enquanto o ruído aeronáutico representa a poluição que afeta o maior número de pessoas nas redondezas dos aeroportos^{8,9}.

1.1.2 – Poluição Sonora e o Município de São Paulo

A poluição sonora é considerada a segunda maior forma de poluição no mundo por afetar grande número de pessoas, sendo precedida apenas pela poluição do ar e da água⁴. Apesar disso, ela se constitui numa forma incomum de poluição por não provocar alterações permanentes no meio ambiente. Conforme a legislação brasileira, o termo

poluição se refere à degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde e o bem-estar da população e criem condições adversas às atividades sociais e econômicas¹⁰.

No Brasil, a Legislação Federal sobre Poluição Sonora Urbana conceitua como poluição a emissão de sons e ruídos em níveis que causam incômodo às pessoas e animais e que prejudicam a saúde e as atividades humanas. Assim, estabelece o controle e a fiscalização da poluição sonora como competência dos municípios, órgãos ambientais e de trânsito, os quais se valem dos limites estabelecidos por normas técnicas editadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)¹¹.

São Paulo é o Município mais populoso do estado de São Paulo e do Brasil. É uma das quatro megalópoles do mundo, com população estimada em 11.244.369 habitantes¹². Possui área equivalente a aproximadamente 1509 km², com 968 km² pertencentes à área urbana, sendo a maior área urbana do país. O município está dividido em 31 subprefeituras, sendo estas subdivididas em 96 distritos administrativos.

A Legislação ambiental do Município de São Paulo, da Secretaria do Verde e Meio Ambiente – SVMA dispõe por meio da Lei nº 11.804 de 19 de junho de 1995¹³, sobre a avaliação da aceitabilidade de ruídos na cidade que visa o conforto da comunidade e estabelece, em seu artigo 2º, que os ruídos superiores aos definidos pela Norma Brasileira Registrada – NBR 10.151 da ABNT são prejudiciais à saúde e ao conforto público¹¹ (Tabela 1).

Tabela 1 – Nível de Critério de Avaliação (NCA) para ambientes externos, em dB(A).

Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10.151:1999. Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Rio de Janeiro; junho de 2000.

Estes limites de aceitabilidade dos níveis de ruído urbano foram estabelecidos pela ABNT há mais de uma década. A escala e a intensidade dos problemas ambientais decorrentes da expansão demográfica e urbana das últimas décadas tem representado um grande desafio à formulação de políticas públicas brasileiras.

1.1.2 – Avaliação do ruído

As preocupações referentes aos efeitos do ruído ambiental à saúde, ao bem-estar e à qualidade de vida da população têm crescido e tem-se buscado avaliar quantitativamente o risco desta exposição, usando evidências e dados disponíveis¹⁴.

Devido à necessidade de dados relativos à avaliação e gestão do ruído ambiente, em 2002 a Comunidade Europeia estabeleceu a Diretiva 2002/49/CE¹⁵, tornando obrigatória a produção de mapas de ruído em zonas de interesse, como grandes aglomerações e grandes eixos rodoviários. O objetivo desta diretiva foi definir uma

abordagem comum capaz de evitar, prevenir ou reduzir, em base prioritária, os efeitos prejudiciais da exposição ao ruído ambiental.

Os mapas de ruído são ferramentas estratégicas de análise e planejamento que permitem integrar prevenção e controle de ruído, facilitando o planejamento acústico em ordenamento do território, gestão do tráfego e redução do ruído a partir do monitoramento. Eles permitem diagnosticar a situação acústica de uma área geográfica e fornecem informações relevantes para os planos de ação locais e globais, auxiliando decisões e formulações de políticas públicas^{16,17,18}. Configuram-se, assim, em importantes ferramentas de intervenção, por permitirem a identificação de zonas em situação de conflito entre os níveis de ruído existentes e a classificação da zona, ou seja, áreas em sobre-exposição ao ruído.

Desta forma, é possível caracterizar a acústica no território avaliado, acompanhar e controlar os níveis de exposição, a partir dos indicadores para diferentes horas do dia (indicador noturno – L_n e o indicador dia-entardecer-noite – L_{den}) e dos critérios de sensibilidade ao ruído para as diferentes zonas: sensíveis (com vocação residencial, hospitalar ou escolar) e mistas (com vocação comercial)¹⁵. Além disso, é possível estimar a população exposta, por meio do número de edificações na área avaliada.

Desde 2002, com as medidas impostas pela Diretiva Europeia (2002/49/CE)¹⁵, os estados-membros da Comunidade Europeia têm garantido medidas necessárias para o mapeamento do ruído. Nos últimos anos, algumas cidades brasileiras tem usado esta ferramenta para avaliar o ruído ambiental em algumas áreas, como em Copacabana no Rio de Janeiro, no bairro Jardins em Aracaju, no corredor de transporte metropolitano – Linha Verde, no Jardim Botânico e no Campus do Centro Politécnico da Universidade

Federal do Paraná, em Curitiba, em uma avenida em Maringá, Paraná, em três regiões com vocações distintas (residencial, comercial e mista) em Campo Grande, Mato Grosso e em Belém, Pará^{19,20,21,22,23,24,25}. As principais pesquisas que envolvem elaboração de mapas de ruído são do Laboratório de Acústica Ambiental e Conforto Industrial (LAAICA), UFPR. Este grupo tem realizado vários trabalhos na cidade de Curitiba e em colaboração com outros estados, como é o caso de Aracaju, Campo Grande e Belém.

Segundo Fiedler (2013)²², os mapas acústicos são excelentes ferramentas para o gerenciamento do ruído ambiental, pois eles podem fornecer:

- 1) Uma visão ampla do problema de poluição sonora,
- 2) Uma análise da situação presente e futura dos níveis sonoros,
- 3) Por meio dos mapas de ruído, pode-se identificar as principais fontes de ruído no meio urbano, assim como quantificar seus níveis sonoros,
- 4) Manutenção permanente de uma base de dados sobre estudos de poluição sonora, que possibilitaria minimizar as medições de campo,
- 5) Predição de situações futuras, contribuindo para o planejamento urbano:
 - a) Abertura e fechamento de ruas;
 - b) Construção ou desativação de linhas férreas;
 - c) Implantação de novas unidades habitacionais;
 - d) Implantação de novos estabelecimentos comerciais.

Estas análises podem contribuir para a elaboração de políticas públicas, elaboração do Zoneamento Urbano, planejamento de Uso do Solo e discussão de legislação pertinente ao controle de emissões (fontes sonoras) e imissões sonoras (níveis sonoros recebidos pela população).

1.1.4 – Avaliação do impacto da exposição na saúde humana

Em 1972, a partir da 1ª Conferência sobre meio ambiente da Organização das Nações Unidas, as questões ambientais ganharam visibilidade em discussões a respeito da saúde. Desde então, o ruído foi declarado como poluente ambiental²⁶. Nesta mesma década, o projeto desenvolvido por Murray Schafer no Canadá: World Soundscape Project²⁷ defendia a importância da melhoria da qualidade do ambiente sonoro urbano, devido aos efeitos negativos da poluição sonora à saúde humana.

Embora a relação entre poluição ambiental e doenças seja objeto de pesquisa há muito estabelecido, apenas nos últimos anos tem se buscado quantificar os riscos dessa relação¹⁴.

Em 2011, a Organização Mundial de Saúde⁴ revelou que ao menos um milhão de anos de vida saudáveis são perdidos devido ao ruído do tráfego nos países da Europa Ocidental. Dentre os principais desfechos de saúde decorrentes desta exposição destacaram-se: doenças cardiovasculares, comprometimento cognitivo, distúrbios do sono, zumbido e incômodo. Este mesmo documento sugere a quantificação da carga de doença pelo indicador Anos de Vida Perdidos Ajustados por Incapacidade (DALYs). De acordo com este critério, a principal carga de doença em função da exposição ao ruído é atribuída aos distúrbios do sono (903.000 DALYs), seguida pelo incômodo (654.000 DALYs).

O incômodo se configura em uma das principais queixas da comunidade em resposta à exposição ao ruído ambiental e pode interferir no desempenho de atividades diárias, descanso e gerar sentimentos negativos como raiva, cansaço e estresse. O grau de incômodo pode ser influenciado por valores sociais, características individuais (idade e sensibilidade) e situacionais (isolamento acústico na residência)²⁸.

Os distúrbios do sono se caracterizam como um dos mais preocupantes efeitos da exposição ao ruído, já que um sono tranquilo é indispensável à vigília diurna, permitindo execução e concentração em tarefas, bem estar e saúde. Reações como movimentações corporais e o despertar durante a noite podem ser um sinal fisiológico do despertar cortical, que pode comprometer a qualidade do sono e nem sempre são reconhecidos como uma reação ao ruído²⁹. A exposição ao ruído gera respostas orgânicas, que são automáticas, o que leva o mesmo a ser classificado como um estressor ambiental que influencia processos fisiológicos, comportamentais e psicológicos^{30,31,32,33,34}.

Os efeitos não auditivos da exposição ao ruído ainda são desconhecidos pela população. Devido ao seu caráter subjetivo, as reações emocionais e fisiológicas nem sempre são atribuídas à este tipo de exposição. A informação em saúde, por meio de educação ambiental da população referente aos prejuízos, muitas vezes silenciosos, da exposição a elevados níveis de pressão sonora são essenciais, se configurando em uma ação de promoção da saúde, em busca de mudanças de comportamentos e atitudes da população para a criação de ambientes mais saudáveis.

2. OBJETIVOS

2.1 – Objetivo geral

Analisar o impacto ambiental sonoro gerado pelo ruído do tráfego rodoviário e os efeitos na saúde da população em áreas expostas e não expostas no distrito de Pinheiros.

2.2 – Objetivos específicos

- Definir áreas expostas e não expostas ao ruído do tráfego rodoviário, baseando-se em informações a respeito do número de veículos circulantes;
- Avaliar o ruído gerado pelo tráfego rodoviário nas áreas expostas e não expostas do distrito;
- Realizar o mapeamento acústico destas áreas, como forma de avaliar a poluição sonora;
- Comparar o impacto na saúde da população residente nestas áreas;
- Verificar a associação entre exposição ao ruído do tráfego rodoviário e incômodo na população das duas áreas;
- Verificar a associação entre exposição ao ruído do tráfego rodoviário e distúrbios do sono na população das duas áreas;
- Verificar a relação dose-resposta entre exposição e efeitos na saúde;
- Analisar ações e programas voltados para o controle da poluição sonora no município de São Paulo.

3. MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo - FSP/USP (Protocolo de Pesquisa nº 2343). Os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) que estão armazenados na Faculdade de Saúde Pública da USP.

3.1 – Origem do estudo

O intuito deste estudo foi dar prosseguimento às pesquisas relacionadas à área de Ruído Urbano e Saúde Pública. Entre os anos de 2000 e 2001, foi realizado um estudo na FSP para avaliar o ruído urbano no município de São Paulo. Assim, foram realizadas medições dos níveis de pressão sonora em 75 pontos selecionados como representativos das vias urbanas existentes no município. Observou-se que os níveis de ruído estavam acima dos limites permitidos pela legislação municipal em todos os pontos avaliados. Para as áreas estritamente residenciais urbanas ou de hospitais e escolas, o ruído variou de 55,2 – 68,7dB(A). Nas áreas mistas predominantemente residenciais essa variação foi de 63,3 – 73,9dB(A). Já nas áreas mistas com vocação comercial e administrativa, 69,6 – 81,4dB (A)³⁵.

Em 2001, foram avaliados trabalhadores ligados à coordenação do trânsito na cidade de São Paulo e observou-se associação entre altos níveis de ruído na região de trabalho e casos sugestivos de Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR)³⁶. Em 2002, foram avaliados motoristas de uma empresa de transporte coletivo urbano para verificar a associação entre exposição combinada ao ruído e à vibração e desenvolvimento de PAIR. Foi encontrada maior prevalência de PAIR (46%) em motoristas com mais tempo de trabalho (5 anos e mais) em comparação com aqueles que trabalhavam há um tempo máximo de três anos (24%)³⁷.

Em 2008, foi conduzido um estudo na mesma instituição com a finalidade de estimar a prevalência de incômodo causado pelo ruído em trabalhadores de estabelecimentos comerciais na zona central do município. Foram realizadas medições dos níveis de pressão sonora nas ruas da região e foram conduzidos inquéritos para avaliar os efeitos da exposição ocupacional à saúde. De acordo com a classificação da ABNT para os Níveis de Critério de Avaliação (NCA) essa região se configura numa área mista de vocação comercial e administrativa. Verificou-se que os níveis de pressão sonora ultrapassaram o limite permitido para o período diurno (60 dB) em todas as ruas avaliadas e observou-se alta prevalência de incômodo (62,5%) relatado em função do ruído no local de trabalho³⁸.

Em continuidade aos estudos na linha de pesquisa: Ruído e Saúde Pública, este projeto representou a iniciativa de incorporar conhecimentos da área de Engenharia Acústica para avaliação do ruído urbano no município. Para isso, foi necessário realizar parcerias com pesquisadores da área. O primeiro avanço metodológico aconteceu com a realização de um Estágio Sanduiche realizado no Núcleo de Investigação e Desenvolvimento em Engenharia Acústica (NI&DEA) da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, no período de janeiro a junho de 2012. Este foi o primeiro contato com o método de mapeamento do ruído.

Posteriormente, contamos com a colaboração do Professor Dr. Paulo Henrique Trombetta Zannin, responsável pelo Laboratório de Acústica Ambiental, Industrial e Conforto Acústico – LAAICA – da Universidade Federal do Paraná, que nos possibilitou, por meio de apoio tecnológico, científico e de profissionais treinados, realizar os mapas de ruído. A proposta inicial deste projeto envolvia a elaboração de mapas de ruído em todo o município de São Paulo, porém foi necessário selecionarmos uma área para iniciar o estudo. A parceria com o LAAICA e o aprofundamento de

conhecimentos relativos aos procedimentos e técnicas necessários à realização deste método, foram essenciais para a condução deste estudo.

Os mapas de ruído se configuram em uma ferramenta estratégica na gestão e monitoramento do ruído ambiental. Entretanto, este método de predição não tem como proposta substituir as medições pontuais dos níveis de pressão sonora no ambiente. Por isso, ele inclui uma etapa de calibração, na qual são selecionados pontos estratégicos para se efetuar medições pontuais que são comparadas às medidas calculadas pelo programa nos mesmos pontos medidos. A quantidade de pontos a serem selecionados para as medições é um importante critério para se garantir a representatividade do modelo predito.

A realização deste projeto em uma área inicial permitiu a integração entre os conhecimentos acústicos para avaliação do ruído urbano de forma confiável e comparável internacionalmente e os conhecimentos na área de Saúde Pública na tentativa de avançar no conhecimento da relação entre exposição sonora e efeitos à saúde humana.

A condução deste projeto envolveu duas etapas: uma referente à avaliação do ruído urbano por meio da elaboração de mapas de ruído e outra referente à avaliação do impacto da exposição sonora na saúde da população.

3.2 – Avaliação do ruído

3.2.1 – Área de estudo

A área selecionada foi o distrito de Pinheiros, localizado na zona oeste, com área de aproximadamente 8km². A escolha deveu-se ao fato de se tratar de uma área com

para cada tipo de via (trânsito rápido, arterial 1, arterial 2, arterial 3, coletor 1, coletor 2 e local)⁴⁰.

3.2.2 – Vias selecionadas nas áreas expostas

As vias expostas ao ruído do tráfego foram divididas em cinco áreas que priorizam trajetos próximos a áreas residenciais.

3.2.2.1 – Área 1 – Marginal Pinheiros – SP-015

Marginal Pinheiros é a denominação dada ao conjunto de avenidas que estão à margem do Rio Pinheiros, como a Avenida das Nações Unidas e Rua Hungria; se configura na segunda maior via expressa da cidade. A partir dela é possível o acesso às rodovias Imigrantes e Anchieta, com grande fluxo veicular (caminhões, motocicletas e carros). Em seu trajeto observa-se a presença de edifícios residenciais.

Figura 2 – Foto da Marginal Pinheiros, São Paulo, SP.

Fonte: Google Maps – Street View.

3.2.2.2 – Área 2 – Avenida Brigadeiro Faria Lima

É uma das principais artérias do município, representa um importante centro comercial e mercantil, possuindo ao longo de sua extensão prédios residenciais.

Figura 3 – Foto da Av. Brigadeiro Faria Lima, São Paulo, SP.

Fonte: Google Maps – Street View.

3.2.2.2 – Área 3 – Avenida Rebouças

É um dos principais eixos rodoviários e de transporte público de São Paulo, por possuir corredor exclusivo de ônibus ao longo de sua extensão. Seu eixo principal é duplicado e tem de 3,3km. Apesar de sua importância mercantil e financeira apresenta vários prédios residenciais à beira da via.

Figura 4 – Foto da Avenida Rebouças, São Paulo, SP.

Fonte: Google Maps – Street View.

3.2.2.3 – Área 4 – Avenida Heitor Penteado

Representa uma importante via de ligação da zona oeste de São Paulo, nela se localiza uma estação do Metrô de São Paulo (Vila Madalena) e se configura em uma via predominantemente residencial.

Figura 5 – Foto da Avenida Heitor Penteado, São Paulo, SP.

Fonte: Google Maps – Street View.

3.2.2.4 – Área 5 – Avenida Henrique Schaumann

É uma das vias que delimita o distrito de Pinheiros. Apresenta em sua extensão vocação comercial, além de possuir vários prédios residenciais.

Figura 6 – Foto da Avenida Henrique Schaumann, São Paulo, SP.

Fonte: Google Maps – Street View.

3.2.3 – Vias selecionadas nas áreas não expostas

As vias não expostas foram representadas por três áreas: Vila Madalena, Alto de Pinheiros e Jardim Europa.

3.2.3.1 – Vila Madalena

É um bairro nobre da cidade de São Paulo cujo perfil populacional apresenta altos indicadores socioeconômicos e onde se concentram bares e casas noturnas.

Figura 7 – Mapa da Vila Madalena, São Paulo, SP.

Fonte: Google Street View.

3.2.3.2 – Jardim Europa

É um dos bairros mais valorizados da cidade de São Paulo, sendo composto por residências de alto padrão. Concentra um dos mais altos indicadores socioeconômicos da cidade.

Figura 8 – Mapa do Jardim Europa, São Paulo, SP.

Fonte: Google Maps – Street View.

3.2.2 – Locais de Medição

Foram realizadas medições dos níveis de ruído em 75 pontos selecionados nas vias do distrito de Pinheiros, totalizando aproximadamente 20h de medição (Figura 9).

Figura 9 – Pontos de medição dos níveis de ruído nas vias selecionadas como expostas (a) e não expostas (b). São Paulo, 2013.

Os procedimentos de medição seguiram as normas NBR 10.151:2000 (ABNT)¹¹, o equipamento foi o medidor de nível de pressão sonora – Analisador Brüel & Kjaer 2237 e o Calibrador Acústico Brüel & Kjaer, classe 1, devidamente calibrado antes das medições, para garantir precisão dos resultados. Descritores acústicos como Nível de Pressão Sonora Equivalente Contínuo (Leq) foram usados e expressos em dB(A) e foi calculada a média de todos os Leq obtidos nos diversos pontos das ruas estudadas. As medições seguiram as regras quanto à distância em relação ao solo (1,2m) e a qualquer

superfície reflexiva, como muros e paredes (2m), e foram respeitadas as condições meteorológicas (sem chuva e vento forte)¹¹. Cada medida teve a duração de 15 minutos, para evitar viés de medição devido às possíveis mudanças no fluxo de trânsito em virtude da presença de semáforos. Para as medições nas áreas expostas, por se tratarem de ruas extensas os pontos foram espaçados aproximadamente 300m, de forma a obter o maior número de dados para a calibração dos mapas de ruído. Já nas áreas selecionadas como não expostas, as ruas eram curtas, com características muito semelhantes e muitas vezes próximas a cruzamento de vias, assim foram selecionados pontos estratégicos de medição que fossem representativos.

As configurações dos analisadores foram realizadas no modo FAST e a curva de ponderação A, apropriadas às medições externas de ruído. Foram registrados eventos que pudessem interferir na análise dos dados e no mapeamento sonoro. As medições foram realizadas em dias úteis das 7 às 20h, entre os meses de maio e julho de 2013.

3.2.3 – Mapas de ruído

Os mapas de ruído permitem diagnosticar a situação acústica de uma área estudada, servindo de suporte em ações de controle e redução da poluição sonora, em busca de ambientes acusticamente favoráveis à qualidade de vida e bem-estar da população. Ele se constitui em uma ferramenta de avaliação ambiental e de eficácia de alternativas de controle de ruído adotadas.

A confecção destes mapas envolve o uso de softwares e necessitam da inserção de várias informações, como topografia, arruamento, presença e altura dos edifícios, ou seja, todas as características que possam interferir na propagação do ruído. As

informações cartográficas foram obtidas por meio do Mapa Digital da Cidade (MCD), cedidas pela Prefeitura de São Paulo (Figuras 10 e 11).

Figura 10 – Mapas com informações cartográficas necessárias para o cálculo dos mapas de ruído.

a) Mapa do Distrito de Pinheiros com informações referentes às ruas e edifícios; b) Mapa do Distrito de Pinheiros com informações topográficas – curvas de nível.

Figura 11 – Imagem dos edifícios no distrito de Pinheiros em formato 3D. São Paulo, 2014.

Para o cálculo do ruído do tráfego rodoviário neste estudo, o software Predictor, 8.11⁴¹, modelou o nível de pressão sonora emitido pelas vias (ruas), baseado no fluxo de veículos por hora, velocidade e tipo de superfície. Sendo assim, a emissão sonora foi calculada baseada na Norma RMV-SRM2 que define as seguintes categorias de veículos:

- Veículos leves: carros, vans com um único eixo traseiro com um máximo de duas rodas sobre o eixo;
- Caminhões leves: pequenos ônibus, caminhonetas, caminhões não articulados com um eixo traseiro.
- Caminhões pesados: veículos articulados e com mais de um eixo traseiro.

Características referentes ao número de pistas e de mudança de fluxo ao longo da via foram levadas em consideração no cálculo. Assim, definiu-se que ruas com apenas uma pista nos dois sentidos, foram caracterizadas por apenas uma linha. Já as ruas com duas ou mais pistas nos dois sentidos foram representadas com duas linhas. Para cada linha de emissão foram inseridas informações a respeito do fluxo de tráfego horário para cada categoria de veículo, do tipo de pavimento (asfalto) e a velocidade referente a cada categoria veicular.

A velocidade média dos veículos nas vias analisadas foi baseada na velocidade máxima permitida nas vias de tráfego, variando de 50 a 60km para vias principais e 30 a 40km para vias secundárias.

As informações quanto ao número de veículo, como citado anteriormente na seleção das áreas expostas e não expostas, foram cedidas pelo grupo de pesquisa: Estudo da relação entre doenças respiratórias e cardiovasculares e poluição veicular nas regiões metropolitanas do estado de São Paulo (2007-2010) com a finalidade de

subsidiar a estruturação das atividades do programa de vigilância em saúde e qualidade do ar da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP/USP), sob coordenação da Professora Dra. Maria Regina Alves Cardoso.

3.2.4 – Calibração do modelo

A calibração se configura em uma das principais etapas da simulação acústica. Ela permite a checagem do modelo, a partir do qual é possível detectar falhas ou incorreções nas informações topográficas, nas características altimétricas das edificações e com relação à emissão das fontes de ruído (falta ou falha nas informações inseridas nas vias).

A calibração permite verificar a validação do modelo simulado, a partir da comparação entre os níveis de ruído gerados pela simulação com os níveis medidos, por meio da inserção de receptores no modelo. A diferença entre os pontos medidos e os simulados não pode ultrapassar 4,6dB(A)⁴², caso contrário faz-se necessária a realização novas medições (ANEXO 1).

3.2.4 – Cálculo do mapeamento sonoro

Esta é a última etapa da simulação, que permite o cálculo propriamente dito do modelo. Delimita-se uma área de cálculo para que o programa gere uma malha de pontos receptores (grid noise map)¹⁴. Dada a extensão do distrito, optou-se por dividir a área para o cálculo dos mapas de ruído (Figura 12).

Figura 12 – Divisão do Distrito de Pinheiros para cálculo dos mapas de ruído (áreas expostas). São Paulo, 2014.

O cálculo resulta em um mapa de escala de cores correspondente aos níveis sonoros, que permite fácil visualização e entendimento do comportamento acústico da área de cálculo.

3.3 – Impacto da exposição na saúde da população

3.3.1 – População de estudo

Foi realizado um estudo transversal com a população adulta (indivíduos com 20 anos e mais) residente no distrito de Pinheiros, São Paulo há um tempo mínimo de seis meses.

O tamanho da amostra foi calculado considerando a prevalência esperada de relatos de distúrbios do sono e incômodo³, com erro máximo de 5% em 95% das possíveis amostras, a partir da seguinte fórmula:

$$n = \frac{p \times q \times z^2}{d^2} \rightarrow n = \frac{0,30 \times 0,70 \times 1,96^2}{0,05^2} \rightarrow n \sim 325$$

n – tamanho da amostra

p – proporção esperada de indivíduos com distúrbios do sono e incômodo

q – 1-p

z – 1,96 (percentil da distribuição normal)

d – erro máximo admitido em valor absoluto

Para o sorteio dos domicílios, foi realizada a contagem de todos os edifícios residenciais nas áreas de estudo, assim como foram coletadas informações com os porteiros e/ou zeladores quanto ao número de apartamentos por andar e presença de apartamentos vagos e salas comerciais, que não entraram no sorteio. Após o sorteio dos domicílios, a pesquisadora entregou em cada um destes domicílios, informações sobre os objetivos da pesquisa e pesquisadores envolvidos, assim como certificou a credibilidade da mesma por ser realizada por pesquisadores ligados à Universidade de São Paulo, convidando os sorteados a receberem os entrevistadores, devidamente identificados.

3.2.2 – Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada por meio da aplicação de um questionário previamente estruturado para uma pesquisa referente ao incômodo em trabalhadores do comércio³⁸, que foi adaptado para a população desta pesquisa após um estudo piloto. O questionário englobou as seguintes questões: identificação e características

sociodemográficas dos entrevistados, tempo de residência, percepção de fontes de ruído (rodoviário, aéreo e de vizinhança), qualidade sonora na residência e presença de doenças crônicas. O incômodo em relação às fontes de ruído foi verificado por meio de questões dicotômicas (sim, não) e quanto ao grau de incômodo (pouco, moderado e muito), além da interferência na realização de atividades como assistir televisão, descansar, conversar e se concentrar na realização de tarefas. Os distúrbios do sono foram avaliados segundo qualidade do sono (excelente, regular/ruim), tomar medicamentos para dormir, dificuldades para dormir e acordar durante a noite, nas seguintes categorias: sempre, às vezes e nunca (ANEXO 2).

As entrevistas foram realizadas no domicílio dos sorteados, pela pesquisadora e um entrevistador devidamente treinado para garantir a homogeneidade da coleta. Foi realizada uma média de três visitas para localizar algum respondente. No domicílio sorteado poderiam participar da pesquisa mais de um morador.

3.3.3 – Análise dos dados

Os níveis de pressão sonora equivalente (L_{eq}) foram expressos em dB (A) e foram calculadas as diferenças entre a medição e a simulação em dB(A). Foram confeccionados mapas dos níveis sonoros de áreas selecionadas no distrito de Pinheiros, SP. Esta ferramenta metodológica possibilita conhecer os níveis de ruído em qualquer ponto das áreas estudadas, por meio da leitura direta dos mapas.

Os dados coletados foram armazenados no software EpiData e analisados no programa STATA 10.0.

Foi realizada análise descritiva das características sociodemográficas, percepção em relação ao ruído e à qualidade sonora da residência, presença de doenças crônicas, incômodo e distúrbios do sono. Com a finalidade de testar a relação dose-resposta entre os níveis de exposição e os níveis de incômodo, foi criada uma escala entre os valores máximo e mínimo dos Níveis Pressão Sonora Equivalentes (Leq) medidos. Para identificar possíveis associações entre a exposição ao ruído do tráfego, incômodo e distúrbios do sono foi realizado o Teste do Qui-quadrado. Para identificação de fatores independentemente associados à exposição ao ruído do tráfego rodoviário foram conduzidas análises de Regressão Logística Múltipla.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção são apresentados os manuscritos elaborados com os dados obtidos na pesquisa. Porém, antes disto, são apresentados dados referentes à calibração dos modelos simulados e todos os mapas de ruído elaborados no distrito de Pinheiros, já que nem todos se encontram contemplados nos manuscritos.

4.1 – AVALIAÇÃO DO RUÍDO

4.1.2 - Calibração dos modelos simulados

No mapeamento do ruído, uma das principais etapas é a calibração do modelo, permitindo validação do mesmo. Na Tabela 2, são apresentados os dados relativos à calibração em cada via selecionada. Para validação dos mapas de ruído, nenhum dos valores pode ultrapassar 4.6dB(A).

Tabela 2 – Comparação entre os Níveis de Pressão Sonora Equivalente (Leq) medido e simulado na Marginal Pinheiros. São Paulo, 2014.

Vias	Níveis de Pressão Sonora Equivalente (Leq) em dB (A)		Diferença entre a medição e a simulação
	Pontos medidos	Simulação	
Expostas			
Marginal Pinheiros	78.3	81.1	-2.8
	76.6	74.0	2.6
	75.3	73.9	1.4
	77.8	79.6	-1.8
	77.9	78.7	-0.8
Av. Brigadeiro Faria Lima	72.2	76.0	-3.8
	73.0	71.7	1.3
	75.7	73.5	2.2
	74.3	72.9	1,4
	74.8	75.1	-0.3
Av. Rebouças	75.6	74.9	0.7
	75.3	76.5	-1.2
	75.2	73.2	2.0
	74.4	72.9	-1.5
	74.2	73.0	1.2
R. Pedroso de Morais	77.3	78.3	-1.0
	69.4	71.4	-2.0
	66.5	70.0	-3.5
	66.9	69.2	-2.3
	70.2	71.3	-1.1
Av. Heitor Penteado	68.3	70.1	-1.8
	68.6	71.2	-2.6
	72.3	74.2	-1.9
	72.3	73.3	-1.0
	73.5	72.3	1.2
Av. Henrique Shaumann	75.7	73.8	1.9
	76.0	77.7	-1,7
	73.2	72.5	0.7
	74.7	76.3	-1.6
	73.2	74.6	-1.4
R. Teodoro Sampaio	77.7	75.5	2.2
	71.0	68.7	2.3
R. Cardeal Arcoverde	78.7	75.6	3.4
R. Butantã	75.2	77.9	-2.7
R. Inácio Pereira	71.0	73.2	2.2
R. Paes Leme	74.7	73.8	0.9

Continua...

Continuação			
Vias	Medido	Simulado	Diferença
Vias Não Expostas			
Rua Groelândia	71.4	69.1	2.3
Rua Gumerindo Saraiva	70.8	68.4	1.4
Av. Europa	74.2	73.8	0.4
Rua Sofia	60.3	59.2	1.1
Rua Bucarest	62.2	60.9	1.3
Rua Espanha	65.2	63.1	2.1
Rua Atenas	58.6	57.7	0.9
Rua Holanda	63.2	62.0	1.2
Rua Portugal	57.9	56.9	1.0
Rua Suécia	59.6	58.1	1.5
Rua Alemanha	66.6	64.7	1.9
Rua Inglaterra	58.0	56.0	2.0
Rua Suíça	61.1	60.3	0.8
Rua Turquia	67.3	65.6	1.7
Rua Prudente Correia	64.5	65.5	-1.0
Rua Prof. Arthur Ramos	65.3	66.1	-1.2
Rua Tucumã	64.8	63.6	1.2
Rua Angelina Maffei	66.7	68.3	-1.6
Rua Gabriel Monteiro	68.0	70.2	-2.2
Rua Campo Verde	60.5	62.7	-1.8
Rua Elisa P Barros	64.0	61.9	2.1
Rua Cel. Irlando Sandoval	55.7	57.5	-1.8
Rua Manduri	63.3	63.8	-0.5
Rua Ibiapinópolis	64.8	65.3	-0.5
Rua Harmonia	64.2	65.5	-1.3
Rua Girassol	66.4	65.2	1.2
Rua Fradique Coutinho	65.7	66.2	-0.5
	63.2	65.0	-1.8
Rua Wisard	65.0	63.0	2.0
Rua Purpurina	72.0	70.2	1.8
Rua Aspicuelta	63.0	64.4	-1.4
Rua Fidalga	63.1	64.9	-1.8
Rua Natingui	69.5	68.3	1.6
Rua Costa Carvalho	66.1	66.9	-0.8
Rua Ferreira de Araujo	65.8	66.5	-0.7
Rua Padre de Carvalho	67.6	68.7	-0.9
Rua João Moura	64.1	62.4	1.7
Rua Mourato Coelho	66.3	65.9	0.4
Rua Simão Álvares	63.7	65.2	-1.5

4.1.2 – Mapeamento Sonoro

Para o mapeamento sonoro, foram selecionadas áreas de cálculo baseadas nas vias de interesse deste estudo (áreas selecionadas como expostas e não expostas) e delimitadas por uma área na qual fosse possível identificar a dispersão do ruído com o afastamento destas vias. Como o objetivo principal foi verificar o impacto do ruído na saúde de residentes às margens destas vias, optou-se por priorizar a análise dos níveis de ruído produzidos pelas principais vias, como marginais e vias de trânsito rápido, selecionando uma área restrita do entorno para entender sua dispersão.

A avaliação do impacto ambiental causado pelo ruído do tráfego em marginais e vias de tráfego rápido que possuem em seu entorno prédios residenciais permite identificar as fontes de ruído mais importantes e eleger prioridades de intervenção.

A geração dos mapas acústicos auxilia o gerenciamento do ruído ambiental, pois fornecem:

- Ampla visão do problema de poluição sonora, coloridos em intervalos de 5dB de acordo com a ISO 1996-2;
- Análise da situação presente dos níveis sonoros;
- Possível predição de situações futuras, contribuindo para o planejamento urbano.

Desta forma, é possível observar nos mapas a seguir os elevados níveis de pressão sonora produzidos pelas vias expostas. Este fato nos permite inferir que a população residente às margens destas vias se encontra exposta a uma situação de poluição sonora.

Para as áreas selecionadas como não expostas, vale ressaltar que a escolha baseada na proximidade de vias coletoras e locais, predispondo menores níveis de exposição ao tráfego, pode estar equivocada, já que foram observados níveis que ultrapassaram os limites estabelecidos para áreas residenciais.

4.1.2.1 – Marginal Pinheiros

Figura 13 – Mapa de ruído da Marginal Pinheiros, calculado no Predictor para o indicador Lday. São Paulo, 2014.

4.1.2.3 – Avenida Rebouças

Figura 15 – Mapa de ruído da Avenida Rebouças, calculado no Predictor para o indicador Lday. São Paulo, 2014.

4.2 – Manuscrito 1

Artigo submetido ao Periódico: Noise and Health

Title of the article: Noise pollution and annoyance: an urban soundscapes study

Karina Mary de Paiva Vianna¹

Maria Regina Alves Cardoso²

Ruil Manuel Calejo Rodrigues³

1 – Speech Language Pathology and Audiology Program. Federal University of Santa Catarina, BRAZIL.

2 – Epidemiology Department. Faculty of Public Health. University of São Paulo, BRAZIL.

3 – NI&DEA/GEQUALTEC/ Faculty of Engineering, University of Porto/FEUP, Portugal.

Abstract

Since 1972, the World Health Organization (WHO) has declared noise as a pollutant. Over the last decades, the quality of the urban environment has attracted the interest of researchers due to the growing urban sprawl, especially in developing countries. The objective of this study was to evaluate the effects of noise exposure in six urban soundscapes: areas with high and low levels of noise in scenarios of leisure, work, and home. The study was conducted in two steps: evaluation of noise levels, with the development of noise maps, and health related inquiries. 180 individuals were interviewed, being 60 in each scenario, divided into 30 exposed to high level of noise and 30 to low level. 70% of the interviewees reported noticing some source of noise in the selected scenarios and it was observed an association between exposure and

perception of some source of noise ($p < 0.001$). 41.7% of the interviewees reported some degree of annoyance, being that this was associated with exposure ($p < 0.001$). There was also an association between exposure in different scenarios and reports of poor quality of sleep ($p < 0.001$). In the scenarios of work and home, the chance of reporting annoyance increased when compared with the scenario of leisure. The perceptions regarding the presence of noise sources and their effects on the individuals were reported in distinct manners throughout the three scenarios. We conclude that the use of this sort of assessment may clarify the relationship between urban noise exposure and health.

Key words: urban noise, road traffic, urban soundscapes, annoyance, sleep disturbance.

Introduction:

Urban noise can be considered one of the main sources of pollution. In 1972 the World Health Organization – WHO – declared noise as a pollutant^{1,2}. In that same decade, the World Soundscape Project, developed by Murray Schafer in Canada, asserted the importance of improving the quality of the urban soundscape, due to the negative effects of noise pollution on human health³.

Nowadays, acoustical environmental quality in urban areas is threatened. The urban environment is composed of several audible sources: traffic (road, rail and air), industrial facilities, civil construction and social activities (parties, fairs and open air markets, and residential noise), all of them contributing to the conversion of the soundscape in noise pollution. The road traffic noise has been considered as the main source of noise transportation in large urban cities and the most worrisome when it comes to annoyance⁴.

Noise pollution can be considered one of the main agents of loss of environmental and life quality in metropolis and its dissemination pushed the boundaries of industrial facilities, spreading through the streets and also for leisure activities, moments of rest and work. However, its perception is based on the interrelationship between person, place and activity in space and time⁵.

The concept of soundscape was introduced by Schafer as a scope to thinking beyond the noise levels, considering human experience in the environment and its cultural dimension. Soundscape research means to focus on the meaning of sounds and its implicit assessments, understanding perceptual effects. Soundscape approaches allows evaluate the sound in context, that can influence environmental noise perception, such as during the leisure, at home or at work in different exposures (noise levels)⁶.

The effects of exposure to noise on the human organism are subjected to the specific characteristics of the noise, such as frequency, intensity and exposure time, and also individual susceptibility. Taking into account the fact that human being is continuously exposed to noise in different daily activities, it is important to develop tools for evaluating the annoyance occurring during leisure time, at work and at home⁷.

In 2002, the European Union adopted the Directive 2002/49/CE⁸, regarding the assessment and management of environmental noise, with the goal of controlling and reducing sound pollution using a common approach, capable of avoiding or preventing the harmful effects of noise exposure. For such, the EU established the enforcement of developing strategic noise maps which should estimate the exposure to outside ambient noise, based on assessment methods in agreement to the EU levels. The noise maps constitute important intervention tools, for they allow the identification of overexposed areas and the quantification of the exposed population.

This paper presents an evaluation of soundscape, bearing in mind that sensations and perceptions may differ depending on the activity performed, even considering individual and subjective questions. Thus, we selected three different daily activities: leisure, work and rest, under the influence of noise sources. Noise levels were evaluated based on road traffic noise, given that this is the primary source of community noise.

Subjects and Methods:

This study was conducted in two stages: (1) three scenarios: during leisure time, at work and at home were selected in two exposure areas (exposed and non-exposed based on road traffic noise) and (2) health inquiries were conducted in these six urban soundscapes.

Exposed and non-exposed areas

The study was conducted in the city of Porto, which is the second largest city of Portugal, with an area of 41.66km² and a population of 237.000 inhabitants. This city is administratively divided into 15 parishes (Fig.1).

Two areas representative of the exposure categories were selected within each scenario. Areas influenced by traffic noise were chosen to represent the exposed areas and it was the other way round for the non-exposed areas. Noise maps were developed to evaluate exposure to road traffic noise in all of these areas.

Noise maps are descriptors of external environmental noise, expressed by means of indicators, which are determined by reference periods and represented by lines that indicate the identical rating levels (isophone lines) and limit the areas to which a specific class of values expressed in decibels [dB(A)] corresponds. The following noise indicators were used: (L_{den}) for the period of day-evening-night, the noise indicator for

overall annoyance; and (L_n) for the nighttime period, noise indicator for sleep disturbance, both in dB(A)⁸.

The development of the noise maps was based on the allocation classification criteria for each area. Areas that are allocated for residential use and also schools, hospital and public leisure areas were classified as sensitive zones. Areas where other uses are allowed, such as commerce and industry, were classified as mixed zones⁹.

For the scenarios of leisure and work, the noise maps were based on the L_{den} indicator and for the home scenario the indicator used was L_n . The development of the noise maps was divided in three steps: preparation, modeling and calibration. During preparation, the selected areas were approached with field work for the identification of noise sources and also measurements and counting. The soundscape modeling was done based on the calculation methods of indicators L_{den} and L_n : Road traffic noise prediction (NMPB-Routes-96)⁸, during the reference periods with the support of Cadna-A software⁸. The last step was the calibration, whose purpose was to validate the simulation performed by the software.

The calibration involved the selection of measurement points, which was done with the support of the Sound Pressure Measuring Unit, produced by 01dB – Metravib; model Blue Solo1, properly calibrated. All measurements were performed using the response time weighting S (slow) to allow better reproducibility, respecting weather conditions, and following the rules regarding the placement of 1.20m relative to the ground, using the tripod and at least 3.5m from any reflective screen, considering walls and façades. The measurements were performed in different weekdays for an approximate period of 20 minutes to avoid measurement bias due to possible changes in

traffic flow due to the presence of traffic lights, in each of the three periods: day, evening and nighttime, following the NP ISO 1996 Norm, parts 1 and 2¹⁰.

The noise maps are representative of the acoustic situation in a determined region during the period of 24 hours. Due to the specificities of each activity in the urban soundscapes, energetic averages representative of indicators, L_{den} and L_n , were calculated.

To calculate the energetic average in the leisure scenario, a route with a higher probability of being used by the urban park-goers was designed. This route was based on walking paths, areas to rest and to practice physical activity. Outside this route there were areas with dense vegetation. The exposure levels were calculated for this route. In the work scenario, in selected streets, specific points at the façades of commercial buildings were selected and in the home scenario the façade of the selected buildings. The values of these energetic averages were compared with the established limits for the mixed and sensitive zones and the areas were then defined as exposed or non-exposed.

Urban soundscape: Leisure time

The selected urban parks included an exposed park, Quinta do Covelo, and a non-exposed park, Parque da Cidade.

Quinta do Covelo is a green area of about eight hectares located amidst a residential area in the ancient parish of Paranhos and its boundaries are four streets: Faria Guimarães St., Bolama St., Monte de São João St., and Álvaro de Castelões St., and it is also very close to the exit of Via de Cintura Interna (VCI). The VCI is a 21km long highway of fast circulation, which supports an average daily traffic of 21 thousand vehicles and surrounds the central area of Porto. Therefore, this park is under the

influence of vehicle traffic and is also close to two subway stations of Metro do Porto (Area 1 – Fig.1).

The Parque da Cidade, located in the parish of Nevogilde is the largest urban park in Portugal, with an extension of 83 green area hectares and a long network of pathways (around 10km). Although it is encircled by three streets (Estrada da Circunvalação, Boa Vista Avenue and Via do Castelo do Queijo), its broad extension minimizes the influence of these sources (Zone 2 – Fig.1).

Urban soundscape: At work

The selected streets were located in Baixa do Porto, which comprises the central area of the city, where the largest commercial streets are. The exposed streets were: 31 de Janeiro St., Passos Manuel St. and Sá da Bandeira St., for they are located near sources of urban traffic — both highways and railways (Zone 3 – Fig.1). The non-exposed street was located in a zone that allows only pedestrian traffic: Santa Catarina St. (Zone 4 – Fig.1).

The selected trade stores were those with open doors facing the highways in order to verify the direct impact of noise from this source in attention and concentration activities. Thus, stores in shopping centers and commercial centers were excluded.

Urban soundscape: At home

The selected residential areas were two low income housing neighborhoods in the city of Porto. The Outeiro neighborhood, located in the parish of Paranhos is comprised of 13 residential buildings where 418 families live. Five buildings with their façades facing the VCI were selected, each one three-stories tall having two apartments

per floor, in a total of eight apartments. Thirty families were interviewed (Zone 5 – Fig.1).

VCI is marked by the existence of buildings that predate the Regulatory Urban Plan (1948), an urban master plan which proposed the construction of this highway as a solution to the traffic demands in the city.

The Carriçal neighborhood, also located in the parish of Paranhos is comprised of 11 residential buildings, each one four-stories tall having two apartments per floor, in a total of ten apartments where 250 families live. For comparison purposes, five buildings located in the internal area of the neighborhood were selected. The number of interviewed families was also thirty (Zone 6 – Fig.1).

Health Survey

A cross-sectional study was conducted from March to May 2012 to evaluate the perception and annoyance in the urban soundscapes: during the leisure, at home and at work in different exposures (noise levels). The study population consisted of adult individuals aged over 20 years old who agreed to answer a questionnaire. They were given instruction pamphlets describing the nature and goal of the study.

In each scenario, three visits were made. In the leisure scenario, the interviews were conducted during the week and on the weekends to ensure the representativeness of the sample. In the work scenario, the visits to commercial establishments were made during the slowest hours (right after opening, in the mid-morning and in the mid-afternoon). In the home scenario, with the support of the Camera do Porto (Porto City Council), the study was announced by the administrators of the selected housing projects so that the field workers could access the households easily. The interviews were made during the evening and on weekends.

The sampling process showed peculiarities inherent to the characteristics of the urban soundscapes and the type of study, which aimed at comparing the exposure areas. Therefore, in the leisure scenario the sample was selected randomly and included 60 participants. The sample size was relatively small due to the difficulties in getting collaboration from the park-goers, who were performing physical or leisure activities and were not available for answering the questionnaire. In commerce, stores with staff of different nationalities such as Chinese and Indian were excluded, due to difficulty with language comprehension. There was a high rate of refusal, mainly in stores that were part of a large network, where there was camera monitoring and the employees claimed not to be allowed to answer any type of survey. Approximately 90 commercial establishments were visited and 60 interviews were made, leading to approximately 30% of loss. In the home scenario the losses, about 25%, were due to the fact that no family member could be reached after a third visit.

For data collection, three types of questionnaires were developed for each urban soundscape, which were divided in sections: a) Demographic characteristics — sex, age and marital status; b) Noise source perception; c) Other effects of noise exposure — perception regarding hearing and the presence of chronic illnesses; d) Perception regarding the environmental problems and noise pollution in particular. The questionnaires were applied by the researchers themselves.

The demographic profile of the population according to the perception of noise sources and environmental problems, as well as the effects of exposure in the urban soundscape was drawn based on the descriptive analysis. To identify associations between exposure and perception of sources and potential effects of this noise exposure in the urban soundscape, the Chi-Square test was used. A multivariate ordered logistic

regression model, a regression model of proportional odds, was used to identify independent factors associated with reports of annoyance regarding noise.

Results:

1. Validation of exposed and non-exposed areas

In all points measured, the difference between L_{eq} measured and L_{eq} calculated was lower than 4,6dB, thus validating the calculated map (WG-AEN, 2002)¹¹.

The Figures 2 to 6 show the noise maps of each urban soundscape, from which it was possible to validate the exposure areas. In Fig.2 and Fig.3, the chosen route for calculating the energetic averages in the urban parks can be observed, followed by the related noise maps. It was observed that Quinta do Covelo is in an overexposed area and Parque da Cidade in a non-exposed area.

The façades of the selected commercial buildings as well as the related noise maps are presented in Fig. 4 and Fig.5. Judging from them, it is possible to infer that streets 31 de Janeiro, Passos Manuel and Sá da Bandeira are overexposed and Santa Catarina Street is located in a non-exposed area.

The selected buildings in the home scenario as well as the noise maps in the selected neighbourhoods are presented in Fig.6 and Fig.7. It is possible to verify that the Outeiro neighbourhood is overexposed and the Carriçal neighbourhood is in a non-exposed area.

The energetic averages calculated in each scenario also allow the inference that the areas chosen to be representative of the exposed areas have exceeded the legal limits

while the non-exposed areas had values below these limits. Therefore, it is possible to conclude that the selection criteria used in this study were good enough to obtain representativeness of the noise exposure areas (Table 1).

2. Health Survey

One hundred and eighty individuals were interviewed, 60 in each of the three defined scenarios. The interviewees' average age was 52 years-old (IC95%: 49.54-54.49). The majority was female (69.4%), married or in a common-law marriage (60.3%), and reported having college degree (55%) (Table 2).

They considered their hearing to be good (75.6%), although 62% had never been subjected to a hearing exam. The presence of chronic illnesses was referred by 31.3% of the interviewees (Table 2).

Considering the perception of noise sources in the different urban soundscape, including noise by highway, railway and air transport and neighbourhood noise, 70% of the individuals reported noticing some source of noise in the selected scenarios. An association between exposure and noise source perception in the urban soundscapes was observed ($p < 0.001$).

With regard to the annoyance caused by the urban noise in all urban soundscapes, 41.7% mentioned feeling some degree of annoyance and, among them, 16.7% felt highly annoyed. An association between exposure and report of annoyance was observed ($p < 0.001$).

The majority of the interviewees considered noise as an environmental problem (88%) and believed that noise exposure can cause or aggravate health conditions (84% -

Table 2). When questioned about their concerns regarding environmental problems, 37.2% reported seeing air pollution as the most serious concern nowadays.

Urban soundscape: Leisure time

The majority (91.7%) of individuals mentioned attending the parks for recreation, although the park has many facilities focused on physical activity. In relation to frequency, 40.7% mentioned a minimum attendance of three times a week.

The most part of interviewees (65%) also mentioned noticing noise sources within the parks, being 31.7% relative to the highway noise and 23.3% the aircraft noise. Despite this perception, 65% reported considering the park environment quiet and 20% reported little annoyance (Table 2). No statistically significant association between exposure and perception of noise ($p=0.79$) and annoyance ($p=0.19$) was observed.

When questioned about the degree of importance in choosing silent environment for leisure activities, 88% classified this as very important.

Urban soundscape: At work

The majority of traders has worked in the same establishment for over six years (65%), used some means of transport to get to the workplace — bus, subway and/or train (70%) — taking less than 30 minutes in the commute from home to work (60%).

85% of the interviewees reported noticing noise sources in the workplace and, among them, 50% reported railway noise, followed noise by liberal professionals as it is the case of musicians (25%). Association was observed between this urban soundscape and neighbourhood source ($p=0.01$).

When questioned about the quality of sound in the work environment, 53.3% considered the environment noisy, among them, 20% found it extremely noisy. The presence of chronic illnesses was referred by 28.3% of interviewees. However, no statistically significant association between exposure and the presence of chronic illness was observed.

Concerning the annoyance caused by noise, 48.3% of traders reported some degree of annoyance caused by the perceived noise, being that 11.7% reported to be highly annoyed by noise. When questioned about the possibility of having adapted themselves to the urban noise, 97% reported believing this hypothesis to be correct (Table 2).

A statistically significant association between exposure and perception of noise sources ($p=0.01$) was observed, as well as the report of some degree of annoyance due to the noise ($p=0.07$).

Urban soundscape: At home

Among the interviewees, 78.3% have lived for over six years in the selected neighbourhoods. Regarding their perception of noise sources inside their homes, 60% referred noticing noise sources, being that 48.3% of these were related to the highway noise. The perception that noise levels became elevated during night-time was reported by 43.3%. An association between exposure and the reports of perceiving elevated noise levels during night-time was observed ($p<0.001$).

The majority (53.3%) considered the home as a silent location. With regard to the annoyance caused by the perceived sources of noise, 56.7% felt some degree of annoyance and, 38.3% of them felt highly annoyed.

Statistically significant associations between exposure and the following reports were observed: considering the home a noisy location ($p < 0.001$), noticing sources of noise inside the home ($p < 0.001$) and feeling some degree of annoyance due to this noise ($p < 0.001$).

Chronic illnesses were reported by 33.3% of the interviewees and no statistically significant association between exposure and the presence of chronic illnesses was observed (Table 2).

An ordinal logistic regression was performed to identify factors associated with annoyance, adjusted by the following variables: gender, age and education. It was observed that in the work scenario the chance of reporting significant annoyance was tripled when compared with the leisure scenario (OR: 3.51; IC95%: 1.31-9.39), while in the home scenario, this chance was the quadruple of that of the leisure scenario (OR: 8.40; IC95%: 3.04-23.19). These results suggest the importance of considering different urban soundscapes when evaluating the effects of noise exposure (Table 3).

Other factors associated with reports of highly annoyance by noise were: being exposed to noise and considering the quality of sound in the urban soundscape poor. It was observed that individuals who were in the urban soundscape selected as exposed presented approximately four times the chance of reporting significant annoyance by noise when compared with the individuals of non-exposed urban soundscape (OR: 4.54; IC95%: 2.11-9.79). Moreover, the individuals who reported considering the environment in the urban soundscape noisy presented approximately twelve times the chance of reporting significant annoyance when compared with those who considered the environment quiet (OR: 12.87; IC95%: 4.57-36.22).

By observing Fig.8, it is possible to suggest the existence of a dose-response relationship between the increase of exposure levels in L_{den} and L_n dB (A) due to road traffic noise and increased degree of reported annoyance by noise. That means the degree of annoyance regarding road traffic noise increases according to the increase in levels of exposure (Fig.8).

Discussion:

The importance of noise maps to represent the acoustic situation deriving from noise sources is unquestionable. However, using noise maps as a strategic tool for prevention of non-auditory effects of exposure to noise may be disputed. The L_{den} (day-evening-night) indicator may not be representative of exposure levels in all urban soundscapes and the L_n (nighttime) indicator is correlated with the home scenario. Moreover, the reaction of individuals when exposed to noise is also conditioned to noise sources by social activities.

It is worth mentioning that the calculation of noise maps from the L_{den} indicator represents the acoustic behavior of a particular area within the period of twenty four hours. Even though there is a calculation of the energetic average, it is impossible to determine the time in which the individual is exposed to the detected overexposed levels.

The statistical analysis of results obtained made it possible to conclude that the assessment of different scenarios (urban soundscapes) can represent an important tool when it comes to verify the reaction of individuals to urban noise. Perceptions regarding to the presence of noise sources and annoyance were reported in distinct manners throughout the different activities in different sound levels exposure⁵.

In the leisure scenario, regardless of the exposure, noise sources were permanently perceived, though no statistically significant association with the effects of this exposure was found. The leisure scenarios, like urban parks, constitute a combination of positive sounds (sounds of nature and birds) and adverse sounds such as road traffic noise, which interferes with perception and sensations generated during the conduct of activities in these scenarios⁷.

The results observed in the leisure scenario showed that the majority of individuals (65%) perceive noise sources in urban parks, although considers the environment silent and does not report annoyance. Another study by Zannin (2003)¹² revealed a similar observation. He described that, despite the high levels of noise in the Botanical Garden of Curitiba - PR, Brazil, 52% of interviewees considered the park a calm environment and reported that the noise did not cause major disturbances.

Measures obtained showed that in both parks (exposed and non-exposed to road traffic noise) the sound levels were near or above the legal limit (55dB (A)), according to the Brazilian Legislation. The quality of acoustic environment in urban parks may reduce, or even lose, the feeling of quietness, because of the human activities and the urban traffic. Thus, the important function played by parks in preserving or promoting the health of users can be deteriorated and less efficient¹³.

In the work scenario, 53.3% of traders considered the work place noisy and 48.3% reported annoyance due to this noise. A study conducted with the traders in the central area of the city of São Paulo found that 65.7% of workers considered the environment noisy and 65% reported annoyance due to the traffic noise in the workplace¹⁴.

In the work scenario, the exposed traders reported perceiving noise sources while the non-exposed traders reported perceiving noise sources by social activities. It is possible to suggest that, since the annoyance due to the perceived noise was reported in both exposure areas, no statistically significant association between annoyance and exposure was found. The potential effects of community noise include working performance reduction and lead to social handicap such absenteeism in the workplace and accidents.

The work scenario represents a multiform soundscape. It combines the traffic noise and the outdoors commercial activities; they consist of engines and exhausts noises, human voices and bells. The traditional commercial areas are places that represent specific characteristics of urban activities and they clearly express everyday life's rhythm. Research on the relationship between soundscape and urban activities represents the characterization of the dominant urban features¹⁵.

In the home scenario, associations between exposure and perception of noise sources, annoyance deriving from the noise and perception that noise was elevated during nighttime were observed.

Soundscape approaches for residential areas allow knowing and evaluating the acoustical constellations to which the residents are permanently exposed. Moderating and visual factors that influence noise perception, as well as attitudes towards specific environmental stimulus can help understanding motivation by complaints and sleep disturbances.

Studies involving annoyance as an effect of exposure to noise are widely available in literature^{17,18,19,20,21}. Nevertheless, this study intended to assess the effects of exposure to urban noise in different scenarios (urban soundscapes) for bringing further

information that could help clarifying the relationship between exposure to urban noise and non-auditory health effects and the factors associated with annoyance

Thus, in the work scenario and in the home scenario the chance of reporting annoyance increased when compared with the leisure scenario. The other variables associated with annoyance were the exposure and perception of sound quality.

The home scenario configured the urban soundscape where there was the greatest perception of noise sources; reports of annoyance regarding the perceived noise and bad quality of sleep were identified. This soundscape requires attention since represents a scenario of rest, family interaction and relaxing. The ever-expanding urban growth and industrialization of developing countries compromised the necessary urban planning for a guaranteed sustainability in large cities, compromising health and the population's quality of life.

The initiative of the EU, through Directive 2002/49/CE²⁰, represents an important step towards the maintenance of healthy environments with the consequent prevention of adverse human health effects of noise pollution. However, there is still much to be clarified with regard to exposure to urban noise and non-auditory health effects in populations.

This evaluation in different urban soundscapes represents an important tool with the purpose of clarifying the relationship between exposure to urban noise and health. The use of the L_n indicator to calculate the noise maps in the home scenario proved to be effective. It is worth mentioning the importance of establishing the population's daily noise exposure profiles, in an attempt of understanding the effects of noise in each urban soundscape as a way of directing plans of action to prevent, avoid or reduce the harmful effects of noise exposure.

References:

1. World Health Organization (WHO). World health report: Prevention of Noise-Induced Hearing Loss. Geneva: World Health Organization, 1997.
2. Noise Control Act (NCA). Public Law 92-574. Identification of Major Noise Sources; Noise Criteria and Control Technology; 27, 1972.
3. Schafer RM. The Tuning of the World. Knopf: New York, 1977.
4. Méline J, Hulst AV, Thomas F, Karusisi N, Chaix B. Transportation noise and annoyance related to road traffic in the French RECORD study. Intern Jour Health Geographics, 2013.
5. Davies WJ et al. Perception of soundscapes: An interdisciplinary approach. Applied Acoustics; 74: 224–231, 2013.
6. Volz R, Jakob A, Schulte-Fortkamp B. Using the soundscape approach to develop a public space in berlin – measurement and calculation. Proc. Acoustics 08, 2008.
7. Nilsson ME. Soundscape quality in urban open spaces. Proc. Internoise SE-10691, 2007.
8. Environmental noise directive. European Parliament, Council. Directive 2002/49/EC relating to the assessment and management of environmental noise, 2002.
9. Agência Portuguesa do Ambiente. Ministério do Ambiente do Ordenamento do Território e Energia Regulamento Geral do Ruído. Lisboa, 2012.
Disponível em: <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=86>. (in Portuguese).
10. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) – NBR-10.151: Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o Conforto da Comunidade. Rio de Janeiro (in Portuguese).
11. WG-AEN - European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise: Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure – version 2, page 1-129, 2006.

12. Zannin PH, Szeremetta B. Avaliação da poluição sonora no parque Jardim Botânico de Curitiba, Paraná, Brasil. *Cad. Saúde Pública*. 19(2): 683-686, 2003.
13. Brambilla G, Gallo V, Zambon G. The Soundscape Quality in Some Urban Parks in Milan, Italy. *J. Environ. Res. Public Health*, 10: 2348-2369, 2013.
14. Petian A. Incômodo em relação ao ruído urbano entre trabalhadores de estabelecimentos comerciais no município de São Paulo. [PhD Dissertation] São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, 2008.
15. Nguyen TA, Semidor C. Relationship between urban activities and soundscape: commercial areas in Bordeaux and Hanoi. *Proc Passive and Low Energy Architecture, PLEA*, 2006.
16. Schulte-Fortkamp B, Fiebig A. Soundscape Analysis in a Residential Area: An Evaluation of Noise and People's Mind. *Acta Acustica*; 92(6):875-880, 2006.
17. Miedema HME, Oudshroorn CGM. Annoyance from Transportation Noise: Relationships with Exposure Metrics DNL and DENL and Their Confidence Intervals. *Environmental Health Perspectives*. 2001; 109(4): 409-416.
18. Alves Filho JM, Lenzi A, Zannin PHT. Effects of traffic composition on road noise: A case study. *Transportation Research Part D – Transport and Environment*. 2004; 9 (1): 75–80.
19. Ustun AP, Corvalán C. Preventing disease through healthy environments: towards an estimate of the environmental burden of disease. *Enf Sanit Ambient*. 2007; 12(2): 115-116.
20. Shepherd D, Welch D, Dirks KN, Mathews R. Exploring the relationship between noise sensitivity, annoyance and health-related quality of life in a sample of adults exposed to environmental noise. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2010; 7: 3579-3594.
21. Miedema HME. Annoyance caused by environmental noise: Elements for evidence-based noise policies, *J. Soc*. 2007; 63: 41–57.

Table 1 – Exposure areas and energetic average in urban soundscapes (leisure, work and home). Porto, Portugal, 2012.

US	Zone Classification*		Legal Limit		Energetic Average L_{den} (dB(A))	Energetic Average L_n (dB(A))	Areas	
	Mixed	Sensitive	L_{den} dB(A)	L_n dB(A)			E	NE
Leisure								
Quinta do Covelo		X	55	45	63,3	-	X	
Parque da Cidade		X	55	45	52,6	-		X
Work								
Streets: 31 de Janeiro, Passos Manuel and Sá da Bandeira	X		65	55	67,5	-	X	
Santa Catarina Street	X		65	55	57,8	-		X
Home								
Outeiro Neighborhood	X		65	55		72,8	X	
Carriçal Neighborhood	X		65	55		48,5		X

US: Urban Soundscapes

* According to the ABNT, 2000.

Key: E: Exposed area; NE: Non-Exposed area

Table 2 – Demographic characteristics, perception of noise sources, annoyance and other effects caused by exposure to noise, and perception of environmental problems according to the interviewees in each urban soundscape (leisure, work and home). Porto, Portugal, 2012.

Variables	Leisure (%)	Work (%)	Home (%)	Total Population (%)
Demographic characteristics				
Average age (sd)	55.0 (2.0)	43.6 (1.6)	57.5 (2.4)	52.0 (1.2)
Sex				
Male	41.7	18.0	31.7	30.6
Female	58.3	82.0	68.3	69.4
Marital Status				
Single	16.9	23.3	20.1	20.1
Married	69.5	61.7	48.3	60.3
Divorced	6.8	13.3	8.3	9.5
Widowed	6.8	1.7	23.3	10.1
Education				
College degree	76.7	41.7	45.0	55.0
No college degree	23.3	58.3	55.0	45.0
Perception of noise sources				
No	35.0	15.0	40.0	30.0
Yes	65.0	85.0	60.0	70.0
Quality of sound in the environment				
Silent	65.0	46.7	53.3	55.0
Moderately noisy	31.7	33.3	15.0	26.7
Noisy	3.3	20.0	31.7	18.3
Annoyance				
None	80.0	51.6	43.3	58.3
Little	20.0	26.7	8.4	18.3
Moderate	-	10.0	10.0	6.7
Highly	-	11.7	38.3	16.7
Other effects				
Hearing				
Excellent	10.0	15.0	13.3	12.8
Good	73.3	81.7	71.7	75.6
Bad	16.7	3.3	15.0	11.7
Chronic Illnesses				
No	68.3	71.7	66.7	68.9
Yes	31.7	28.3	33.3	31.1
Perception of noise as an environmental problem				
No	1.7	8.3	13.3	7.8
Yes	98.3	91.7	75.0	88.3
UM	-	-	11.7	3.9

UN: Unknown; sd: standard deviation

Table 3 – Multivariate ordered logistic regression model for the annoyance regarding noise. Porto, Portugal. 2012.

Annoyance regarding noise	OR*	Std Err	IC 95%	p**
US				<0.001
Leisure	1.00	-	-	
Work	3.51	2.50	1.31-9.39	
Home	8.40	4.11	3.04-23.19	
Exposure				0.022
Non-exposed	1.00	-	-	
Exposed	4.54	3.86	2.11-9.79	
Quality of sound				<0.001
Silent	1.00	-	-	
Noisy	12.87	4.84	4.57-36.22	

US: Urban Soundscapes

*Adjusted for the variables: gender, age and education.

** Obtained from the Wald Test.

Fig. 1 – Selected Areas (1 to 6) in the Porto city, Portugal, 2012.

Source: Google Maps

Fig. 2 – Urban soundscape – Leisure – Selected route and their noise map in exposed area: Quinta do Covelo. Porto, Portugal, 2012.

Fig. 3 – Urban soundscape – Leisure – Selected route and their noise map in non-exposed area: Parque da Cidade. Porto, Portugal, 2012.

Fig.4 – Urban soundscape – Work – Façades of commercial buildings evaluated and their noise map in exposed area, Streets: 31 de janeiro, Sá da Bandeira and Passos Manuel. Porto, Portugal, 2012.

Fig.5 – Urban soundscape – Work – Façades of commercial buildings evaluated and their noise map in non-exposed area, Santa Catarina Street. Porto, Portugal, 2012.

Fig. 6 – Urban soundscape – Home – Evaluated buildings in the selected housing project in exposed area: Outeiro neighborhood and their noise map. Porto, Portugal, 2012.

Fig. 7 – Urban soundscape – Home – Evaluated buildings in the selected housing project in non-exposed area: Carriçal neighborhood and their noise map. Porto, Portugal, 2012.

Fig. 8 – Annoyance in relation to noise exposure (Lden e Ln). Porto, Portugal, 2012.

4.3 – Manuscrito 2

Ruído do tráfego rodoviário e efeitos na saúde em uma população urbana: um estudo transversal em São Paulo

Karina Mary de Paiva Vianna¹

Maria Regina Alves Cardoso²

Paulo Henrique Trombeta Zannin³

1 – Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

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

3 – Laboratório de Acústica Ambiental e Conforto Industrial (LAAICA). Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Resumo

Introdução: Os grandes centros urbanos tem vivenciado uma mudança na qualidade acústica de seus ambientes. A multiplicidade de fontes sonoras decorrentes do transporte, de atividades industriais, da construção civil e de atividades urbanas comprometem o bem-estar e a qualidade de vida da população. Uma das principais fontes geradoras de ruído é o transporte decorrente do tráfego rodoviário. **Objetivo:** verificar a associação entre o ruído do tráfego rodoviário em áreas residenciais e os efeitos na saúde da população residente no distrito de Pinheiros, São Paulo. **Métodos:** O estudo envolveu a análise do ruído em áreas expostas e não expostas ao ruído do tráfego, com elaboração de mapas de ruído. Foram realizadas medições em 75 pontos do distrito e para o mapeamento do ruído foi usado o software Predictor 8.11. Para avaliação dos efeitos da exposição (distúrbios do sono e incômodo) foi conduzido um inquérito domiciliar com a população residente no distrito. **Resultados:** Foram entrevistados 225 indivíduos. Observou-se que os níveis de ruído em todos os pontos avaliados estiveram acima do estabelecido como nível crítico para a área (55dB(A)). Os mapas de ruído destas áreas mostram a clara situação de poluição sonora em que elas se encontram. Observou-se associação entre morar em área exposta ao ruído do tráfego e: perceber o ruído decorrente do tráfego e considerar o local de residência um ambiente ruidoso; relatar incômodo em função deste ruído e na realização de atividades como assistir televisão, descansar, conversar e se concentrar na realização de tarefas. **Conclusão:** A poluição sonora é um dos principais agravos ambientais dos dias atuais. As políticas públicas brasileiras necessitam de atualização em busca de controle e redução do ruído urbano. O impacto desta exposição na qualidade de vida e saúde da população se configura em um problema de saúde pública, já que compromete o bem-estar geral e pode representar um marcador de vulnerabilidade para o desenvolvimento de doenças crônicas.

Introdução

O ruído é um dos principais problemas ambientais do mundo moderno. É originado de uma ampla diversidade de fontes, incluindo o tráfego urbano (rodoviário, ferroviário e aéreo), atividades industriais e sociais. Destes, o tráfego rodoviário é a fonte dominante de ruído nos grandes centros urbanos¹.

As preocupações referentes aos efeitos auditivos e não auditivos da exposição ao ruído na saúde, no bem-estar e na qualidade de vida da população têm crescido na tentativa de garantir medidas de prevenção e mitigação do ruído mais efetivas². A relação entre exposição à diferentes fontes de ruído e seus efeitos são objeto de pesquisa há muito estabelecido^{3,4,5,6,7,8,9}.

Em 2011, a Organização Mundial de Saúde¹⁰ revelou que ao menos um milhão de anos de vida saudáveis são perdidos devido ao ruído do tráfego nos países da Europa Ocidental. Dentre os principais desfechos em saúde decorrentes desta exposição destacaram-se: doenças cardiovasculares, comprometimento cognitivo, distúrbios do sono, zumbido e incômodo. Este mesmo documento sugere a quantificação da carga de doença pelo indicador Anos de Vida Perdidos Ajustados por Incapacidade (DALYs). De acordo com este critério, a principal carga de doença em função da exposição ao ruído é atribuída aos distúrbios do sono (903.000 DALYs), seguida pelo incômodo (654.000 DALYs).

A poluição sonora é considerada a segunda maior forma de poluição no mundo por afetar grande número de pessoas, sendo precedida apenas pela poluição do ar¹⁰. A escala e a intensidade dos problemas ambientais decorrentes da expansão demográfica e urbana das últimas décadas tem representado um grande desafio à formulação de políticas públicas brasileiras. Os limites de aceitabilidade dos níveis de ruído urbano estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) foram instituídos há mais de uma década e estabelecem como nível crítico para áreas mistas, predominantemente residenciais 55dB(A) para o período diurno e 50dB(A) para o noturno (ABNT, 2000)¹².

Na comunidade europeia, em 2002¹³, foi estabelecida uma diretiva que torna obrigatória a produção de mapas de ruído em zonas de interesse, como grandes aglomerações e grandes eixos rodoviários. O objetivo desta diretiva foi definir uma abordagem comum capaz de evitar e prevenir a exposição a elevados níveis de ruído, assim como reduzir, em base prioritária, os efeitos prejudiciais da exposição ao ruído ambiental.

Os mapas de ruído são ferramentas estratégicas de análise e planejamento que permitem integrar prevenção e controle de ruído, facilitando o planejamento acústico, gestão do tráfego e redução do ruído a partir do monitoramento. Eles permitem diagnosticar a situação acústica de

uma área geográfica e fornecem informações relevantes para os planos de ação locais e globais, auxiliando decisões e formulações de políticas públicas^{13,14,15}.

O objetivo deste estudo foi verificar a associação entre ruído do tráfego rodoviário em áreas residenciais e os efeitos na saúde: incômodo e distúrbios do sono na população residente no distrito de Pinheiros, São Paulo. Para avaliar o ruído decorrente do tráfego rodoviário foram elaborados mapas de ruído no distrito de estudo.

Métodos

O estudo foi conduzido em duas partes: (1) avaliação do ruído, com elaboração de mapas de ruído; e (2) avaliação dos efeitos da exposição na população residente na área.

1. Avaliação do ruído

A área de estudo foi o distrito de Pinheiros, localizado na zona oeste do município de São Paulo, com área de aproximadamente 8km². Este distrito concentra um mosaico de características, com vias de trânsito com elevado volume e lentidão, ao mesmo tempo sendo considerado um dos quatro distritos de boa a ótima qualidade ambiental¹⁶.

Com o objetivo de comparar os efeitos da exposição, foram selecionadas áreas expostas e não expostas ao ruído do tráfego urbano, com base nas informações referentes ao número de veículos circulantes nas ruas do distrito.

Foram realizadas medições dos níveis de ruído em 75 pontos selecionados nas ruas do distrito de estudo, totalizando aproximadamente 20h de medição. Os procedimentos de medição seguiram as normas NBR 10.151:2000 (ABNT)¹², o equipamento foi o medidor de nível de pressão sonora – Analisador Brüel & Kjaer 2237 e o Calibrador Acústico Brüel & Kjaer, classe 1, devidamente calibrado antes das medições, para garantir precisão dos resultados. Descritores acústicos como Nível de Pressão Sonora Equivalente Contínuo (Leq) foram usados e expressos em dB(A) e foram calculadas as médias da pressão sonora equivalente nas ruas estudadas^{38,39}. As medições seguiram as regras quanto à distância em relação ao solo (1,2m) e a qualquer superfície reflexiva, como muros e paredes (2m), e foram respeitadas as condições meteorológicas (sem chuva e vento forte). Cada medida teve a duração de 15 minutos, para evitar viés de medição devido às possíveis mudanças no fluxo de trânsito em virtude da presença de semáforos.

Para o mapeamento acústico são usados softwares. Assim, a partir da inserção de características físicas (topográficas) da área de estudo e de parâmetros da fonte de ruído (tráfego

- número de veículos), o software gera um mapa dos níveis sonoros em uma escala de cores que corresponde aos níveis de ruído. Com o auxílio do software B&K 7810 Predictor, versão 8.11¹⁷, optou-se pelo modelo ISO 9613-1/2 *Road* e os parâmetros para o cálculo foram uma malha de 5X5 e altura de 4m, recomendado pela Diretiva 2002/49/EC. O cálculo foi baseado nas normas estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT – para avaliação do ruído em áreas habitadas visando conforto da comunidade (ABNT, 2000)¹².

Antes da simulação do mapa acústico, foi realizada a calibração do modelo, a partir da qual é possível verificar se os níveis gerados pelo modelo são compatíveis com os níveis sonoros medidos em campo. A diferença entre o L_{eq} medido e o simulado deve ser inferior a 4.6dB(A) (WG-AEN, 2002)¹⁸.

2. Avaliação do impacto na saúde da população

População de estudo

Foi realizado um estudo transversal com a população adulta (indivíduos com 20 anos e mais) residente no distrito de Pinheiros, São Paulo, há um tempo mínimo de seis meses. As entrevistas foram conduzidas no local de residência dos entrevistados.

O tamanho da amostra foi calculado considerando a prevalência esperada de relatos de distúrbios do sono e incômodo¹⁰, com erro máximo de 5% em 95% das possíveis amostras, a partir da seguinte fórmula:

$$n = \frac{p \times q \times z^2}{d^2} \quad \Leftrightarrow \quad n = \frac{0,30 \times 0,70 \times 1,96^2}{0,05^2} \quad \Leftrightarrow \quad n \sim 325$$

n – tamanho da amostra

p – proporção esperada de indivíduos com distúrbios do sono e incômodo

q – 1-p

z – 1,96 (percentil da distribuição normal)

d – erro máximo admitido em valor absoluto

Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada por meio da aplicação de um questionário previamente estruturado para uma pesquisa referente ao incômodo em trabalhadores do comércio, que foi adaptado para a população desta pesquisa e foi realizado o estudo piloto. O questionário englobou as seguintes questões: identificação e às características sociodemográficas dos entrevistados, tempo de residência, percepção do ruído e da qualidade sonora na residência e presença de doenças crônicas. O incômodo com o ruído do tráfego foi verificado por meio de questões dicotômicas (sim, não) e quanto ao grau de incômodo (pouco, moderado e muito),

além da interferência na realização de atividades como assistir televisão, descansar, conversar e se concentrar na realização de tarefas. Os distúrbios do sono foram avaliados segundo qualidade do sono (excelente, regular/ruim), tomar medicamentos para dormir, dificuldades para dormir e acordar durante a noite, nas seguintes categorias: sempre, às vezes e nunca.

Análise dos dados

Os níveis de pressão sonora equivalente (L_{eq}) foram expressos em dB(A) e foram calculadas as diferenças entre a medição e a simulação em dB(A). Foram realizados mapas dos níveis sonoros de áreas selecionadas no distrito de Pinheiros, SP. Esta ferramenta metodológica possibilita conhecer os níveis de ruído em qualquer ponto das áreas estudadas, por meio da leitura direta dos mapas.

Foi realizada análise descritiva das características sociodemográficas, percepção em relação ao ruído e à qualidade sonora da residência, presença de doenças crônicas, incômodo e distúrbios do sono. Para testar a relação dose-resposta entre nível de exposição e nível de incômodo, foi criada uma escala entre os valores máximo e mínimo dos Níveis Pressão Sonora Equivalentes (L_{eq}) medidos. Para identificar possíveis associações entre a exposição ao ruído do tráfego, incômodo e distúrbios do sono foi realizado o Teste do Qui-quadrado. Com a finalidade de identificar fatores associados independentemente à exposição ao tráfego rodoviário foi conduzida a análise de regressão logística múltipla.

Resultados

(1) Avaliação do ruído

Foram avaliados 75 pontos selecionados em áreas expostas e não expostas ao ruído do tráfego rodoviário no distrito de Pinheiros, SP. Observou-se que os níveis de ruído em todos os pontos avaliados estiveram acima do estabelecido como nível crítico para a área (55dB(A)). A média dos Níveis de Pressão Sonora Equivalente (L_{eq}), nos diferentes pontos, na área exposta foi 73,1 (0,6) dB(A) e na área não exposta, 64,0 (0,6) dB(A).

Devido à grande extensão do distrito de estudo, a área foi dividida para realização de mapas de ruído. Optou-se por apresentar, neste artigo, os mapas de ruído de duas áreas de interesse: a Avenida Nações Unidas (Marginal Pinheiros) e a Avenida Rebouças, apresentados na Figura 1.

Fig 1 – Distrito de Pinheiros em formato 3D e indicação das áreas de interesse: Marginal Pinheiros e Av. Rebouças. São Paulo, 2014.

Anteriormente à simulação do mapa acústico realizou-se a calibração para checagem de incorreções topográficas, altimétricas e na emissão das fontes sonoras, verificando-se a compatibilidade entre os níveis sonoros gerados pelo modelo e os medidos em campo. A diferença entre o L_{eq} medido e o simulado foi menor que 4,6dB(A) em todos os pontos, garantindo-se assim a validação do modelo (Tabela 1).

Tabela 1 - Diferença entre os Níveis de Pressão Sonora Equivalentes (L_{eq}) encontrados nas medições e nas simulações computacionais. São Paulo, 2014.

Pontos de medição nas vias selecionadas	Nível de Pressão Sonora Equivalente (L _{eq}) em dB(A)		Diferença entre o L _{eq} da medição e da simulação em dB(A)
	L _{eq} medido	L _{eq} simulado	
Av. Nações Unidas			
Ponto 1	78.3	81.1	2,8
Ponto 2	76.6	74.0	2,6
Ponto 3	75.3	73.9	1,4
Ponto 4	77.8	79.6	1,8
Ponto 5	77.9	78.7	0,8
Av. Rebouças			
Ponto 1	75.2	73.2	2,0
Ponto 2	74.4	72.9	1,5
Ponto 3	74.2	73.0	1,2
Ponto 4	77.3	78.3	1,0
Ponto 5	69.4	71.4	2,0
Ponto 6	66.5	70.0	3,5

Os mapas de ruído destas áreas mostram a clara situação de poluição sonora em que a população se encontra exposta (Figuras 2 e 3). Nas duas avenidas observamos a presença de prédios residenciais ao longo destas vias. A leitura dos mapas mostra que os níveis de ruído produzidos pelo tráfego urbano chegam à faixa de 80 a 85 dB (A) (azul escuro). Mesmo levando-se em conta o fato de não terem sido calculados os níveis que chegam às fachadas dos edifícios, e que estes níveis provavelmente sofrerão uma atenuação, vale destacar os elevados níveis produzidos por esta fonte, que ultrapassam o Nível Crítico de Avaliação para áreas externas, visando conforto da comunidade¹².

Figura 2 – Mapa de Ruído da Marginal Pinheiros. São Paulo, 2014.

Figura 3 – Mapa de Ruído da Avenida Rebouças. São Paulo, 2014.

(2) Avaliação do impacto à exposição

Foram realizadas 225 entrevistas, contabilizando uma perda de aproximadamente 30% em relação ao cálculo do tamanho da amostra. Com relação à exposição ao ruído, 64,4% das entrevistas foram conduzidas nas áreas definidas como expostas ao ruído do tráfego. A média de idade da população foi 49,0, com desvio padrão de 1,26 anos, 30% idosos (acima de 60 anos), a maioria (58,2%) do sexo feminino, solteira (40%) e casada (38%). Com relação aos aspectos socioeconômicos, a maior parte da população possui alto nível de escolaridade (39% com ensino superior e 21,5% com pós-graduação) e alta renda, 56% acima de 10 salários mínimos (Tabela 2).

O tempo de residência no local da entrevista foi superior a cinco anos para a maioria dos entrevistados (59,8%). A média de moradores na residência foi 2,8 (0,9) pessoas. Quanto à ocupação, 52,2% trabalha fora de casa e 40,8% relatou passar o dia em casa (Tabela 2).

Com relação à saúde, apenas 25% relatou ter alguma doença crônica, dentre hipertensão arterial, diabetes, depressão, colesterol alto e doenças cardiovasculares. Quando questionados sobre a audição, 62,7% avaliou como boa/regular e apenas 39,6% já realizou algum exame auditivo. A maioria da população (55,1%) percebe ruído do tráfego na residência e considera o ambiente onde mora moderadamente ruidoso (43,1%) e muito ruidoso (37,8). Observou-se associação entre exposição e percepção do ruído ($p < 0,001$) e qualidade acústica da residência ($p = 0,001$).

Tabela 2 – Características sociodemográficas, tempo de residência, média de moradores, ocupação, presença de doenças crônicas, percepção do ruído e qualidade acústica das residências relacionadas população, segundo exposição. São Paulo, 2014.

Variáveis	Áreas expostas	Áreas não expostas	População total (%)	p*
Características demográficas				
Idade média (sd)	50.1 (1.6)	47.1 (2.0)	49.0 (1.26)	
Sexo				0.126
Masculino	45.5	35,0	41.8	
Feminino	54.5	65.0	58.2	
Estado Civil				0.980
Solteiro	40.0	40.0	40.0	
Casado	37.9	38.8	38.2	
Divorciado	13.1	13.7	13.3	
Viúvo	9.0	7.5	8.5	
Escolaridade				0.640
Não alfabetizado	1.4	1.3	1.2	
Ensino fundamental	6.3	10.0	7.8	
Ensino médio	33.6	25.0	30.5	
Ensino superior	38.4	40.0	39.0	
Pós-graduação	20.3	23.7	21.5	
Renda***				0.211
1-3 SM	10.7	14.9	12.0	
4-10 SM	35.7	24.3	31.9	
> 10 SM	53.6	60.8	56.1	
Tempo na residência				0.140
Até 5 anos	43.8	33.7	40.2	
5 anos e mais	56.2	66.3	50.2	
Número de moradores (média (sd))	2.7 (0.1)	2.9 (0.2)	2.8 (0.9)	
Trabalha fora de casa				0.830
Não	48.3	46.8	47.8	
Sim	51.3	53.2	52.2	
Doenças Crônicas				0.809
Não	74.5	76.0	75.0	
Sim	25.5	24.0	25.0	
Audição				0.858
Excelente/muito boa	32.4	31.4	32.0	
Regular/ruim	67.6	68.6	68.0	
Percepção do ruído do tráfego				0.000**
Não	34.5	63.7	44.9	
Sim	65.5	33.3	55.1	
Qualidade Sonora na residência				0.001**
Silencioso	12.4	31.2	19.1	
Moderadamente ruidoso	43.5	42.5	43.1	
Ruidoso	44.1	26.3	37.8	

* Teste do Qui-quadrado

** p<0.050

*** SM referente ao ano de 2013 em Reais (R\$755,00).

O incômodo foi relatado por 48,4% dos entrevistados; destes, 39,6% referiu alto grau de incômodo. Além disso, 49,8% relataram sentir-se incomodados na realização de atividades cotidianas como assistir televisão, descansar, conversar e realizar atividades que exijam concentração (Tabela 3).

Com relação aos distúrbios do sono, foram investigadas questões referentes à qualidade do sono, necessidade de medicamentos para dormir, dificuldade para adormecer e frequência com que acorda durante a noite. Quanto à qualidade do sono, 24,4% consideraram o sono excelente e 75,6%, regular/ruim. A maioria nunca toma remédios para dormir (86,7%), às vezes tem dificuldade para adormecer (41,3%) e às vezes acorda durante a noite (49,8%) (Tabela 3).

Foram observadas associações entre morar em áreas expostas ao ruído do tráfego e perceber o ruído ($p<0,001$); sentir incômodo com este ruído ($p<0,001$); sentir incômodo no desempenho de atividades como: assistir televisão ($p<0,001$), descansar ($p=0,002$), conversar ($p=0,006$) e se concentrar na realização de tarefas ($p=0,002$) (Tabela 3).

Tabela 3 – Incômodo e distúrbios do sono em função da exposição ao ruído do tráfego rodoviário. São Paulo, 2014.

Efeitos em função da exposição ao ruído	Área exposta (%)	Área não exposta (%)	População Total (%)	p*
Incômodo				≤ 0,001**
Não	37.2	77.5	51.6	
Sim	62.8	22.5	48.4	
Incômodo em atividades				
Assistir TV				≤ 0,001**
Não	49.0	78.7	59.6	
Sim	51.0	21.3	40.4	
Descansar				0.002**
Não	52.4	73.7	60.0	
Sim	47.6	26.3	40.0	
Conversar				0.006**
Não	66.9	83.8	72.9	
Sim	33.1	16.2	27.1	
Concentração				0.002**
Não	52.4	73.7	60.0	
Sim	47.6	26.3	40.0	
Distúrbios do sono				
Qualidade do sono				0.614
Excelente	25.5	22.5	24.4	
Regular/bom	74.5	77.5	75.6	
Medicamentos				0.127
Nunca	84.8	90.0	86.7	
Às vezes	7.6	8.7	8.0	
Sempre	7.6	1.3	5.3	
Dificuldades para dormir				0.682
Nunca	39.3	45.0	41.3	
Às vezes	45.5	40.0	43.6	
Sempre	15.2	15.0	15.1	
Acordar durante a noite				0.594
Nunca	32.4	26.3	30.2	
Às vezes	47.6	53.7	49.8	
Sempre	20.0	20.0	20.0	

Por meio da regressão logística observou-se que morar em área exposta ao ruído do tráfego representa um importante fator para: perceber o ruído decorrente do tráfego (OR: 3.00; IC95%: 1.28-7.01); sentir incômodo com este ruído (OR: 4.08; IC95%: 1.63-10.19); sentir incômodo para realizar alguma atividade – assistir televisão, descansar, conversar e realizar atividades que exijam concentração (OR: 3.16; IC95%: 1.34-7.48) e considerar o local de residência um ambiente ruidoso (OR: 4.79; IC95%: 1.12-20.35), ajustados por sexo, idade e escolaridade.

Observou-se também uma relação dose-resposta entre o aumento dos níveis de ruído decorrentes do tráfego rodoviário e aumento dos níveis de incômodo. Assim, na Figura 4 é possível observar que a porcentagem de pessoas altamente incomodadas com o ruído aumenta conforme os níveis de ruído aumentam.

Fig 4 – Relação dose-respostas entre os níveis de exposição ao tráfego rodoviário e os níveis de incômodo. São Paulo, SP, 2014.

Discussão

Os mapas de ruído da Marginal Pinheiros e da Avenida Rebouças mostram que os níveis de ruído são elevados, representados por cores mais escuras e indicam a clara situação de poluição sonora em que se encontra exposta a população residente nos prédios que beiram a Marginal. Com relação aos efeitos na saúde da população, observou-se associação entre morar em área exposta ao ruído do tráfego e: perceber o ruído decorrente do tráfego e considerar o local de residência um ambiente ruidoso; relatar incômodo em função deste ruído e na realização de atividades como assistir televisão, descansar, conversar e se concentrar na realização de tarefas. Foi verificada relação dose resposta entre aumento do grau de incômodo com o ruído do tráfego rodoviário e aumento dos níveis de ruído.

A produção dos mapas de ruído possibilita a observação da dispersão do ruído desde sua fonte e em todos os pontos desejados, em função de sua escala de cores. Este método fornece uma visão ampla da problemática da poluição sonora que somente as medições sonoras

não são capazes de fornecer, além de permitir atualização constante da evolução da situação acústica da região, se configurando em uma ferramenta de gestão e planejamento urbano.

Com as medidas impostas pela Diretiva da Comunidade Europeia, desde 2002¹³, os estados-membros têm garantido medidas necessárias para o mapeamento do ruído. Nos últimos anos, cidades brasileiras tem usado esta ferramenta para avaliar o ruído ambiental em algumas áreas, como o Rio de Janeiro, RJ¹⁹; Aracaju, SE²⁰; Curitiba, PR²¹; Campo Grande, MT²² e Belém, PA²³. Apesar disso, na mais populosa metrópole brasileira, este é o primeiro estudo envolvendo a realização de mapas de ruído decorrentes do tráfego rodoviário.

Os níveis de ruído ultrapassaram os limites estabelecidos como critério para conforto da comunidade em áreas estritamente residenciais em todos os pontos avaliados. No ano de 2000, foi conduzido um estudo no município de São Paulo, no qual foram selecionados 100 pontos para medição de ruído e já havia se observado que os valores ultrapassavam os limites de aceitabilidade em todos os pontos²⁴. Estes resultados sugerem a importância da continuidade da produção de mapas acústicos por meio de simulação sonora no município de São Paulo, para avaliação presente e futura dos níveis de ruído ambiental, em busca de controle e redução de emissões sonoras (fontes sonoras) e imissões sonoras (níveis sonoros recebidos pela população).

Na condução do inquérito, houve uma perda de aproximadamente 30% em relação ao cálculo do tamanho da amostra, justificável em função do alto nível socioeconômico da área de estudo, o que dificultou a aceitação em receber pesquisadores no domicílio.

As consequências da exposição ao ruído proveniente do transporte rodoviário têm sido alvo de estudo tanto por se caracterizar como a principal forma de transporte nos grandes centros urbanos, quanto pelo impacto na saúde, bem-estar e qualidade de vida, interferindo no cotidiano da população^{25, 26,27,28}. O ruído decorrente do tráfego rodoviário é o mais preocupante quando se trata de incômodo. Um estudo comparando relatos de incômodo em função das diferentes fontes de ruído verificou que aproximadamente 83% dos estudos encontrados se referiam ao ruído do tráfego rodoviário e apenas 17% em decorrência do tráfego ferroviário e aéreo²⁹.

O incômodo se configura em uma das principais queixas da comunidade em resposta à exposição ao ruído ambiental e pode interferir no desempenho de atividades diárias, descanso e gerar sentimentos negativos como raiva, cansaço e estresse. O grau de incômodo pode ser influenciado por valores sociais, características individuais (idade e sensibilidade) e situacionais (isolamento acústico na residência). Os distúrbios do sono se caracterizam como um dos mais preocupantes efeitos da exposição ao ruído, já que um sono tranquilo é indispensável à vigilância diurna, permitindo execução e concentração em tarefas, bem estar e saúde. Reações

como movimentações corporais e o despertar durante a noite podem ser um sinal fisiológico do despertar cortical, que pode comprometer a qualidade do sono e nem sempre são reconhecidos como uma reação ao ruído³⁰. A exposição ao ruído gera respostas orgânicas, que são automáticas, o que leva o mesmo a ser classificado como um estressor ambiental que influencia processos fisiológicos, comportamentais e psicológicos^{25, 26,27,28,29,30,31,32,33,34}.

Observou-se que a chance de relatar incômodo com o ruído do tráfego rodoviário em áreas expostas foi aproximadamente quatro vezes a chance deste relato nas áreas não expostas a este ruído (OR: 4.08). O incômodo representa um importante indicador de saúde, visto que a Organização Mundial da Saúde³⁵, define saúde como estado de completo bem-estar físico, mental e social. O incômodo é a expressão de sentimentos negativos, como mal-estar, descontentamento, perturbação, irritação e vulnerabilidade a agravos como ansiedade e estresse, que se configuram em fatores predisponentes a potenciais problemas de saúde^{10,36, 37,38}.

Um estudo com método semelhante foi conduzido na tentativa de comparar o incômodo e qualidade de vida de residentes em áreas próximas a rodovias e em áreas sem fontes significativas de ruído. Observou-se que o incômodo foi maior em pessoas que residem próximo às rodovias, além de baixos escores em todos os domínios (físico, fisiológico, social e ambiental) do questionário de qualidade de vida. O estudo sugere que a sensibilidade ao ruído pode representar um marcador de vulnerabilidade a problemas de saúde em geral³⁹.

Outro estudo verificou uma associação negativa, estatisticamente significativa, entre incômodo com o ruído do tráfego urbano e os escores de um instrumento de percepção da qualidade de vida. Assim, o estudo reforça a questão da poluição sonora urbana como um problema de saúde pública, tendo em vista que o ruído proveniente do tráfego urbano se configura em um estressor ambiental que provoca reações e sintomas individuais que podem representar fatores potenciais para o desenvolvimento de problemas de saúde³⁹.

Observou-se também que nas áreas expostas, a chance de relatar incômodo na realização de atividades cotidianas, como assistir televisão, descansar, conversar e realizar atividades que exijam concentração representou aproximadamente três vezes a chance em comparação às áreas não expostas (OR: 3.16). Essa interferência do ruído do tráfego na realização de atividades básicas já vem sendo citada na literatura e atualmente foi reforçada no documento publicado pela OMS^{10,33,37}.

Com relação aos distúrbios do sono, a qualidade do sono regular/ruim esteve associada com residir em áreas não expostas ao ruído do tráfego, o que implica sugerir que morar em áreas expostas representa um fator protetor para a qualidade do sono regular/ruim. Este fato pode ser explicado devido aos relatos referentes ao ruído de vizinhança, ou seja, ruído proveniente de

bares, restaurantes e casas noturnas, nas áreas não expostas ao ruído do tráfego rodoviário. Resultado semelhante foi obtido por um estudo que comparava escores de distúrbios do sono decorrentes da exposição às diversas fontes de ruído. O resultado deste estudo mostrou que os indivíduos relatavam maiores escores para problemas de distúrbios do sono em decorrência do ruído de vizinhança (13%) quando comparado ao ruído do tráfego das cidades (12%)⁴¹. Além disso, podemos sugerir que por se tratar de um estudo transversal, que permite medir exposição e efeito no mesmo momento, não inclui pessoas que se mudaram devido ao incômodo pelo ruído.

Observou-se associação entre incômodo e considerar o sono como regular/ruim ($p=0,018$). Estes resultados corroboram com um estudo que foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a relação entre incômodo e distúrbios do sono entre si e a relação destes efeitos na saúde com tipo ou fonte de ruído a qual se está exposto e com características individuais, como susceptibilidade individual. Assim, ele refere uma associação mais forte entre os distúrbios do sono e o incômodo que entre os distúrbios do sono e os níveis de exposição gerados por uma determinada fonte⁴⁰.

Pode-se sugerir uma relação dose-resposta entre aumento dos níveis de ruído do tráfego rodoviário e aumento dos níveis de incômodo decorrente desta exposição. Estudos encontraram resultados semelhantes, indicando que a chance de relatar incômodo em indivíduos expostos aumenta progressivamente em função do aumento dos níveis de exposição ao ruído do tráfego⁴¹ e o risco de sentir incômodo aumenta com o nível de ruído¹.

Considerações Finais

A poluição sonora é um dos principais agravos ambientais dos dias atuais. As políticas públicas brasileiras necessitam de atualização em busca de controle e redução do ruído urbano. Os mapas de ruído são ferramentas que deveriam ser incentivadas pelo seu caráter reprodutível que propicia atualização constante da situação acústica de áreas de interesse, além de auxiliar na tomada de decisões em planejamento de território.

O impacto desta exposição na qualidade de vida e saúde da população se configura em um problema de saúde pública, já que compromete o bem-estar geral e podem representar marcadores de vulnerabilidade para o desenvolvimento de doenças crônicas. Os efeitos à saúde mais prevalentes em função da exposição ao ruído são o incômodo e os distúrbios do sono. Efeitos estes de caráter individual e que geralmente não se associam prioritariamente a este tipo

de exposição, justificando a necessidade de educação em saúde para população na garantia de ambientes acusticamente mais favoráveis e promotores da saúde.

Referências Bibliográficas

1. Méline J, Hulst AV, Thomas F, Karusisi N, Chaix B. Transportation noise and annoyance related to road traffic in the French RECORD study. *Intern Jour Health Geographics*, 2013.
2. Basner M, Babisch W, Davis A, Brink M, Clark C, Janssen S, Stansfeld S. Auditory and non-auditory effects of noise on health. *The Lancet*. 2013; Review, 1-8.
3. SCHAFER, R.M. *The Tuning of the World*. Knopf: New York 1977.
4. FIDELL S, BARBER DS, SCHULTZ TJ. Updating a dosage-effect relationship for the prevalence of annoyance due to general transportation noise. *The Journal of Acoustical Society of America*. 1991; 89:221-233.
5. Job RFS. Impact and potential use of attitude and other modifying variables in reducing community stress from noise. *Transportation Research Record*. 1991; 1312: 109-115.
6. FIELDS JM. Effect of personal and situational variables on noise annoyance in residential areas. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1993; 93: 2753-2763.
7. FIELDS JM, DE JONG RG, BROWN AL, FLINDELL IH, GJESTLAND T, JOB RFS, KURRA S, LERCHER P, SCHUEMER-KOHR S, VALLET M, YANO M. Guidelines for reporting core information from community noise reaction surveys. *Journal of Sound and Vibration*. 1997; 206: 685-695.
8. MIEDEMA HME, VOS H. Exposure response functions for transportation noise. *Journal of the Acoustical Society of America*. 1998; 104: 3432-3445.
9. FIELDS, JM, DE JONG RG, GJESTLAND T, FLINDELL IH, JOB RFS, KURRA S, LERCHER P, VALLET M, YANO T, GUSKI R, FELSCHER-SUHR U, SCHUMER R. Standardized general-purpose noise reaction questions for community noise surveys: research and a recommendation. *Journal of Sound and Vibration*. 2001; 242: 641-679.
10. WHO (World Health Organization). *Burden of disease from environmental noise-Quantification of healthy life years lost in Europe*. Copenhagen: The WHO European Center for Environment and Health. Bonn Office: WHO Regional Office for Europe; 2011

11. WHO (World Health Organization). Résumé D'orientation Des Directives De L'OMS Relatives Au Bruit Dans L'environnement. 2003. Disponível em: <http://www.who.int/homepage/primers> [Mar 2003].
12. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10.151: Acústica - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas, Visando o Conforto da Comunidade – Procedimento. Rio de Janeiro, 2000.
13. EUROPEAN UNION. Directive 2002/49/EC relating to the Assessment and Management of Environmental Noise. Official Journal of the European Communities; 2002. No. L 189.
14. KLÆBOE, R., ENGELIEN, E., & STEINNES, M. Context sensitive noise impact mapping. Applied Acoustics, 67:620–642, 2006.
15. DA PAZ EC, ZANNIN PH. Urban daytime traffic noise prediction models. Environ Monit Assess, 163(1-4): 515-29.
16. TAKYIA, H. Atlas Ambiental do Município de São Paulo. Secretaria Municipal do Meio Ambiente: Prefeitura da Cidade de São Paulo, 2002. 203 p.
http://atlasambiental.prefeitura.sp.gov.br/conteudo/cobertura_vegetal/veg_apres_02.pdf
17. BRUEL & KJAER. Predictor –Lima v.8.11 user guide. Bruel & Kjaer Sound and Vibration A/S, 2010.
18. WG-AEN. European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise. Good practice guide for strategic noise mapping and the production of associated data on noise exposure, 2006.
19. PINTO FANC, MARDONES MDM. Noise mapping of densely populated neighborhoods – example of Copacabana, RJ, Brazil. Environ Monit Assess, 155(1-4), 309-18.
20. GUEDES, I. C. M., BERTOLI, S. R., & ZANNIN, P. H. T. (2011). Influence of urban shapes on environmental noise: A case study in Aracajú, Brazil. Science of the Total Environment, 66–76.
21. ZANNIN PH, ENGEL MS, FIELDER PEK, BUNN F. Characterization of environmental noise based on noise measurements, noise mapping and interviews: A case study at a university campus in Brazil. Cities, 2012.
22. SAPATA A.M.A, SOARES P.F, LISOT A. Aspectos da modelagem computacional para análise dos impactos do ruído de tráfego na Avenida Horácio Racanello da cidade de Maringá - PR (Brasil). [Dissertação]. Maringá: Universidade Federal do Paraná, 2011.

23. MORAES, E; LARA, L.; TOGUCHI, L.; PINTO, A. , 2003. Mapa de ruídos da Zona Comercial de Belém, uma parcela do mapa de ruídos da cidade de Belém, Brasil. TecniAcustica, Bilbao 2003.
<http://www.seaacustica.es/Bilbao03/aam022.pdf>
24. 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. 415-25.
25. BABISCH W, NEUHAUSER H, THAMM M, SEIWERT M. Blood pressure of 8–14 year old children in relation to traffic noise at home—results of the German Environmental Survey for Children. *Sci Total Environ* 2009, 407:5839–5843.
26. JONES K: Environmental noise and health: a review. In *Environmental noise and health: a review*. City: UK Civil Aviation Authority; 2010:56. 56.
27. LEKAVICIUTE J1, ARGALASOVA-SOBOTOVA L. Environmental noise and annoyance in adults: research in Central, Eastern and South-Eastern Europe and Newly Independent States. *Noise Health*. 2013;15(62):42-54.
28. BASNER, M., MULLER, U., ELMENHORST, E.M. Single and combined effects of air, road, and rail traffic noise on sleep and recuperation. *Journal Sleep*. 2011; 34(1):11–23.
29. BLUHM GL, BERGLIND N, NORDLING E, ROSENLUND M. Road traffic noise and hypertension. *Occup. Environ. Med.* 2007; 64:122–6.
30. JARUP L, BABISCH W, HOUTHUIJS D, PERSHAGEN G, KATSOUYANNI K, CADUM E, et al. Hypertension and exposure to noise near airports: the HYENA study. *Environ. Health Perspect.* 2008; 116:329–33.
31. BABISCH, W. Noise and health. *Environ Health Perspect.* 2005; 113:A14–A15,.
32. BABISCH W, BEULE B, SCHUST M, KERSTEN N, ISING H. Traffic noise and risk of myocardial infarction. *Epidemiology*. 2005; (1):33-40.
33. ROSENLUND M, BERGLIND N, PERSHAGEN G, HALLQVIST J, JONSON T, BELLANDER T. Long-term exposure to urban air pollution and myocardial infarction. *Epidemiology*. 2006;17: 383–90.
34. SHEPHERD D, WELCH D, DIRKS KN, MATHEWS R. Exploring the relationship between noise sensitivity, annoyance and health-related quality of life in a sample of adults exposed to environmental noise. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2010; 7: 3579-3594.

35. WHO (World Health Organization). Constitution of the World Health Organization. Basic Documents. Geneva, 1946.
36. OHRSTRÖM E. Longitudinal surveys on effects of changes in road traffic noise-annoyance, activity disturbances, and psycho-social well-being. *J Acoust Soc Am*. 2004; 115: 719-729.
37. NDREPEPA A, TWARDELLA D. Relationship between noise annoyance from road traffic noise and cardiovascular diseases: A meta-analysis. *Noise Health*. 2011; 13(52):251-9.
38. DRATVA J, ZEMP E, FELBER DIETRICH D, BRIDEVAUX PO, ROCHAT T, SCHINDLER C, GERBASE MW. Impact of road traffic noise annoyance on health-related quality of life: results from a population-based study. *Qual Life Res*. 2010; 19(1):37-46.
39. WELCH D, SHEPHERD D, DIRKS KN, MCBRIDE D, MARSH S. Road traffic noise and health-related quality of life: a cross-sectional study. *Noise Health*. 2013;15(65):224-30.
40. BERG FVD, VERHAGEN C, UITENBROEK D. The Relation between Scores on Noise Annoyance and Noise Disturbed Sleep in a Public Health Survey. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2014; 11:2314-27.
41. DE KLUIZENAAR et al. Road traffic noise, air pollution components and cardiovascular events. *Noise Health*. 2013; 15:388-97.

4.3 – Manuscrito 3

Poluição Sonora em São Paulo: ruído ambiental, queixas da comunidade e efeitos não auditivos na população

Karina Mary de Paiva Vianna¹

Maria Regina Alves Cardoso²

Paulo Henrique Trombetta Zannin³

1 – Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

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

3 – Laboratório de Acústica Ambiental e Conforto Industrial (LAAICA). Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Resumo

Introdução: A poluição sonora se constitui em um dos principais problemas ambientais do mundo atual. As políticas públicas brasileiras referentes ao ruído direcionam ações voltadas ao controle e fiscalização dos níveis de ruído emitidos em diferentes atividades urbanas. No município de São Paulo, o Programa Silêncio Urbano (PSIU) fiscaliza atividades que gerem poluição sonora e é baseado em denúncias da população.

Objetivo: Verificar a associação entre exposição ao ruído ambiental e efeitos na saúde da população residente em áreas não expostas ao ruído do tráfego, analisando queixas e reclamações da população. **Métodos:** Foram realizadas medições dos níveis de ruído em 32 pontos nos bairros Vila Madalena e Jardim Europa no distrito de Pinheiros, São Paulo. Foram elaborados mapas de ruído destas áreas, por meio do software Predictor 8.11. Para avaliar os efeitos na saúde, foram conduzidos inquéritos domiciliares com a população residentes nestas áreas. **Resultados:** Foram conduzidas 80 entrevistas. Os fatores associados a morar nestas áreas foram: incômodo com o ruído de vizinhança (bares, restaurantes e casa noturnas) e qualidade do sono regular/ruim. Com relação às queixas e reclamações registradas pelo PSIU, houve uma diminuição desde 2006, porém os registros ainda são muito elevados. **Conclusão:** A poluição sonora é um importante fator de degradação ambiental que afeta a qualidade de vida da população. As políticas brasileiras precisam rever e ampliar seus objetivos em busca de garantir efetividade das ações, já que as leis e norma atuais não têm garantido o sossego público em favor da saúde da população.

Introdução

A poluição sonora afeta um grande número de pessoas e é considerada a segunda maior forma de poluição no mundo, sendo precedida apenas pela poluição do ar e da água¹. Apesar disso, ela se constitui numa forma incomum de poluição por não provocar alterações permanentes no meio ambiente. Conforme a legislação brasileira, o termo poluição se refere à degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde e o bem-estar da população e criem condições adversas às atividades sociais e econômicas².

A qualidade sonora dos grandes centros urbanos tem sido ameaçada. A variedade de sons provenientes do ambiente está associada à dinâmica diária das atividades urbanas, incluindo sons das ruas, teatros, bares, restaurantes e residências, configurando o ruído ambiental³.

Na Comunidade europeia, ações voltadas ao controle, monitoramento e redução dos níveis de ruído ambiental têm sido priorizadas desde a criação da Diretiva Europeia em 2002⁴, que estabeleceu a obrigatoriedade da elaboração de mapas de ruído. Estas medidas foram tomadas em função de se perceber que o ruído ambiental causado pelo tráfego, pelas atividades industriais e recreacionais representava um dos principais problemas ambientais na Europa.

No Brasil, a Legislação Federal sobre Poluição Sonora Urbana conceitua como poluição a emissão de sons e ruídos em níveis que causam incômodo às pessoas e animais e que prejudicam a saúde e as atividades humanas⁵. Assim, estabelece o controle e a fiscalização da poluição sonora como competência dos municípios, órgãos ambientais e de trânsito, os quais se valem dos limites estabelecidos por normas técnicas editadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)⁶, em 2000.

No município de São Paulo, desde 1994, foi instituído, por meio do Decreto nº34.569, o Programa Silêncio Urbano – PSIU⁷ – dispõe sobre o controle e a fiscalização das atividades que gerem poluição sonora, impondo, inclusive, penalidades aos infratores, com a finalidade de preservar o sossego público. A estratégia seguida por este programa se baseia na ação fiscalizadora, baseada em denúncias, por meio da comunicação entre população e Prefeitura do Município, com a finalidade de coibir níveis excessivos de emissão.

Os efeitos da exposição ao ruído podem ser variados, por serem influenciados pelas propriedades acústicas do ruído e por aspectos relacionados à susceptibilidade individual, como sensibilidade e percepção. Apesar disso, apenas um terço das variações em relação ao grau de incômodo provocado pelo ruído, pode ser atribuído às propriedades acústicas do mesmo⁸.

A percepção de um som como desagradável depende de preferências pessoais e aspectos culturais, e será influenciada pela atividade que se desenvolve ao receber o som. Assim, estratégias voltadas à fiscalização dos níveis de ruído não se configuram em ações efetivas sob a perspectiva da saúde pública³.

Queixas e reclamações da população referente ao incômodo em função da exposição ao ruído podem representar um indicador de poluição sonora, mostrando uma forma de degradação ambiental que interfere no conforto e sossego público. Entretanto, cabe ressaltar que níveis elevados de pressão sonora são potencialmente prejudiciais à saúde, independente da sensibilidade individual, sendo responsáveis por alterar diversas funções orgânicas^{5,9,10,11}.

Avaliar os efeitos não auditivos (incômodo e distúrbios do sono) em função da exposição ao ruído ambiental (proveniente de bares, restaurantes, casas noturnas e da vizinhança) na população residente no distrito de Pinheiros, São Paulo e analisar queixas em função deste ruído representa um importante indicador de incômodo, além de gerar dados que podem auxiliar no planejamento e na reestruturação de ações e políticas públicas em favor de ambientes acusticamente saudáveis.

Métodos

Trata-se da análise dos dados de um estudo maior que teve por finalidade comparar áreas expostas e não expostas ao ruído do tráfego rodoviário no Distrito de Pinheiros, São Paulo, no qual foram selecionadas áreas classificadas como não expostas ao ruído do tráfego rodoviário (por serem menos expostas a este ruído) nos bairros de Vila Madalena e Jardim Europa. Neste estudo, as áreas não expostas ao tráfego rodoviário serão denominadas áreas expostas ao ruído ambiental, envolvendo ruído proveniente de bares, restaurantes, casas noturnas e de vizinhos.

Desta forma, o estudo foi conduzido em três etapas: (1) avaliação do ruído em áreas não expostas ao ruído do tráfego rodoviário no distrito de Pinheiros, São Paulo, com elaboração de mapas de ruído; (2) avaliação dos efeitos não auditivos à saúde (incômodo e distúrbios do sono); (3) análise das queixas da população em função do excesso de ruído ambiental que foram registradas pelo Programa Silêncio Urbano (PSIU-SP).

(1) Avaliação do Ruído

Foram realizadas medições dos níveis de ruído em 32 pontos selecionados na Vila Madalena e no Jardim Europa (Figura 1). Os procedimentos de medição seguiram as normas NBR 10.151:1999 (ABNT)⁶, o equipamento foi o medidor de nível de pressão sonora – Analisador Brüel & Kjaer 2237 e o Calibrador Acústico Brüel & Kjaer, classe 1. Descritores acústicos como Nível de Pressão Sonora Equivalente Contínuo (LAeq) foram usados e expressos em dB(A) e foram calculadas as médias da pressão sonora equivalente nas ruas estudadas. As medições seguiram as regras quanto à distância em relação ao solo (1,2m) e a qualquer superfície refletora, como muros e paredes (2m). Cada medida teve a duração de 15 minutos, para evitar viés de medição devido às possíveis mudanças no fluxo de trânsito em virtude da presença de semáforos.

Figura 1 – Pontos selecionados nas áreas não expostas no distrito de Pinheiros, SP. São Paulo, 2014.

Com o auxílio do software B&K 7810 Predictor¹², versão 8.11, foi realizado o mapeamento do ruído a partir da inserção de características físicas (topográficas) da área de estudo e de parâmetros da fonte de ruído (tráfego - número de veículos), a partir dos quais foram gerados mapas de níveis sonoros em uma escala de cores que corresponde aos níveis de ruído. Optou-se pelo modelo ISO 9613-1/2 *Road* e os parâmetros para o cálculo foram uma malha de 5x5 e altura de 4m, recomendado pela Diretiva 2002/49/EC. O cálculo foi baseado nas normas estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT – para avaliação do ruído em áreas habitadas visando conforto da comunidade (ABNT, 2000)⁶.

Antes da simulação do mapa acústico, foi realizada a calibração do modelo, com a qual é possível verificar se os níveis gerados pelo modelo são compatíveis com os níveis sonoros medidos em campo. A diferença entre o L_{eq} medido e o simulado deve ser inferior a 4.6dB(A)¹³, caso contrário as medições necessitam ser refeitas.

(2) Avaliação dos efeitos não auditivos na saúde da população

Os principais efeitos não auditivos relacionados à exposição ao ruído ambiental são o incômodo e os distúrbios do sono¹. Para avaliação destes efeitos na população, foi conduzido um estudo transversal, com realização de inquérito domiciliar com a população adulta (indivíduos com 20 anos e mais)¹⁴ residente na Vila Madalena e Jardim Europa, São Paulo, há um tempo mínimo de seis meses. O instrumento de coleta de dados¹⁴ foi adaptado com questões referentes à identificação e às características sociodemográficas dos entrevistados, tempo de residência, percepção do ruído e da qualidade sonora na residência e características da residência. O incômodo em relação ao ruído foi verificado por meio de questões dicotômicas (sim, não) em relação às diferentes fontes (carros, motos e vizinhança – bares, restaurantes, eventos e festas) e quanto ao grau de incômodo (pouco, moderado e muito), além da interferência na realização de atividades como assistir televisão, descansar, conversar e se concentrar na realização de atividades. Os distúrbios do sono foram avaliados segundo qualidade do sono (excelente/muito bom, regular/ruim).

(3) Análise das reclamações relacionadas ao ruído ambiental.

Foi realizada uma análise dos registros referentes às reclamações da população em função do ruído excessivo, que se encontram disponíveis no site da Prefeitura de São Paulo, Programa de Silêncio Urbano (PSIU). Os dados disponíveis abrangeram os anos de 2006 a 2013.

Análise dos dados

As medições dos níveis de ruído foram sumariadas segundo a média do Nível de Pressão Sonora Equivalente (L_{Aeq}) nos diferentes pontos avaliados. Foi realizada análise descritiva das características sociodemográficas, percepção em relação ao ruído e à qualidade sonora e características da residência, incômodo e distúrbios do sono. Para identificar possíveis associações entre exposição ao ruído ambiental, incômodo e distúrbios do sono foi realizado o Teste do Qui-quadrado. Foram realizadas também análise de Regressão Logística Múltipla para identificação de fatores independentemente associados a morar em áreas expostas ao ruído ambiental (proveniente de bares, restaurantes, casas noturnas e da vizinhança).

Resultados

Observou-se que apesar de estas áreas terem sido selecionadas como não expostas ao ruído do tráfego rodoviário, os níveis de ruído em todos os pontos avaliados estiveram acima do estabelecido como nível crítico para a área (55.0 dB(A)). A média dos Níveis de Pressão Sonora Equivalente (L_{eq}) em todos os pontos medidos foi de 64.0 (0.6) dB(A).

A calibração do mapeamento sonoro permitiu validar os mapas simulados, já que a diferença entre o L_{eq} nos pontos medidos e simulados não ultrapassou 4.6dB(A). A escala de cores dos mapas reafirma que os níveis ultrapassam os limites estabelecidos, exceto em algumas áreas da Vila Madalena, com níveis entre 40-45 e 45-50dB (cores verdes e amarelas – Figura 2).

Figura 2 – Mapas de ruído da Vila Madalena e Jardim Europa. São Paulo, 2014.

Foram entrevistados 80 indivíduos. A média de idade foi 47.1, com desvio padrão de 0.2 anos, a maioria da população: pertence ao sexo feminino (65%); é solteira (40%) e casada (38.8%); apresenta alto índice de escolaridade, ensino superior (40%) e pós-graduação (23.7%); e renda superior a 10 salários mínimos (60.8%). Quanto às características da residência, observou-se que a maioria: reside em apartamento (67.5%); não possui janela anti-ruído ou qualquer outro tipo de isolamento acústico (96.2%); relata ter jardim na frente do prédio (82.5%) e ao menos um dos quartos da casa é voltado para a rua (61.2%).

Tabela 1 – Distribuição da população, segundo características sociodemográficas. São Paulo, 2014.

Variáveis	Áreas expostas ao ruído ambiental (%)
Características demográficas	
Idade média (sd)	47.1 (2.0)
Sexo	
Masculino	35,0
Feminino	65.0
Estado Civil	
Solteiro	40.0
Casado	38.8
Divorciado	13.7
Viúvo	7.5
Escolaridade	
Não alfabetizado	1.3
Ensino fundamental	10.0
Ensino médio	25.0
Ensino superior	40.0
Pós-graduação	23.7
Renda***	
1-3 SM	14.9
4-10 SM	24.3
> 10 SM	60.8
Tempo na residência	
Até 5 anos	33.7
5 anos e mais	66.3
Número de moradores (média (sd))	2.9 (0.2)
Características da residência	
Tipo de residência	
Casa	32.5
Apartamento	67.5
Janela Anti-ruído	
Não	96.2
Sim	3.8
Jardim	
Não	17.5
Sim	82.5
Quarto voltado para a rua	
Não	61.3
Sim	38.7

Observou-se associação entre morar nestas áreas expostas ao ruído ambiental e: relatar incômodo em função do ruído de vizinhança ($p < 0.001$); relatar dificuldade na execução de atividades em casa, como assistir televisão, conversar e se concentrar em atividades ($p < 0.001$); achar que o período noturno tem níveis mais elevados de ruído ($p = 0.002$).

Por meio da análise de regressão logística múltipla buscou-se identificar fatores associados a morar em áreas expostas ao ruído ambiental. Observou-se associação com relatar incômodo (OR: 4.47; IC95%:2.30-8.68) e classificar o sono como regular/ ruim (OR: 2.47; IC95%: 0.97-4.31), ajustados por sexo, idade, estado civil e renda.

Para a análise das queixas da população, que pode representar um importante indicador de incômodo, a avaliação dos registros do PSIU referentes às reclamações e atendimentos em função do excesso de ruído apresentou uma diminuição desde 2006, porém seus números ainda são alarmantes, aproximadamente 30.000 reclamações no ano de 2013 (Figura 3).

Figura 3 – Análise linear dos registros de reclamações e atendimentos pelo Programa Silêncio Urbano – PSIU. São Paulo, SP, 2014.

Dados do programa mostram que são recebidas, em média, 80 reclamações por dia, sendo 10% destas da Vila Madalena e o programa conta com apenas 15 equipes de atendimento. Tal fato pode explicar a incoerência entre o maior número de atendimentos em relação ao número de reclamações a partir do ano de 2009 (Figura 3).

Assim, o acúmulo de reclamações que são atendidas com atraso pode sobrepor o número de reclamações registradas.

Segundo a Secretaria de Coordenação das Subprefeituras, em 2013, 230 bares receberam penalidades como fechamento administrativo e foram aplicados R\$18,3 milhões em multas pelo programa. No primeiro semestre de 2014, foram recebidas 7.000 reclamações e foram fechados 26 bares (Figura 4).

Figura 4 – Distribuição das solicitações recebidas no ano de 2013, segundo subprefeituras do município de São Paulo.

Fonte: Prefeitura da Cidade de São Paulo. Programa Silêncio Urbano – PSIU, 2013.

Discussão

Os mapas de ruído dos bairros Vila Madalena e Jardim Europa mostram a situação acústica atual destas áreas, com elevados níveis sonoros. Mesmo não se tratando de vias de tráfego rápido, as medições e os mapas indicam que os níveis ultrapassam os limites estabelecidos pela legislação, com exceção de poucos trechos da Vila Madalena, representados pelas cores verdes e amarelas no mapa. Foi possível verificar associação entre morar em áreas expostas ao ruído ambiental e relatar incômodo com este ruído e para realizar atividades em casa, como assistir televisão,

conversar, descansar e realizar tarefas que exijam concentração; considerar o período noturno como tendo níveis mais elevados de ruído. Os fatores associados a morar nestas áreas foram: incômodo e qualidade do sono regular/ruim. Com relação às queixas registradas pelo PSIU, houve uma diminuição desde 2006, porém os registros ainda são muito elevados.

Os mapas de ruído permitem a observação da dispersão do ruído desde sua fonte e em todos os pontos desejados, em função de sua escala de cores. Para confecção dos mapas é necessário incluir fontes de interesse a serem avaliadas, como é caso do ruído produzido pelo tráfego rodoviário. Este método fornece uma visão ampla da problemática da poluição sonora que somente as medições sonoras não são capazes de fornecer. Uma análise prévia de um mapa de ruído possibilita detectar as principais fontes e identificar áreas mais expostas, auxiliando em tomada de decisões. Além disso, permite atualização constante da evolução da situação acústica da região, se configurando em uma ferramenta de gestão e planejamento urbano.

A detecção dos níveis de pressão sonora elevados nestes bairros que necessariamente não apresentam características de grandes vias de tráfego e possuem aglomerados residenciais representa um indicador importante de poluição sonora no município de São Paulo e reforça a necessidade da continuidade da produção de mapas de ruído como forma de gestão e monitoramento do ruído ambiental.

Na condução dos inquéritos, houve uma perda de aproximadamente 30% em relação ao cálculo do tamanho da amostra, justificável em função do alto nível socioeconômico da área de estudo, o que dificultou a aceitação em receber pesquisadores no domicílio. Destaca-se também que o número de entrevistas conduzidas nestas áreas foi menor (80) em comparação às áreas expostas (145). Este fato se deve principalmente ao bairro Jardim Europa (16 entrevistas) que se constitui em um dos bairros mais valorizados de São Paulo com grandes residências e difícil contato com os moradores.

Apesar da exposição a níveis elevados de tráfego em áreas que foram inicialmente selecionadas como não expostas, os efeitos na saúde estiveram relacionados ao ruído ambiental, proveniente de bares, restaurante, casas noturnas e de vizinhos, o que pode justificar as queixas registradas pelo PSIU. O bairro Vila Madalena, que registra grande parte das queixas, é conhecido por ser um bairro

movimentado que reúne uma grande quantidade de estabelecimentos como bares, restaurantes e casas noturnas (Figura 5).

Figura 5 – Mapa da Vila Madalena com marcação de bares, restaurantes e casas noturnas. São Paulo, SP.

Fonte: Google Maps – Street View.

A análise dos registros realizados pelo PSIU apresentou limitações já que não foi possível obter dados específicos relacionados às queixas devido ao caráter confidencial das denúncias.

Os principais problemas destacados na ação fiscalizadora do PSIU dizem respeito às medições realizadas no estabelecimento vistoriado apontarem níveis de ruído abaixo dos limites estabelecidos e as reclamações persistirem. Este fato pode ser explicado em função do ruído produzido pelos sons de carros e pedestres conversando no entorno serem mais elevados que o emitido pelo estabelecimento vistoriado. O que reforça a necessidade de se rever os métodos de avaliação do ruído ambiental.

Resultados de um estudo mostram que grupos vulneráveis da população, como os idosos, com maior nível de escolaridade e renda, foram apontados como aqueles que mais realizam reclamações em função do incômodo causado pelo ruído⁸. No presente estudo, não foi possível verificar estes dados, já que o PSIU não disponibiliza dados dos denunciante.

Os efeitos do ruído se configuram em objeto de pesquisa estabelecido há décadas. Em 1979, um estudo observou que a compreensão das sensações geradas pela exposição ao ruído envolve a avaliação de parâmetros acústicos e não acústicos. O

mesmo nível de ruído pode despertar distintas reações na comunidade, pois será influenciada por aspectos fisiológicos de um indivíduo e o contexto da atividade em que o ruído é ouvido¹⁵.

Os efeitos da exposição ao ruído ambiental podem variar desde danos auditivos (perda auditiva, surdez e dificuldades no reconhecimento de fala) até incômodo, alterações hormonais, estresse, distúrbios do sono, problemas comportamentais, cardíacos e de saúde mental, efeitos que na maioria das vezes não são atribuídos à exposição ao ruído¹⁶. Nos dias atuais, o ruído ambiental tem sido ainda mais enfatizado em função das mudanças na qualidade acústica dos ambientes urbanos. A paisagem sonora urbana¹⁷ tem se convertido em poluição sonora, já que estamos diariamente expostos a múltiplas e distintas fontes de ruído.

Em 2009, a Organização Mundial de Saúde (OMS)¹⁸ lançou um guia relativo ao ruído noturno, no qual cita que os distúrbios do sono representam uma das maiores queixas em relação ao ruído ambiental na comunidade.

Medidas de caráter ambiental têm sido desenvolvidas nas últimas décadas na tentativa de promover qualidade de vida. Em contrapartida, o problema da poluição sonora continua crescendo, assim como queixas de residentes em áreas expostas ao ruído ambiental. Em consonância com os resultados obtidos nesta pesquisa, há estudos que relatam que a exposição ao ruído pode gerar incômodo na realização de atividades diárias, como conversar, descansar e executar tarefas que exijam concentração¹⁹.

Tendo em vista que os efeitos não dependem somente do tipo de ruído e dos níveis de pressão sonora, mas da frequência da exposição e da sensação gerada por esta exposição, em função do contexto em que o ouvinte está inserido, medidas de controle devem englobar ações de prevenção e redução do ruído ambiental. Ações de fiscalização e controle podem ser mais onerosas e ineficazes.

A necessidade de soluções para a redução destes níveis é inquestionável. Porém, este parâmetro acústico não deve ser estabelecido como prioridade quando se trata da problemática do ruído ambiental, principalmente ao se remeter ao PSIU, que completa 20 anos, com registros de uma média de 30000 reclamações no ano de 2013.

Uma análise comparativa entre a Legislação Brasileira e a Europeia referente à poluição sonora mostra que no Brasil, desde 1941, o ruído é considerado uma contravenção penal (Lei nº3688/41). Em 1981, a Portaria nº6938/81 estabeleceu normas de aceitabilidade dos níveis de ruído, acima dos quais seria configurado poluição ambiental. Durante uma década, 1990 a 2000, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) instituiu resoluções a respeito do controle de emissão de ruído por automóveis, atividades ambientais (incluindo a inspeção veicular) e por eletrodomésticos (selo ruído). Estas ações se direcionam à fiscalização, por meio de capacitação de profissionais e aplicação de multas. A última atualização da legislação ocorreu no ano de 2000 (Quadro1).

Figura 6 – Comparação entre as Legislações Brasileira e Europeia.

Year	Brazilian Legislation	European Legislation
1941	Law nº3688	-
1970	-	Council Directive 70/157/EEC
1981	Ordinance nº6938	-
1987	-	Law nº11 (Portugal)
1990	Resolution nº001 Resolution nº002	-
1993	Resolution nº008	-
1994	Resolution nº020	-
1995	Resolution nº017	-
1997	Resolution nº230	-
1999	Resolution nº252	-
2000	Resolution nº268	
2001	-	HARMONOISE/ IMAGINE
2002	-	European Directive nº2002/49/EC
2007	-	General Regulation on Noise (Portugal)

Fonte: Paiva KM, Rodrigues RMGC; Cardoso MR²⁰.

Considerações Finais

A poluição sonora é um importante fator de degradação ambiental que afeta a qualidade de vida da população. As políticas brasileiras precisam rever e ampliar seus objetivos em busca de garantir efetividade das ações, já que as leis e normas atuais não tem garantido o sossego público em favor da saúde da população. As iniciativas mundiais direcionadas ao controle do ruído têm sido atualizadas baseadas principalmente nos efeitos do ruído na saúde da população. Assim, tem-se buscado estratégias para redução dos níveis de ruído ambiental, como forma de garantir bem estar e qualidade de vida.

Referências Bibliográficas

1. WHO. Burden of disease from environmental noise-Quantification of healthy life years lost in Europe. Copenhagen: The WHO European Center for Environment and Health. Bonn Office: WHO Regional Office for Europe; 2011
2. Brasil. Lei 6938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. DF: 1981.
3. Castorino, A.B. O mundo que se ouve: uma análise da paisagem sonora dos shoppings centers. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal de Goiás, 105 p.
4. EUROPEAN UNION. Directive 2002/49/EC relating to the Assessment and Management of Environmental Noise. Official Journal of the European Communities; 2002. No. L 189.
5. Pereira Junior JS. Legislação Federal sobre Poluição Urbana. Câmara dos Deputados: Consultoria Legislativa. Brasília, DF; Jan, 2002.
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10.151: Acústica - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas, Visando o Conforto da Comunidade – Procedimento. Rio de Janeiro, 2000.
7. São Paulo. Prefeitura da Cidade de São Paulo. Programa Silêncio Urbano (PSIU). Decreto nº 34.741, 09 dez 1994.
8. Maziul M, Job RFS, Vogt J. Complaint data as an index of annoyance-theoretical and methodological issues. Noise Health. 2005; 28(7):17-27.

9. Petian A. Incômodo em relação ao ruído urbano entre trabalhadores de estabelecimentos comerciais no município de São Paulo. [Dissertação] São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, 2008.
10. Babisch W. The noise/stress concept, risk assessment and research needs. *Noise Health*. 2002; 4:1-11.
11. Davies WJ et al. Perception of soundscapes: An interdisciplinary approach. *Applied Acoustics*. 2013; 74: 224–231.
12. BRUEL & KJAER. Predictor –Lima v.8.11 user guide. Bruel & Kjaer Sound and Vibration A/S, 2010.
13. WG-AEN. European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise. Good practice guide for strategic noise mapping and the production of associated data on noise exposure; 2006.
14. Paiva-Vianna KM. Poluição Sonora no Município de São Paulo: avaliação do ruído e impacto da exposição na saúde da população. [Tese de doutorado] São Paulo: Faculdade de Saúde Pública, 2014.
15. Brown WC. Noise Abatement (Neighborhood Annoyance) Regulations 1979. *Government Gazette*, WA. 1979.
16. Berglund B, Lindvall T. Community Noise. *Archives of the Center for Sensory Research*. 1995; 2(1):1-195.
17. Schafer, R.M. *The Tuning of the World*. Knopf: New York 1977.
18. WHO (World Health Organization). *Night Noise Guidelines for Europe*. Copenhagen, Denmark, 2009.
19. Jakovljević B, Belojević G, Paunović K, Stojanov V. Road Traffic Noise and Sleep Disturbances in an Urban Population: Cross-sectional Study. *Croat Med J*. 2006; 47:125-133.
20. Paiva K M ; Rodrigues RMGC ; Cardoso MR . Assessment and Management on Environmental Noise: The Role of the Brazilian Legislation as Health Promoter. In: EURONOISE, 2012, Praga. *Proceedings Euronoise Prague 2012*. Praga: European Acoustics Association, 2012.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados indicam a necessidade de ações mais efetivas direcionadas à poluição sonora no Brasil. Os mapas de ruído elaborados mostram a clara situação de poluição sonora nas áreas avaliadas, com produção de níveis de pressão sonora elevados em vias essenciais do município, como a Marginal Pinheiros, a Avenida Rebouças e a Avenida Brigadeiro Faria Lima. Os efeitos na saúde da população foram relatados tanto nas áreas expostas quanto nas não expostas, o que sugere a importância de diagnóstico da situação acústica das cidades, de forma a direcionar o planejamento urbano e prevenção dos níveis de ruído.

Internacionalmente, a obrigatoriedade na produção e atualização de mapas de ruído foi estabelecida em 2002 devido às preocupações com o prejuízo na saúde da população e estabelecem como um dos objetivos a informação à população sobre o ruído ambiente e seus efeitos.

A experiência no Laboratório de Acústica na Universidade do Porto (NI&DEA) propiciou vivenciar a aplicabilidade dos mapas de ruído em ações de planejamento urbano, já que era possível observar as constantes solicitações de estudos de viabilidade acústica de novos projetos por órgãos públicos, visando controle e prevenção do ruído. Além disso, a realização dos inquéritos propiciou identificar as diferenças relacionadas ao isolamento acústico das residências que possuíam, em sua maioria, janelas duplas. Vale ressaltar que as preocupações com estas medidas também se aplicam às condições climáticas do país.

A importância de se avaliar os efeitos não auditivos decorrentes da exposição ao ruído, como o incômodo e os distúrbios do sono, refere-se ao fato destes efeitos nem sempre serem associados à esta exposição. As reações fisiológicas em função da exposição ao ruído são silenciosas e podem ser responsáveis por sinais e sintomas

emocionais e de saúde como alterações hormonais, estresse, irritação, desconforto, dores de cabeça e dificuldade de concentração em atividades. O incômodo é um importante indicador de desconforto em função desta exposição, pois se refere a uma sensação subjetiva ligada a aspectos comportamentais.

Além destes efeitos, a OMS alerta para os distúrbios cognitivos e de aprendizagem em crianças expostas ao ruído ambiental. Este fato nos remete à importância da localização das escolas próximas às grandes avenidas, aeroportos e que se encontram na rota dos aviões.

A atualização das leis e a promoção de campanhas de informação à população quanto à problemática da poluição sonora no Brasil precisam integrar o quadro de prioridades do planejamento ambiental, em busca de ambientes acústicos mais agradáveis e educação em saúde ambiental, visando bem estar e qualidade de vida da população. Neste sentido cabe ressaltar a importância de se potencializar a participação e a mobilização de instituições de ensino e equipes de saúde em campanhas como o Dia Internacional de Conscientização sobre o Ruído (INAD), evento que envolve a participação de mais de 30 países, incluindo o Brasil, e acontece anualmente no mês de abril.

Especialmente quando se trata do município de São Paulo, considerada a sétima cidade mais populosa do planeta, ações mais efetivas necessitam ser realizadas em busca da prevenção do ruído ambiental. O Programa Silêncio Urbano necessita de ampliação de seu quadro técnico, além de rever os instrumentos de diagnóstico e controle sobre os níveis de ruído, já que suas ações não tem se mostrado efetivas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MOMENSOHN-SANTOS TM; RUSSO IP. A Prática da Audiologia Clínica. São Paulo: Book Toy, 2011.
2. GERGES, S. N. Y. **Ruído: Fundamentos e Controle**. 2 ed. Florianópolis: NR Editora, 676 p., 2000.
3. FASTL, H. – Psychoacoustics, sound quality and music, Internoise 2007, Istanbul, 2007.
4. WHO. Burden of disease from environmental noise-Quantification of healthy life years lost in Europe. Copenhagen: The WHO European Center for Environment and Health. Bonn Office: WHO Regional Office for Europe; 2011.
5. RIBAS, A. Reflexões sobre o ambiente sonoro da cidade de Curitiba: a percepção do ruído urbano e seus efeitos sobre a qualidade de vida de moradores dos setores especiais estruturais. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento), Universidade Federal do Paraná, 219p, 2007.
6. CASTORINO, A.B. O mundo que se ouve: uma análise da paisagem sonora dos shopping centers. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal de Goiás, 105 p.
7. SOUZA, D.S. Instrumentos de gestão da poluição sonora para a sustentabilidade das cidades brasileiras. Tese. Programa de pós-graduação de Energia da UFRJ. Rio de Janeiro: UFRJ, 2004.
8. CALIXTO, A. O Ruído gerado pelo Tráfego de Veículos em “Rodovias-Grandes Avenidas”, situadas dentro do perímetro urbano de Curitiba, analisados sobre parâmetros acústicos objetivos e seu impacto ambiental, Curitiba. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica), Universidade Federal do Paraná, 125 p.
9. ZANNIN, P. H. T. et. al. Environmental Noise Pollution in the city of Curitiba, Brazil. Applied Acoustics, Brazil, v. 63, p. 351-358, 2002.
10. BRASIL. Lei 6938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. DF: 1981.
11. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10.151: Acústica - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas, Visando o Conforto da Comunidade – Procedimento. Rio de Janeiro, 2000.
12. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico: Recenseamento geral do Brasil. Rio de Janeiro, 2010.

13. BRESSANE A, MOCHIZUKI PS, GOBBI N, CARVALHO MD. Legislação Ambiental aplicável à poluição sonora urbana: um estudo das normas e diretrizes disciplinares. *HOLOS environment*. 2008; 8(2):132-48.
14. WHO. World health report 2002: reducing risks, promoting healthy life. Geneva: World Health Organization, 2002.
15. EUROPEAN UNION. Directive 2002/49/EC relating to the Assessment and Management of Environmental Noise. *Official Journal of the European Communities*; 2002. No. L 189.
16. DA PAZ EC, ZANNIN PH. Urban daytime traffic noise prediction models. *Environ Monit Assess*, 163(1-4): 515-29.
17. KLÆBOE, R., ENGELIEN, E., & STEINNES, M. Context sensitive noise impactmapping. *Applied Acoustics*, 67:620–642, 2006.
18. WG-AEN. European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise. Good practice guide for strategic noise mapping and the production of associated data on noise exposure; 2006.
19. PINTO FANC, MARDONES MDM. Noise mapping of densely populated neighborhoods – example of Copacabana, RJ, Brazil. *Environ Monit Assess*, 155(1-4), 309-18.
20. GUEDES, I. C. M., BERTOLI, S. R., & ZANNIN, P. H. T. (2011). Influence of urban shapes on environmental noise: A case study in Aracajú, Brazil. *Science of the Total Environment*, 66–76.
21. ZANNIN PH, ENGEL MS, FIELDER PEK, BUNN F. Characterization of environmental noise based on noise measurements, noise mapping and interviews: A case study at a university campus in Brazil. *Cities*, 2012.
22. FIEDLER, P.E.K. Poluição sonora nos eixos estruturais de transporte da cidade de Curitiba – PR. [Dissertação]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2013.
23. SAPATA A.M.A, SOARES P.F, LISOT A. Aspectos da modelagem computacional para análise dos impactos do ruído de tráfego na Avenida Horácio Racanello da cidade de Maringá - PR (Brasil). [Dissertação]. Maringá: Universidade Federal do Paraná, 2011.
24. SOUZA FILHO JJ. Avaliação do ruído urbano na cidade de Campo Grande – MS. [Dissertação]. Campo Grande: Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2012.

25. MORAES, E; LARA, L.; TOGUCHI, L.; PINTO, A. Mapa de ruídos da Zona Comercial de Belém, uma parcela do mapa de ruídos da cidade de Belém, Brasil. TecniAcustica, Bilbao 2003.
26. OPAS/OMS – Organização Panamericana de Saúde; Organização Mundial da Saúde. Riesgos del ambiente humano para la salud. Washington, D.C.: Organización Panamericana de la Salud; Organización Mundial de la Salud, 1976.359p.
27. Schafer RM. The Tuning of the World. Knopf: New York, 1977.
28. DAVIES WJ et al. Perception of soundscapes: An interdisciplinary approach. *Applied Acoustics*; 74: 224–231, 2013.
29. BASNER, M., MULLER, U., ELMENHORST, E.M. Single and combined effects of air, road, and rail traffic noise on sleep and recuperation. *Sleep* 34(1):11–23, 2011
30. BLUHM GL, BERGLIND N, NORDLING E, ROSENLUND M. Road traffic noise and hypertension. *Occup. Environ. Med.* 2007;64:122–6.
31. JARUP L, BABISCH W, HOUTHUIJS D, PERSHAGEN G, KATSOUYANNI K, CADUM E, et al. Hypertension and exposure to noise near airports: the HYENA study. *Environ. Health Perspect.* 2008; 116:329–33.
32. BABISCH, W. Noise and health. *Environ Health Perspect.* 113:A14–A15, 2005.
33. BABISCH W. The noise/stress concept, risk assessment and research needs. *Noise Health* 2002;4:1-11
34. BABISCH W, BEULE B, SCHUST M, KERSTEN N, ISING H. Traffic noise and risk of myocardial infarction. *Epidemiology.* 2005; (1):33-40.
35. 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. 415-25.
36. SILVA, L. F.; MENDES, R. Exposição combinada entre ruído e vibração e seus efeitos sobre a audição de trabalhadores. *Rev. Saúde Pública, São Paulo*, v.39, n.1, p.9-17, fev. 2005.
37. BARBOSA ASM. Ruído Urbano e perda auditiva: o caso da exposição ocupacional em atividades ligadas à coordenação do tráfego de veículos no Município de São Paulo. [Dissertação] São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 2002.

38. PETIAN A. Incômodo em relação ao ruído urbano entre trabalhadores de estabelecimentos comerciais no município de São Paulo. [Dissertação] São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, 2008.
39. TAKYIA, H. Atlas Ambiental do Município de São Paulo. Secretaria Municipal do Meio Ambiente: Prefeitura da Cidade de São Paulo, 2002. 203 p.
http://atlasambiental.prefeitura.sp.gov.br/conteudo/cobertura_vegetal/veg_apres_02.pdf
40. ALMEIDA SL. Análise espacial de doenças respiratórias e poluição relacionada ao tráfego no município de São Paulo. 2013. [Dissertação] São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, 2013.
41. BRUEL & KJAER. Predictor –Lima v.8.11 user guide. Bruel & Kjaer Sound and Vibration A/S, 2010.
42. WG-AEN. European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise. Good practice guide for strategic noise mapping and the production of associated data on noise exposure, 2006.

Anexo 1 – Medições dos níveis de ruído

Tabela 1 – Resultados das medições realizadas nas áreas expostas e não expostas, segundo os indicadores: Leq, Max P, Max L e Min L. São Paulo, 2014.

Vias selecionadas	Leq dB (A)	Max P dB (A)	Max L dB (A)	Min L dB (A)
Áreas Expostas				
Avenida Nações unidas	78.3	108.5	96.0	72.1
	76.6	109.1	92.3	69.2
	75.3	108.2	87.7	68.3
	77.8	108.6	93.4	70.5
	77.9	108.5	92.9	70.6
Avenida Brigadeiro Faria Lima	72.2	107.6	91.8	55.4
	73.0	108.2	91.7	52.8
	75.7	107.8	91.2	59.9
	74.3	107.2	93.5	60.4
	74.8	108.2	93.5	58.1
Avenida Rebouças	75.6	108.8	94.2	60.5
	75.3	108.3	92.8	58.9
	75.2	108.4	94.4	58.3
	74.4	108.4	90.6	58.2
	74.2	108.0	90.5	60.2
Rua Pedroso de Morais	77.3	108.4	96.1	56.8
	69.4	104.8	86.9	58.5
	66.5	102.6	82.8	50.3
	66.9	106.8	83.2	55.1
	70.2	107.9	88.3	52.7
Rua Heitor Penteado	68.3	106.2	89.5	54.0
	68.6	105.2	87.8	52.0
	72.3	106.1	93.0	55.9
	72.3	106.3	89.6	60.1
	73.5	107.8	93.1	59.3
Rua Henrique Schaumann	75.7	107.2	93.4	54.8
	76.0	108.0	101.2	52.8
	73.2	107.6	89.4	56.0
	74.7	108.5	92.9	55.6
	73.2	106.7	85.4	60.2
Rua Teodoro Sampaio	77.7	108.0	102.0	57.3
R Luiz Murat	71.0	108.6	88.3	57.4
Av Cardeal Arcoverde	78.7	108.5	97.5	57.7
Rua Butantã	75.2	108.8	91.0	61.0
Rua Inácio Pereira	71.0	106.8	91.2	52.7
Rua Paes Leme	74.7	108.7	97.6	62.8

Continua...

Ruas	Continuação			
	Leq	Max P	Max L	Min L
Áreas não expostas				
Avenida Europa	74.2	109.2	88.8	55.1
Rua Groelândia	71.4	107.9	87.8	53.0
Rua Gumerindo Saraiva	70.8	107.9	91.0	56.6
Rua Turquia	67.3	108.0	82.8	44.4
Rua Sofia	dB (A)	dB (A)	dB (A)	dB (A)
Rua Bucarest	62.2	102.9	80.8	43.5
Rua Espanha	65.2	107.5	82.9	44.7
Rua Atenas	58.6	99.2	75.5	43.8
Rua Holanda	63.2	101.6	81.2	44.4
Rua Portugal	57.9	101.7	74.4	45.5
Rua Suécia	59.6	95.6	76.8	43.1
Rua Alemanha	66.6	107.6	88.0	44.4
Rua Inglaterra	58.0	96.2	82.4	43.6
Rua Suíça	61.1	101.0	78.1	42.8
R Prudente Correia	65.5	98.0	77.5	47.5
Professor Arthur Ramos	68.3	103.7	90.0	55.9
R Tucumã	64.8	100.4	82.3	53.9
R Angelina Maffei	66.7	99.2	86.0	57.6
R Gabriel Monteiro	68.0	100.6	79.2	52.1
R Campo Verde	60.5	97.1	75.4	49.1
R Elisa P Barros	64.0	100.4	77.9	45.1
R Coronel Irilando Sandoval	55.7	96.3	74.2	44.1
R Manduri	63.3	98.9	80.7	46.0
R Ibiapinópolis	64.8	100.4	87.4	49.2
R Harmonia	64.2	103.1	80.3	52.8
R Girassol	66.4	101.2	86.0	52.4
Rua Fradique Coutinho	65.7	107.6	83.8	52.4
	63.2	106.9	85.0	52.1
R Wisard	65.0	107.1	82.4	50.8
R Purpurina	72.0	107.9	91.3	53.6
R Aspicuelta	63.0	100.4	79.5	50.2
R Fidalga	63.1	107.9	87.5	49.2
R Natingui	69.5	108.1	87.7	50.1
R Costa Carvalho	66.1	103.4	86.5	54.7
R Ferreira de Araujo	65.8	108.5	85.5	54.4
R Padre de Carvalho	67.6	108.6	89.5	53.4
R João Moura	66.6	106.4	85.8	50.8
R Mourato Coelho	66.3	103.0	87.0	50.0
R Simão Álvares	63.7	101.1	79.2	48.8

Anexo 2 – Instrumento de coleta de dados

PESQUISA: POLUIÇÃO SONORA NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO: AVALIAÇÃO DO RUÍDO E O IMPACTO NA SAÚDE DA POPULAÇÃO

FICHA DE CONTROLE DOMICILIAR

Id: _____

Endereço: _____

VISITA	DATA	HORA	ENTREVISTADOR	RESULTADO
1				
2				
3				
4				
1. Entrevista realizada/finalizada 2. Entrevista agendada/adiada 3. Recusa 4. Domicílio fechado 5. Não é um domicílio 6. Realizado com pendência				

Observações

PESQUISA: POLUIÇÃO SONORA NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO: AVALIAÇÃO DO RUÍDO E O IMPACTO NA SAÚDE HUMANA

QUADRO FAMILIAR

Ordem	Nome	Idade	Sexo	Código familiar	Selecionado	Situação
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						

Código Familiar

Sexo

Selecionado

Situação da entrevista

1. Chefe
2. Cônjuge
3. Filho (a)
4. Irmão
5. Pais/sogros
6. Neto (a)
7. Tio (a)
8. Sobrinho (a)
9. Empregado (a)
10. Outro

- M – masculino
F - feminino

- S – sim
N – não

1. Realizada
2. Recusa
3. Ausência
4. Viagem
5. Retorno

QUESTIONÁRIO SOBRE POLUIÇÃO SONORA

Questionário nº: |__|__|__|

IDENTIFICAÇÃO

Nome: _____ Idade: _____

Sexo: () F () M

Estado Civil: () Solteiro () Casado () Separado/Divorciado () Viúvo

Endereço: _____

CARACTERÍSTICAS DA RESIDÊNCIA

1. Qual o tipo de moradia? () Casa () Apartamento Qual o andar? _____

() Outro _____

Existe jardim ou outro tipo de recuo na frente do prédio? () sim () não

1.a: Quantos quartos estão com a janela voltada para a rua? _____

1.b: Quantas salas estão com a janela voltada para a rua? _____

1.c: Quantas pessoas moram na residência (incluindo você)? _____

1.d: As janelas são anti-ruído? () sim () não

2. Há quantos anos você mora nesta residência? (colocar 0 se for menos de 1 ano) _____

PERCEPÇÃO QUANTO AO LOCAL DE RESIDÊNCIA

3. Indique (em média) os períodos do dia e da noite em que se encontra em casa.

3.1- Durante os dias de semana (horas) () O dia todo

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23

3.2- Aos fins de semana (horas): () O dia todo

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23

4. Você percebe ruídos quando está em casa?

Ruído de Carro? () sim () não

Ruído de Moto? () sim () não

Ruído de Avião? () sim () não

Ruído de Ambulância? () sim () não

Ruído de Vizinhança (bares, conversas e música alta)? () sim () não

4.1. Qual o ruído que mais te incomoda quando você está em casa?

() Carro

() Avião

() Moto

() Ambulância

() Vizinhança

() Nenhum

5. Quanto este ruído te incomoda? (Categoria de resposta A)

() não incomoda

() um pouco

() moderadamente

() muito

6. Você considera o ambiente onde mora: (Categoria de resposta B)

() silencioso () moderadamente ruidoso () ruidoso

7. Existe algum período do dia em que percebe que o ruído é mais elevado?

() Não, é sempre silencioso () Sim, pela manhã (7h-13h) () Sim, à tarde (14h-19h)
() Sim, à noite (20h-06h)

8. Quando você está em casa, o ruído do tráfego: (Categoria de resposta A)

- Atrapalha a ver televisão?**

() Não () um pouco () moderadamente () muito

- Provoca dificuldades em descansar/adormecer?**

() Não () um pouco () moderadamente () muito

- Influencia a concentração em suas atividades?**

() Não () um pouco () moderadamente () muito

- Interfere durante uma conversa?**

() Não () um pouco () moderadamente () muito

9. Os ruídos da vizinhança te incomodam (bares, conversas e música alta)? (Categoria de resposta A)

() Não () um pouco () moderadamente () muito

10. Você diria que “está acostumado” com a intensidade do ruído do tráfego no seu local de residência?

() Sim () Não

11. Você trabalha fora de casa?

() Sim () Não (pule para a questão 14)

PERCEPÇÃO QUANTO AO LOCAL DE TRABALHO

12. Local de trabalho: _____

13. Indique (em média) os períodos do dia e da noite em que se encontra no trabalho?

13.1. Durante os dias de semana (horas) () O dia todo

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23

13.2. Aos fins de semana (horas): () O dia todo () NÃO TRABALHA

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23

14. Você considera que o seu ambiente de trabalho é ruidoso?

() sim () mais ou menos () não

15. Você consegue identificar ruídos neste ambiente? (Ex: carros, motos, ambulâncias)

() sim. Qual? _____ () não (pule para a questão 16)

- Quanto este ruído te incomoda?

() pouco () moderado () muito

- Os sons do ambiente em seu trabalho interferem na execução de suas tarefas?

() não () sim

- Os sons do ambiente externo fazem com que você feche as janelas ou portas?

() não () sim

- O ruído do tráfego te incomoda no local de trabalho?

() não () sim

- Quanto este ruído do tráfego te incomoda?

() pouco () moderado () muito

- Você diria que “está acostumado” com a intensidade do ruído do tráfego em seu ambiente de trabalho?

() não () sim

PERCEPÇÃO AMBIENTAL**16. Você acha que o ruído pode ser considerado um problema ambiental?**

() não () sim

17. Entre as questões ambientais abaixo, qual a que mais te preocupa nos dias atuais? (em ordem de prioridade, atribuir 1,2 ou 3 – Questões Ambientais)

() Poluição da água () Poluição do ar () Poluição sonora () Todos tem a mesma importância

EFEITOS NA SAÚDE**18. Na sua opinião, o ruído pode causar ou agravar algum problema de saúde?**

() não () sim. Qual? _____

19. Dentre as alterações abaixo, quais você acha que se aplicam ao ruído? (Questões de saúde)

() insônia/dificuldades de sono () irritabilidade () distração
 () problemas de coração () alterações na produtividade () dificuldades no aprendizado
 () perda auditiva () ansiedade () alterações hormonais
 () estresse () dificuldades na comunicação

20. De maneira geral, como você considera a sua audição?

() excelente/muito boa () boa/regular () ruim/muito ruim

21. Você já fez alguma vez um exame de audição (audiometria)?

() não () sim. Qual o resultado? () normal () alterado

22. Você possui alguma doença crônica? (ler as alternativas)

() Hipertensão () Diabetes () Colesterol alto () Asma/Bronquite () Depressão
 () Outra _____

23. De maneira geral, como você considera a qualidade do seu sono?

- ☐ excelente/muito bom ☐ bom/regular ☐ ruim/muito ruim

24. Tem dificuldades para dormir?

- ☐ nunca ☐ às vezes ☐ sempre

25. Você toma medicamentos para dormir?

- ☐ nunca ☐ às vezes ☐ sempre

26. Você costuma acordar muito durante a noite?

- ☐ nunca ☐ às vezes ☐ sempre

CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS

25. Qual a sua relação com o chefe da família?

- ☐ chefe ☐ pai, mãe, sogra
☐ cônjuge ☐ irmão, irmã
☐ filho (a) ☐ outro _____

26. Qual seu grau de instrução?

- ☐ não alfabetizado ☐ ensino superior
☐ ensino fundamental ☐ pós-graduação
☐ Ensino médio

27. Qual a sua profissão? _____

28. Qual é o valor da renda familiar? (mostrar as opções)

- ☐ inferior a um salário mínimo (menos que R\$ 678,00)
☐ entre um e três salários mínimos (entre R\$678,00 e R\$2.034,00)
☐ entre quatro e dez salários mínimos (R\$2.712,00 e R\$ 6.780,00)
☐ mais que dez salários mínimos (acima de R\$ 6.780,00)

CATEGORIAS DE RESPOSTAS:

Categorias de Resposta A: <ul style="list-style-type: none"> • Não • Um pouco • Moderadamente • Muito 	Questões de Saúde: <ul style="list-style-type: none"> • Insônia/dificuldades do sono • Irritabilidade • Distração • Problemas de coração • Alterações na produtividade • Dificuldades no aprendizado • Perda auditiva • Ansiedade • Alterações hormonais • Estresse • Dificuldades na comunicação
Categorias de Resposta B: <ul style="list-style-type: none"> • Silencioso • Moderadamente ruidoso • Ruidoso 	
Questões Ambientais: <ul style="list-style-type: none"> • Poluição da água • Poluição do ar • Poluição da água 	

Anexo 3 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA
DEPARTAMENTO DE EPIDEMIOLOGIA

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa: **“Poluição sonora no município de São Paulo: avaliação do ruído e o impacto da exposição na saúde humana”**.

O motivo que nos leva a estudar a poluição sonora é que este é um dos principais problemas ambientais do mundo atual que pode comprometer a qualidade de vida da população.

O objetivo desse projeto é mensurar o ruído no distrito de Pinheiros, São Paulo e verificar a percepção da população quanto a esta exposição.

O(s) procedimento(s) de coleta dados será a aplicação de um questionário que envolve questões que visam responder aos objetivos do projeto.

Você será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios.

O(s) pesquisador(es) irá(ão) tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Os resultados da pesquisa serão enviados para você e permanecerão

confidenciais. Seu nome ou o material que indique a sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Uma cópia deste consentimento informado será arquivada no Departamento de Epidemiologia da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo e outra será fornecida a você.

A participação no estudo não acarretará custos para você e não será disponível nenhuma compensação financeira adicional.

Eu, _____ fui informada (o) dos objetivos da pesquisa acima de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e motivar minha decisão se assim o desejar. Os responsáveis pela pesquisa garantem que todos os dados desta pesquisa serão confidenciais. Também sei que caso existam gastos adicionais, estes serão absorvidos pelo orçamento da pesquisa. Em caso de dúvidas, poderei chamar a estudante **Karina Mary de Paiva** e a sua orientadora **Prof Dra Maria Regina Alves Cardoso** no telefone (11) 3061-7777 ou o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, sito à Av. Dr. Arnaldo, 715, Cerqueira César – São Paulo, SP.

Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Nome	Assinatura do Participante	Data
Nome	Assinatura do Pesquisador	Data