

ESTUDO DO IMPACTO DO TRANSPORTE MOTORIZADO NA POLUIÇÃO SONORA NO MUNICÍPIO DE FRANCA-SP

Conrado Vidotte Plaza

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Diego Fernandes Neris

Universidade Federal do Paraná

Setor de Tecnologia - Departamento de Transportes

Letícia Alcântara Martins

Gustavo Henrique Cintra Rodrigues

Universidade de Franca

RESUMO

Neste estudo, aferiu-se o nível de pressão sonora gerado pelo transporte motorizado no município de Franca-SP. A análise teve início com a aplicação de uma pesquisa de percepção dos ruídos pela população. Os resultados apresentam que a poluição sonora é percebida e que resulta em efeitos nocivos à saúde como dores de cabeça e estresse. Em seguida, o Nível de Pressão Sonoro (NPS), aferido em 32 pontos (identificados pela pesquisa com a amostra da população), registrou valores entre 75 e 88 dB, valores acima dos limites de referência (55 e 65 dB). Medidas mitigadoras foram abordadas com o objetivo de orientar técnicos e trazer a temática à discussão. A metodologia aqui desenvolvida pode ser replicada em outros municípios, definindo-se, assim, uma referência para o tema.

ABSTRACT

This study aims to evaluate the noise generated by motorized transport in the city of Franca, Brazil. The analysis starts with an application of a survey to verify the perception of noise by the population. The results shows that the noise is really perceived and it cause harmful effects on health like headache and stress. Then, the Sound Pressure Level (SPL) was measured in 32 points in the city (indentificated by the survey) and returned values between 75 and 88 dB. Those values are above of the reference limits (55 and 65 dB). This study suggests elements to reduce the noise pollution, with the objective of guiding technicians and starts discussions about this theme. The methodology developed can be replicated in other municipalities, thus defining a reference for the theme.

1. INTRODUÇÃO

A vida do homem é cercada de vários fatores que determinam o modo como este se relaciona com o ambiente a sua volta. No entanto, quando este ambiente é prejudicado, o indivíduo é diretamente afetado. Neste ponto, traz-se à discussão a temática da poluição, principalmente no que tange a qualidade de vida dos seres inseridos no ambiente. A poluição resultante da vivência do homem neste ambiente pode ser encontrada em várias formas, como a atmosférica, hídrica, do solo, visual e sonora. A poluição sonora, embora ainda pouco abordada entre os profissionais da área de transportes, consiste em uma das emissões que afeta o maior número de pessoas em todo o mundo, sendo notável o aumento dos incômodos causados pelo ruído e seus consequentes prejuízos.

O setor de transportes tende a ser um grande poluidor do meio ambiente em que está inserido, principalmente em decorrência das emissões atmosféricas e de ruídos consequentes de sua operação. O ruído, por sua vez, gera consequências consideráveis na saúde da população, podendo gerar impactos na saúde mental e influenciando na qualidade de vida dos seres. Esse fato depende também do tempo de exposição e de sua frequência, onde seus limites consideráveis são expostos nas normas regulamentadoras. Neste contexto, reconhece-se a importância de mensuração dos impactos ambientais decorrentes dos transportes para a avaliação de políticas públicas, por exemplo de zoneamento e de controle de emissões de

ruídos, além da viabilidade de implantação de novos projetos, principalmente em avaliações socioeconômicas baseadas na relação de custo-benefício.

O objetivo deste estudo consiste em obter dados quantitativos sobre os efeitos causados pelos ruídos do trânsito e que são percebidos pela população de uma cidade, possibilitando a análise dos danos à saúde potencialmente obtidos como produto dos mesmos. Objetiva-se, ainda, realizar comparações dos valores obtidos nos locais de amostra com os limites estabelecidos em referências acerca do tema.

O artigo está estruturado da seguinte forma. A seção 2 apresenta uma breve discussão teórica sobre a poluição sonora e seus limites de exposição presentes na literatura. A seção 3 descreve o desenvolvimento da metodologia utilizada para a obtenção dos dados para análise. Na seção 4 são apresentadas as análises e discussões dos resultados. Por fim, as conclusões são destacadas na seção 5, que precede as referências bibliográficas.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA

A poluição sonora é um dos tipos de poluição que afeta o maior número de pessoas em todo o mundo, perdendo apenas para a poluição da água e do ar, sendo notável o aumento dos incômodos causados pelo ruído e os prejuízos que isso tem trazido ao homem em seu ambiente (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2003). Isto se dá uma vez que a poluição sonora tem um princípio de impacto sutil e traiçoeiro, visto que o ambiente acústico não pode ser facilmente delimitado como o ambiente físico (PIMENTEL-SOUZA, 2000). O som possui como particularidade poluir somente no momento em que foi emitido, deixando de existir no momento em que cessa sua emissão. Ao cessar, não deixa nenhum vestígio da sua existência no ambiente, dificultando até mesmo a sua análise. Essa característica a difere dos outros efluentes poluidores.

Em países com severos problemas sociais, como é o caso do Brasil, os ruídos urbanos não têm recebido a atenção devida, embora esta temática tem sido abordada em algumas capitais, como apontado por Zannin, Diniz e Barbosa (2002).

A velocidade em que os danos são percebidos variam de acordo com alguns fatores, como, por exemplo, o nível de emissões sonoras, tempo de exposição, condições de saúde e idade (DE LACERDA, 2005). Isso faz com que ambientes extremamente desagradáveis para um, sejam mais imperceptíveis para outro causando, entretanto, causam os mesmos danos à saúde.

A influência do trânsito neste quadro é muito relevante. DE LACERDA (2005) apurou em sua pesquisa que o trânsito é a causa principal de desconforto por ruídos, sendo apontado por 30% dos entrevistados, o dobro do segundo motivo com mais reclamações (vizinhos, com 15% de citações). O autor ainda averiguou que, com o passar do tempo, as pessoas ficam mais susceptíveis a se tornarem mais tolerantes com os ruídos, uma vez que o organismo humano tende a se acostumar com o incomodo. No entanto, ressalta-se que, mesmo se tornando menos perceptível, os danos continuam os mesmos (STANSFELD, 2003; YORG e ZANNIN, 2003; PAZ, FERREIRA e ZANNIN, 2005).

Além dos resultados obtidos com exames laboratoriais (análise quantitativa), como exames de audiometria, é possível analisar de forma qualitativa os impactos pelo ruído, como, por exemplo, através de pesquisas do tipo Survey. Esta metodologia foi aplicada em Paz, Ferreira

e Zannin (2005), que avaliou o nível de ruído de forma subjetiva através de questionários respondidos por pessoas presentes nas zonas analisadas. O questionário continha perguntas com relação ao nível de esclarecimento quanto ao ruído urbano, qual o barulho mais incômodo e se foi notório alguma alteração psico-fisiológica devido ao ruído. Seus resultados levaram à conclusão de que seu método utilizado serve como parâmetro para análise da percepção ao ruído da população.

2.1. Limites de Exposição ao Ruído

Segundo Paz, Ferreira e Zannin (2005), o valor máximo de ruído que o ser humano pode ser exposto continuamente, garantindo conforto acústico e não prejudicando a sua saúde é de 65 dB, valor assegurado pela medicina preventiva. A exposição à ruídos de valores acima deste pode causar impactos diversos no organismo, como, por exemplo, distúrbios no sono, diminuição do desempenho laboral, hipertensão, interferência nas doenças cardiovasculares, dentre outros.

Segundo a recomendação da Organização Mundial da Saúde (2003), o nível de ruído para áreas residenciais não deve ultrapassar a 55 dB. Os diagnósticos para cada faixa de nível de pressão sonora são:

- 50 dB: pode causar perturbação adaptável ao organismo;
- 55 dB: pode ocorrer estresse leve e desconforto;
- 70dB: é mais prejudicial, tendo em vista que a pessoa exposta a esse nível de ruído corre risco de uma série de consequências, tais como infarto, derrame cerebral, infecções, hipertensão arterial, dentre outros problemas;
- 80 dB: gera na pessoa a liberação de endorfinas, tendo como causa sensação de prazer momentâneo, mas pode levar à danos auditivos, até mesmo à perda de alcance auditivo.

Segundo a NBR 10.152:2000, os níveis toleráveis (máximos permitidos) de poluição sonora determinados de acordo com a zona e o horário são demonstrados na Tabela 1. Valores que excedem o padrão exposto na tabela podem gerar, como consequência, efeitos graves, chegando até ao ponto da perda de audição.

Tabela 1: Limites de ruído permitido pela NBR 10151:2000

ÁREA	PERÍODO	DECIBÉIS (DB)
Zona de hospitais	Diurno	45
	Noturno	40
Zona residencial urbana	Diurno	55
	Noturno	50
Centro da cidade (negócios, comércio, administração)	Diurno	65
	Noturno	60
Área predominantemente industrial	Diurno	70
	Noturno	65

Existe também a possibilidade de a perda auditiva ocorrer devido à exposição contínua ao ruído, ou seja, diminuição gradual da audição da pessoa exposta constantemente à ruídos. A Norma Regulamentadora NR15 – Atividades e Operações Insalubres define os limites de tolerância de tempos de exposição aos níveis de ruído, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2: Limites de Tolerância de exposição aos níveis de ruído (adaptado de NR15:2011)

NÍVEL DE RUÍDO dB (A)	MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL	NÍVEL DE RUÍDO dB (A)	MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL
85	8 horas	92	3 horas
86	7 horas	93	2 horas e 40 minutos
87	6 horas	94	2 horas e 15 minutos
88	5 horas	95	2 horas
89	4 horas e 30 minutos	96	1 hora e 45 minutos
90	4 horas	98	1 hora e 15 minutos
91	3 horas e 30 minutos	100	1 hora

Já nas zonas urbanas, impactos como estes, relacionados com as grandes variáveis ambientais, diminuem a qualidade de vida dos cidadãos. Sua complexidade é crescente e esse constante aumento dificulta sua identificação e racionalização. No entanto, faz-se necessário combater os agentes que prejudicam as condições urbanas, principalmente pela ligação entre o ambiente e todas as áreas da realidade urbana, como a saúde populacional, a psicologia, o planejamento, o urbanismo e a geografia. Tendo em vista as características dos estudos relatados na literatura, este estudo se propõe a investigar o caso particular da emissão de ruídos em uma cidade média brasileira.

3. METODOLOGIA

Com o objetivo de mensurar os ruídos do tráfego e seu impacto na população, a metodologia para desenvolvimento deste estudo possui as seguintes etapas: i) Pesquisa de percepção dos ruídos pela população; ii) Localização dos pontos críticos de ruídos; iii) Análise do nível de pressão sonora.

3.1. Pesquisa de Percepção dos Ruídos pela População

Os efeitos pejorativos da poluição sonora causadas pelos transportes são mais perceptíveis em locais com grande concentração de fluxos de tráfegos. No entanto, também dependem da percepção auditiva da população e como esta reage diante à exposição. Com o objetivo de identificar os pontos críticos de exposição à ruídos gerados pelo tráfego e os principais efeitos sentidos pela população, a primeira etapa da metodologia consiste na utilização da metodologia *Survey* de pesquisa. Aplicando-se entrevistas online a partir de um questionário elaborado na plataforma Google Docs, os participantes devem responder a sete perguntas capazes de abranger pontos relativos à percepção dos ruídos e seus efeitos, além de questões características da amostra. As perguntas foram:

- 1 – Gênero
- 2 – Idade
- 3 – Meio de Locomoção diário
- 4 – Em qual local percebe grande quantidade de ruídos?
- 5 – Algum local específico de Franca que sente um maior incomodo devido ao ruído do trafego? (Indique rua, avenida ou referência).
- 6 – A poluição sonora causa efeitos negativos em seu cotidiano?
- 7 – Quais efeitos causados pela poluição sonora devido ao trafego você mais percebe? (Marque as opções pertinentes)

3.2. Localização dos Pontos Críticos de Ruídos

Os pontos apontados na pesquisa online subsidiam esta segunda etapa da metodologia, que consiste na determinação dos pontos críticos para a coleta de dados. Os locais indicados pelos participantes como fontes de grande ruído sonoro devido ao trânsito devem ser listados e, então, demarcados no mapa da cidade. Para isto, será utilizado o software de informações geográficas Google Earth.

3.3. Análise do Nível de Pressão Sonora (NPS)

A medição dos ruídos nos locais indicados utilizando-se equipamento adequado constitui na terceira etapa da metodologia. Para isto, será utilizado o aparelho Termo-Higro-Decibelímetro-Luxímetro – THDL – 400, capaz de realizar as medições, em decibéis, do nível de pressão sonora. É importante destacar a necessidade de ser verificada a não existência de outra fonte de ruído além do tráfego durante o levantamento.

Para cada ponto a ser levantado, deve-se realizar cinco medições do nível de pressão sonora, com um intervalo de 15 segundos entre cada uma. Cada medição tem duração de 60 segundos e deve ser registrado o valor aferido. Para a etapa de discussões e resultados, o valor de pressão sonora a ser adotado deve corresponder à média dos resultados das cinco medições, com o objetivo de minimizar eventuais erros de medições ou momentos não representativos como eventuais paradas de veículos ou mudanças de marchas.

Tendo em vista que o tempo de exposição ao ruído é tão importante quanto o nível de pressão sonora para os efeitos causados à população devido a poluição sonora, opta-se por não realizar as medições em horários de pico, uma vez que estes ocupam pequenos períodos do dia, principalmente em cidades de pequeno e médio porte. Deste modo, obtém-se aferições dos níveis de ruído aos quais a população está exposta em grandes períodos do dia, ou seja, aqueles presentes em horários normais da rotina da população.

O levantamento dos níveis de pressão sonora nos pontos permitirá avançar para a última etapa da metodologia, que consiste em avaliar se a exposição da população lindeira aos pontos está de acordo com os limites levantados no referencial teórico que sustenta este trabalho, conforme apresentado na seção 2.1.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A investigação aqui apresentada se baseou no caso do município de Franca, localizado no interior do estado de São Paulo. Segundo levantamentos do IBGE (2010), o município possui população estimada de 347.237 habitantes para o ano de 2017, com densidade demográfica de 526,09 hab/km². A frota estimada é de 240.916 veículos, o que resulta na relação de 1,44 habitantes por veículo. A seguir, descreve-se os resultados da Pesquisa de Percepção dos Ruídos pela População, junto da localização dos pontos críticos de ruídos. Posteriormente, apresenta-se os resultados da etapa de medição de ruídos, comparando-os com os limites de pressão sonora levantados na bibliografia. Por fim, elenca-se medidas mitigadoras para o contexto urbano.

4.1. Resultados da Pesquisa de Percepção dos Ruídos pela População

A entrevista online foi disponibilizada para respostas entre os dias 11 e 17 de setembro de 2017, obtendo-se 294 participações. A amostra coletada pela pesquisa teve maior participação

do público feminino (61% do total de participantes). Quanto à população total do município, segundo levantamento do IBGE (2010), observou-se maioria também feminina (51,2%).

Contou-se com a interação de pessoas de diversas faixas etárias, conforme apresentado na Figura 1. Como pode ser observado, a maior participação ocorreu pelo público com idade entre 18 e 34 anos (61% da pesquisa), o que diverge da pirâmide etária da população da cidade, que indica aproximadamente 25 % da população total na mesma faixa. Isto pode ser explicado devido ao modo de divulgação da pesquisa, uma vez que as outras faixas etárias tendem a ter menor contato com meios digitais.

Quanto ao meio de locomoção utilizado diariamente pelos entrevistados, 91% dos participantes indicaram a utilização de modos motorizados, como esperado. No entanto, observou-se que 69% dos entrevistados fazem uso de transporte motorizado individual, o que evidencia tanto a grande dependência diária desses meios quanto a grande frota de veículos existentes para atender a demanda diária da cidade. A divisão modal é apresentada na Figura 1.

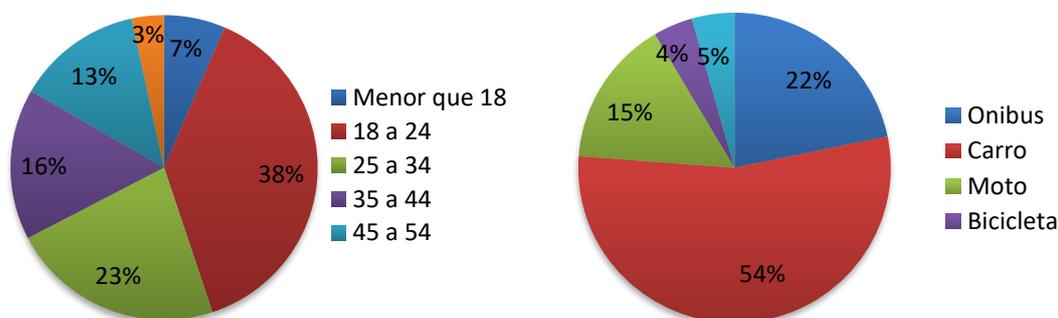


Figura 1: Faixa etária dos participantes e distribuição modal

Sobre os locais com maior percepção de ruídos, a grande maioria dos entrevistados indicou o trânsito como sendo um ambiente passível de muito ruído (78% dos participantes), como apresentado na Figura 2. Esse valor se assemelha muito aos resultados obtidos por De Lacerda (2005), cujo apontamento foi de 66,7%, e por Da Paz et al (2005), que em pergunta semelhante obteve o trânsito indicado por 75% dos entrevistados.

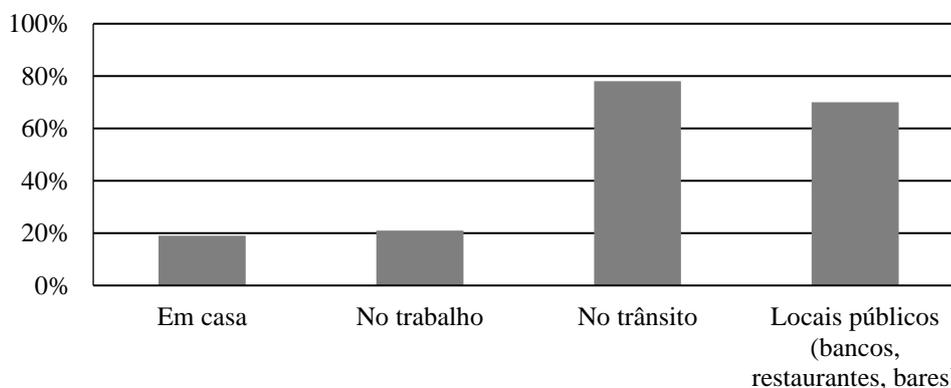


Figura 2: Locais comuns em que grande quantidade de ruídos gerados pelo tráfego de veículos são percebidos

Na pesquisa, foi solicitado que o entrevistado apontasse um local específico de Franca em que sente um maior incomodo devido ao ruído do trafego, o que resultou em 32 pontos de interesse para a medição da pressão sonora. Estes pontos estão listados na Tabela 3.

Ao questionar se o participante considerava que haviam efeitos negativos no cotidiano causados pela poluição sonora, 84% dos entrevistados alegaram que a poluição é perceptível e seus efeitos são moderados ou grandes, valor próximo do obtido na pesquisa desenvolvida por DE LACERDA (2005), que obteve afirmação em 96% dos casos. A distribuição das respostas é apresentada na Figura 3.

Tabela 3: Pontos com desconforto sonoro devido ao tráfego apontados pela pesquisa.

Ref.	Local	Menções	Ref.	Local	Menções
1	Av. Ademar de Barros	1	17	Av. Primo Meneghete	2
2	Av. Amélia Antunes pinheiro	1	18	Av. Santa cruz	1
3	Av. Brasil	9	19	Centro	39
4	Av. Carlos Roberto Haddad	2	20	Distrito industrial	1
5	Av. Champagnat	4	21	Estação	1
6	Av. do Sapateiro	1	22	Rodoviária	1
7	Av. Dr. Armando S. Oliveira	1	23	R. Antônio Pedro Ferreira	1
8	Av. Dr. Hélio Palermo	5	24	R. Cyro Eduardo Rosa Faleiros	1
9	Av. Dr. Ismael Alonso & Alonso	2	25	R. Francisco Marques	1
10	Av. Emílio Paludetto	1	26	R. General Carneiro	2
11	Av. Integração	1	27	R. General Osório	1
12	Av. Major Nicacio	6	28	R. Saldanha Marinho	1
13	Av. Ministro Rui Barbosa	1	29	Santa Casa de Franca	3
14	Av. Moacir Vieira Coelho	1	30	Terminal Rodoviário	7
15	Av. Orlando Dom Pierre	1	31	Unifacef	1
16	Av. Presidente Vargas	9	32	Unifran	2

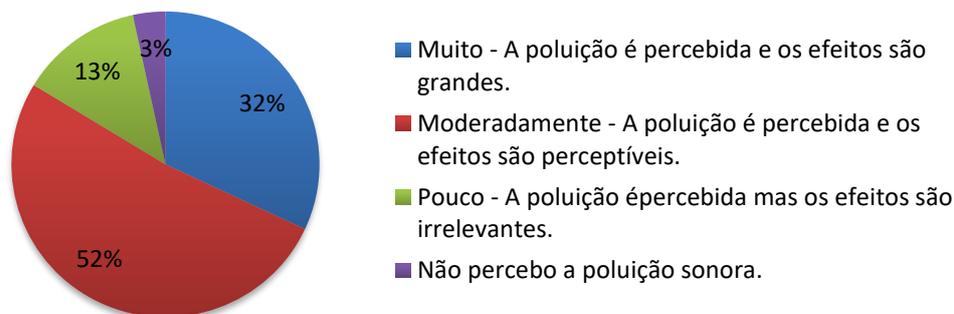


Figura 3: Percepção da poluição sonora pelos participantes

Pode-se observar que a maior parte das menções são em regiões centrais da cidade, em vias principais de ligações entre regiões periféricas o centro e terminal rodoviário. Essas regiões se destacam nas entrevistas pelo alto fluxo de ônibus.

Por fim, levantou-se uma série de possíveis efeitos causados pela poluição sonora devido ao tráfego, de forma que o indivíduo assinalasse todas as opções pertinentes. Os efeitos mais apontados foram dor de cabeça e stress, indicados por 46 e 77% dos participantes, respectivamente. Os resultados são apresentados na Figura 4.

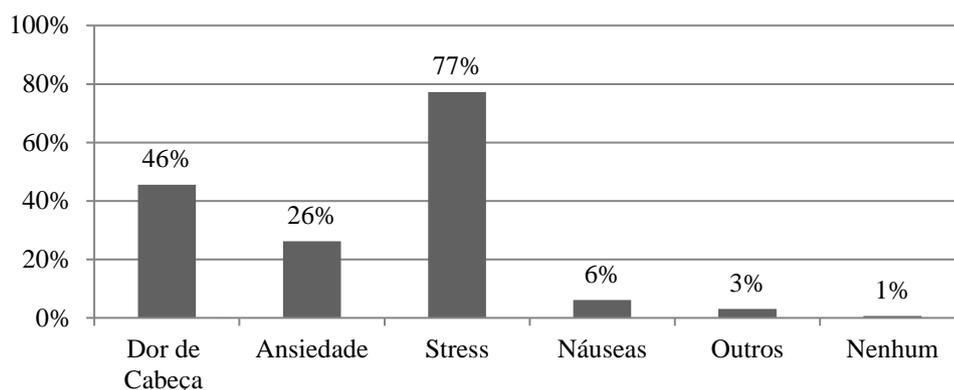


Figura 4: Efeitos nocivos decorrentes da exposição ao ruído apontados pelos entrevistados

4.2. Localização dos Pontos Críticos de Ruídos

Os pontos apontados na pesquisa como fontes de grande ruído sonoro devido ao tráfego (Tabela 3) foram demarcados no mapa da cidade. Para isto, utilizou-se o software de informações geográficas Google Earth, como ilustrado na Figura 5. Na imagem, o número ao lado de cada identificador é a referência adotada para o ponto. Ao avaliar a localização dos pontos, observou-se uma abrangência representativa de todo o território do município, proporcionando ao trabalho uma análise quanto ao nível de poluição sonora da cidade como um todo.

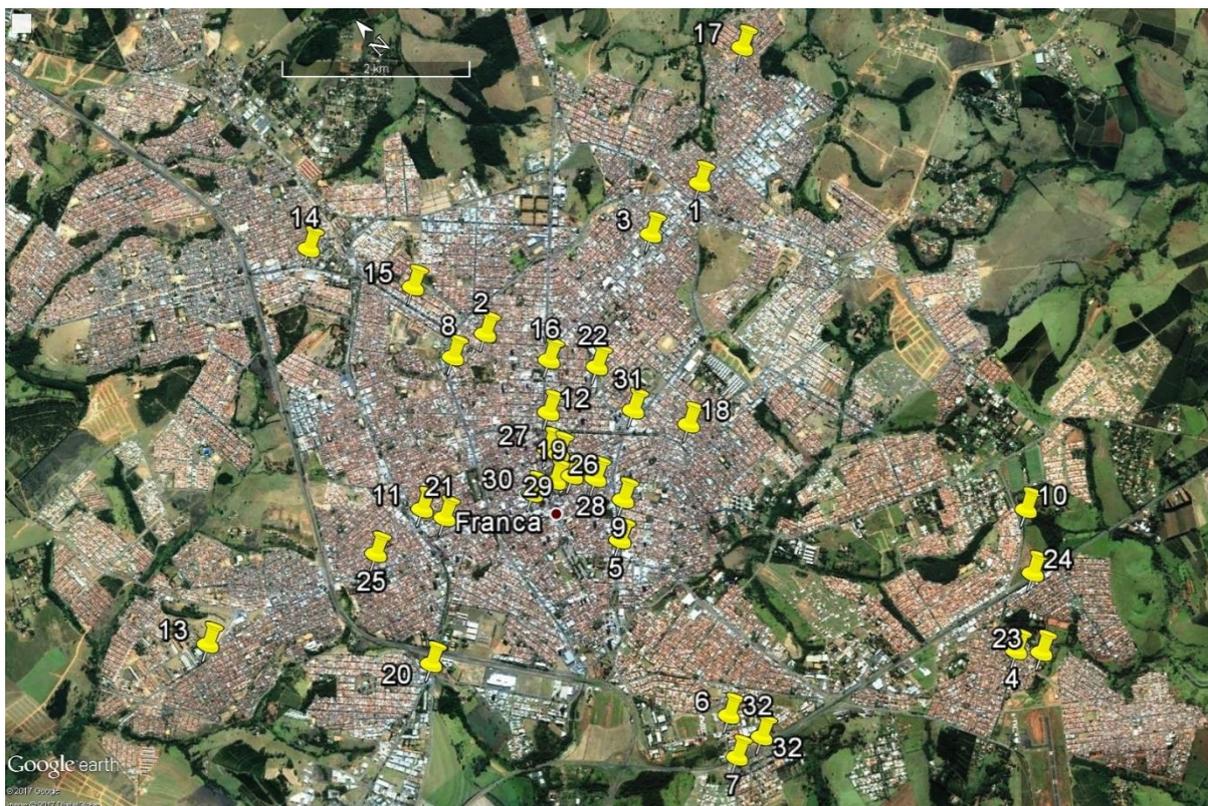


Figura 5: Localização geográfica dos pontos indicados em pesquisa

4.3. Análise do Nível de Pressão Sonora (NPS)

As medições foram realizadas no mês de outubro de 2017. Foram escolhidos horários próximos ao intervalo das 15h às 17h30min que, para o caso da cidade avaliada, não corresponde ao período de maior fluxo de veículos, como sugerido na metodologia. Para cada ponto, realizou-se quatro coletas do nível de pressão sonora, com um intervalo de 15 segundos entre cada medição, aferindo-se do tempo zero ao tempo 60 segundos. O decibelímetro registrou o valor da intensidade sonora durante cada intervalo e, ao final, realizou-se o cálculo da média dos cinco níveis coletados, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4: Levantamento do Nível de Pressão Sonora média em cada ponto

Ref.	Local	NPS - dB (média - 60s)	Ref.	Local	NPS - dB (média - 60s)
1	Av. Ademar de Barros	82,24	17	Av. Primo Meneghete	80,20
2	Av. Amélia Antunes pinheiro	84,12	18	Av. Santa cruz	83,72
3	Av. Brasil	85,26	19	Centro	75,30
4	Av. Carlos Roberto Haddad	80,10	20	Distrito industrial	83,80
5	Av. Champagnat	86,66	21	Estação	82,56
6	Av. do Sapateiro	82,44	22	Rodoviária	80,90
7	Av. Dr. Armando S. Oliveira	80,02	23	R. Antônio Pedro Ferreira	75,58
8	Av. Dr. Hélio Palermo	79,90	24	R. Cyro Eduardo Rosa Faleiros	80,34
9	Av. Dr. Ismael Alonso & Alonso	82,88	25	R. Francisco Marques	80,30
10	Av. Emílio Paludetto	81,56	26	R. General Carneiro	78,36
11	Av. Integração	82,26	27	R. General Osório	84,92
12	Av. Major Nicacio	87,86	28	R. Saldanha Marinho	78,82
13	Av. Ministro Rui Barbosa	77,80	29	Santa Casa de Franca	83,38
14	Av. Moacir Vieira Coelho	82,60	30	Terminal Rodoviário	83,72
15	Av. Orlando Dom Pierre	81,70	31	Unifacef	77,26
16	Av. Presidente Vargas	86,58	32	Unifran	78,50

Observou-se que o NPS aferido variou entre 75 e 88 dB, sendo que 75% dos pontos apresentaram valor superior a 80 dB, nível altamente prejudicial de acordo com as referências abordados neste trabalho. Ademais, todas as aferições ultrapassaram os limites apresentados no item 2.1:

- 65 dB, segundo CARVALHO et al (2005) e NBR 10.152 para centros urbanos;
- 55 dB, segundo a Organização Mundial da Saúde (2003).

A região central do município obteve maior número de pontos indicados pelos participantes. Para uma análise detalhada desta região, calculou-se a média entre os valores aferidos para os pontos, encontrando-se o valor médio de 82,34 dB, como ilustrado na Figura 6.

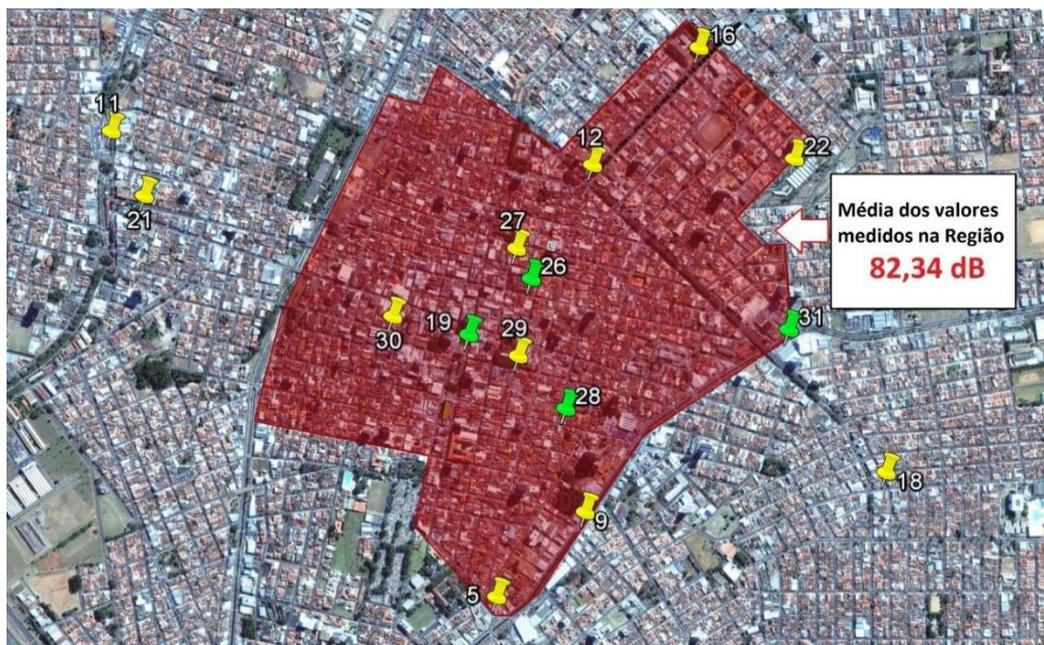


Figura 6: Análise do Nível de Pressão Sonoro na região central de Franca - SP

Ambientes onde se esperavam valores mais elevados, como no terminal rodoviário, tiveram valores aproximadamente iguais à média geral. No entanto, a sensação se dá pelo efeito arquitetônico do local, que não permite a dispersão das ondas sonoras, prolongando a duração de seus efeitos, além da presença do efeito de reverberação presente no local.

4.4. Orientação de Medidas Mitigadoras

Diante aos resultados negativo aferido para os níveis de ruídos na cidade de Franca – SP, resultados estes acima dos limites aceitáveis pela medicina e pelas normas de referência, apresenta-se nesse item abordagens mitigatórias aplicáveis ao planejamento urbano afim de controlar os níveis de ruídos que causam a poluição sonora, já que estes estabelecem requisitos para a autorizar ou não as licenças ambientais.

Quanto ao planejamento, para manter o nível de qualidade urbanística, faz-se necessário planejar o zoneamento de uso e a dimensão urbanística para garantir ao cidadão qualidade da saúde e do sono em suas áreas residenciais e de trabalho. Complementarmente, recomenda-se projetar praças silenciosas e com fins recreativos na área urbana, auxiliando na absorção e atenuação dos sons por barreiras vegetais.

Para o desvio e/ou absorção do ruído, existem como alternativa as barreiras sonoras, que podem variar de material conforme a situação em que deseja aplica-la. Sua altura, que contribui para a atenuação do ruído, pode absorver 1,5 dB a cada metro. As barreiras podem ser feitas com solos, concreto, madeira e/ou árvores, que ameniza também a poluição visual e atmosférica.

Dimensionar o tráfego interno das cidades, com ênfase nos modos não motorizados, além da priorização do transporte público, pode apresentar resultados de redução dos transportes motorizados individuais, podendo gerar decréscimos nos índices de poluição sonora. Dentre soluções nesta área, podem ser citadas as implantações e/ou melhoramento das vias destinadas aos transportes não motorizados, faixas exclusivas para transportes coletivos e rodízio veicular.

Adicionalmente às barreiras acústicas, surgiu o conceito de pavimentos silenciosos. Trata-se de superfícies de rolamento com menor emissão de ruídos (exemplos: SANDBERG e EJMONT, 2002; SPECHT et al, 2016).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, aferiu-se quantitativamente o nível de pressão sonora gerado pelo transporte motorizado no município de Franca-SP. A partir do levantamento bibliográfico, definiu-se a melhor estratégia para a metodologia do estudo, que teve início com a aplicação de uma pesquisa do tipo Survey (Pesquisa de Percepção dos Ruídos pela População) e, posteriormente, medições em campo utilizando-se de decibelímetro.

A partir das respostas da Pesquisa de Percepção dos Ruídos pela População, conclui-se que a poluição sonora gerada pelo tráfego motorizado na cidade em estudo é percebida pela população e, ainda, resulta em efeitos nocivos à saúde e atividades da população. Entre os efeitos apontados como decorrentes da exposição ao ruído, foram recorrentes o stress e a dor de cabeça. Observou-se ainda que 69% dos entrevistados fazem uso de transporte motorizado individual, o que evidencia tanto a grande dependência diária desses meios quanto a grande frota de veículos existentes para atender a demanda diária da cidade, o que tem relação direta com a poluição sonora.

A partir das respostas quanto ao local de maior ruído percebido, definiu-se 32 pontos para medição em campo do Nível de Pressão Sonoro (NPS). Os pontos abrangeram diferentes regiões da cidade. No entanto, a região central obteve maior número de críticas (ver Tabela 3). A aferição do NPS apresentou valores entre 75 e 88 dB (ver Tabela 4), valores que excedem os limites apresentados nas referências bibliográficas, que variavam entre 55 e 65 dB. Para a região central, que obteve maior quantidade de indicações na etapa da pesquisa, calculou-se ainda a média entre os pontos, obtendo-se o valor de 82,34 dB.

Diante ao estudo desenvolvido, conclui-se que a poluição sonora ainda é altamente perceptível pela população e apresenta efeitos nocivos na saúde e atividades diárias dos cidadãos. No entanto, os municípios ainda carecem de políticas públicas voltadas para a atenuação dos ruídos, principalmente aqueles causados pelo tráfego. Algumas medidas mitigadoras foram mencionadas neste trabalho com o objetivo de orientar técnicos e trazer a temática à discussão.

A metodologia desenvolvida neste estudo pode ser replicada também a outros municípios, podendo, assim, ser definida como uma metodologia referência para a verificação da poluição sonora gerada pelo tráfego, subsidiando o desenvolvimento de planos sustentáveis e implantação de elementos voltados à melhoria da qualidade de vida da população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10151**: Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento. Rio de Janeiro, 2000.
- DE LACERDA, A. B. M. et al. **Ambiente urbano e percepção da poluição sonora**. Ambient Soc, v. 8, n. 2, 2005.
- SANDBERG, U.; EJMONT, J. **Tyre/road noise reference book**. Kisa: Informex. 640 p. 2002.
- SPECHT, L. P. Causas, formas de medição e métodos para mitigação do ruído decorrente do tráfego de veículos. **Revista Tecnologia**, v. 30, n. 1, p. 12-26, 2016.
- GOOGLE EARTH. Versão 7. Disponível em: < <https://www.google.com/intl/pt-BR/earth/desktop/>>.

- IBGE (2010). **Cidades**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/franca/panorama>>. Acesso em: 03 dez. 2017.
- MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Portaria 3.214 de jul. 1978. Normas regulamentadoras de segurança e saúde no trabalho (NR-15): **atividades e operações insalubres**. Brasília, 1978. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/norma-regulamentadora-n-15-atividades-e-operacoes-insalubres>>. Acesso em: 04 mai. 2017.
- PAZ, E. C.; FERREIRA, A. M. C.; ZANNIN, P. H. T. Estudo comparativo da percepção do ruído urbano. **Revista de Saúde Pública**, v. 39, p. 467-472, 2005.
- PIMENTEL-SOUZA, F. et al. **Sono, destacando o sonho, o ritmo biológico e a insônia**. Revista de Psicofisiologia, v. 2, n. 1, 2000.
- STANSFELD, S.A.; MATHESON, M. P. Noise pollution: non-auditory effects on health. **British medical bulletin**, v. 68, n. 1, p. 243-257, 2003.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (WHO). **Résumé D'orientation Des Directives De l'oms Relatives Au Bruit Dans l'environnement**, 2003. Disponível em: <<http://www.who.int/homepage/primers>>. Acesso em 04 mai. 2017.
- YORG, C. M.; ZANNIN, P. H. T. **Noise evaluation in the Itaipu Binacional Hydroelectric Power**. In: 27º International Congress on Occupational Health. Iguassu Falls, Brazil. 2003.
- ZANNIN, P. H. T.; DINIZ, F. B.; BARBOSA, W. A. Environmental noise pollution in the city of Curitiba, Brazil. **Applied Acoustics**, v. 63, n. 4, p. 351-358, 2002.