

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO CIVIL**

**LUCAS RAMOS GUITIERRE
RUI PFUTZENREUTER DIRENE**

**AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO PROVOCADOS POR TRENS
EM BAIROS RESIDENCIAIS PRÓXIMOS AO CENTRO DE
CURITIBA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2013

LUCAS RAMOS GUTIERRE
RUI PFUTZENREUTER DIRENE

**AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO PROVOCADOS POR TRENS
EM BAIROS RESIDENCIAIS PRÓXIMOS AO CENTRO DE
CURITIBA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção Civil, do Departamento Acadêmico de Construção Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai

CURITIBA

2013

FOLHA DE APROVAÇÃO

***AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO PROVOCADOS POR TRENS
EM BAIRROS RESIDENCIAIS PRÓXIMOS AO CENTRO DE
CURITIBA***

Por

LUCAS RAMOS GUTIERRE E RUI PFUTZENREUTER DIRENE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, defendido e aprovado em 7 de Maio de 2013, pela seguinte banca de avaliação:

Prof. Orientador – Rodrigo Eduardo Catai, Dr.
UTFPR

Prof. Massayuki Mário Hara, M. Eng^o.
UTFPR

Prof. Cezar Augusto Romano, Dr.
UTFPR

Dedicamos este trabalho a nossos pais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos, primeiramente, a nossos pais por sempre terem nos dado todo apoio que necessitamos ao longo da vida. Sem as condições que eles nos proporcionar

am, jamais conseguiríamos chegar ao final deste curso.

Agradecemos a nossos professores, que nos passaram todo o conhecimento necessário para nossa formação; especialmente, a nosso orientador Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai por sua atenção, por seu empenho e por sua paciência em nos orientar os rumos deste trabalho.

Por fim, agradecemos a nossos familiares e amigos que torcem por nos e que nos acompanham, mesmo distantes, compartilhando conosco as alegrias, as mudanças e as lutas de nossas vidas.

A Persistência é o menor caminho para o êxito.

Charlie Chaplin

RESUMO

Há anos, moradores, trabalhadores e transeuntes de bairros da região central e periférica de Curitiba são incomodados pela passagem do trem de carga operado pela empresa América Latina Logística (ALL). Além de provocar engarrafamentos e poluir o ar, o trem emite um ruído muito forte para avisar a sua passagem. Muitas vezes imperceptíveis, os ruídos podem causar desde um incômodo instantâneo nos ouvidos até a perda auditiva e outras alterações orgânicas, emocionais e sociais. Este trabalho foi realizado com o intuito de avaliar os níveis de ruído provocados por trens em bairros residenciais próximos ao centro de Curitiba, comparando-os com os limites estabelecidos pela lei municipal nº 10.625/2002 e pelas normas NBR 10.151 e NBR 10.152. Para tal avaliação, foram escolhidos 10 pontos de medição, dentre eles, edifícios residenciais, uma escola e uma igreja, assim representando os estabelecimentos da região afetada. Os métodos utilizados foram os estabelecidos pelas duas normas citadas. Os resultados foram preocupantes: todos os valores medidos com a passagem do trem estão muito acima dos limites tomados como referência. Como solução para o problema foram recomendadas soluções a curto prazo, como a instalação de cancelas para que o trem não precise buzinar, e, a longo prazo, como a retirada da via férrea da região.

Palavras-chave: Ruído. Trem. Curitiba.

ABSTRACT

By many years the population that lives, works and passes by some districts of the central region of Curitiba have been disturbed by the passage of the cargo train operated by América Latina Logística (ALL). Besides provoking traffic jams and air pollution, the train emits a loud noise to warn its passage. Many times imperceptible, noise can cause since just and instantaneous nuisance to hearing loss and other organics, emotional and social changes. This case study aims to evaluate the sound pressure level emitted by the train in establishments on central districts of Curitiba, compared them to the limits established by the Law no.10.625/2002 and to the norms NBR 10.151 and NBR 10.152. To evaluate this case, 10 points such as residential buildings, a school and a church, were determined and had their sound pressure level measured with the passage of the train, representing the establishments of the affected region. The methods used on the measures were determined by the norms. The results were worrisome: all the values measured with the passage of the train are above the limits taken as reference. As a solution to the problem, some of the recommendations made are, on a short run, the installation of gates so that the train does not have to honk anymore, and, on a long run, the removal of the railway line.

Keywords: Noise. Train. Curitiba.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Orelha Humana.....	20
Figura 2 – Medidor de Nível de Pressão Sonora DEC-5010.....	27
Figura 3 – Exemplo de medição.....	29
Figura 4 – Mapa da Região Avaliada.....	31
Figura 5 – PONTO 1.....	32
Figura 6 – PONTO 4.....	33
Figura 7 – PONTO 5.....	34

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Pressão Sonora para Ruído Contínuo ou Intermitente.....	16
Quadro 2 – Níveis de pressão sonora máximos segundo a Lei Municipal nº 10.625.....	24
Quadro 3 – Níveis de Ruído NBR 10.152.....	26
Quadro 4 – Resultado das Medições.....	35
Quadro 5 – Comparativo com ruído ambiente.....	36
Quadro 6 – Comparativo com a Lei Municipal nº 10.625.....	37
Quadro 7 – Comparativo com a NBR 10.152.....	37

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. Objetivos.....	12
1.1.1. Objetivo Geral.....	12
1.1.2. Objetivo Específico	13
1.2. Justificativa	13
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1. Conceitos Relacionados ao Som	14
2.1.1. Som	14
2.1.2. Decibel.....	14
2.1.3. Intensidade Sonora e Nível de Intensidade Sonora	15
2.1.4. Nível de Pressão Sonora	15
2.2. Ruído.....	17
2.2.1. Efeitos provocados pelo ruído.....	17
2.2.1.1. Traumas Acústicos	19
2.2.1.2. Perda Auditiva Temporária	19
2.2.1.3. Perda Auditiva Permanente	19
2.3. A Orelha Humana	20
2.3.1. Orelha Externa.....	20
2.3.2. Orelha Média	21
2.3.3. Orelha Interna.....	21
2.4. Medidas Preventivas de Controle de Ruído	21
2.4.1. Controles de ruído na fonte.....	22
2.4.2. Controles de ruído na trajetória.....	22
2.4.3. Controles de ruído no homem.....	22
2.5. Leis e Normas Regulamentadoras.....	23
2.5.1. Lei Municipal 10.625/2002	23
2.5.2. Norma Regulamentadora NR-17.....	24
2.5.3. Norma NBR 10.151.....	25
2.5.4. Norma NBR 10.152.....	25
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	27
3.1. Medidor de Nível de Pressão Sonora	27
3.2. Método	28
3.2.1. Ajuste do aparelho	28

3.2.2. Condições de medição	28
3.2.3. Pontos de medição	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
4.1. Recomendações Gerais	38
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
5.1. Conclusões	39
5.2. Sugestões para Trabalhos Futuros	39
REFERÊNCIAS.....	40

1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento de sua população e economia, os grandes centros urbanos têm se tornado cada vez mais densos gerando ambientes danosos à saúde das suas populações. O crescimento da indústria, o aumento da frota de veículos, a poluição visual e sonora são algumas consequências desse crescimento; e são também, causas de muitos problemas enfrentados pela população.

Muitas vezes, os danos causados são imperceptíveis para as pessoas que convivem diariamente neste meio, e nem se dão conta de que desenvolvem problemas de saúde e de que muitos problemas de saúde já existentes foram gerados pelo meio em que vivem.

A cidade de Curitiba, como todos os grandes centros urbanos, já oferece muitas adversidades a sua população. São algumas delas: o trânsito intenso nas horas de pico, as grandes distâncias a serem percorridas, a superlotação dos ônibus, a poluição do ar e a poluição sonora. Em algumas regiões da cidade, muitos desses problemas se acentuam devido a passagem de uma linha férrea de trens de carga que transportam minérios entre uma região periférica e a região central da cidade, atravessando vários bairros residenciais.

Há anos, os moradores das regiões afetadas cobram da prefeitura de Curitiba uma solução para o problema. Há inúmeras formas de solucioná-lo, que vão desde a instalação de cancelas até a retirada da linha férrea. Porém, até hoje nada foi feito. O trem continua passando diariamente, e além de causar transtornos como engarrafamentos, trepidação e odor, ele aciona uma buzina estridente e de alta intensidade para avisar sua passagem, provocando desconforto para moradores e transeuntes das regiões por onde passa.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar os níveis de ruído emitidos pelos trens de carga que passam em bairros residenciais próximos ao centro da cidade de Curitiba.

1.1.2. Objetivo Específico

O objetivo específico foi realizar a coleta dos níveis de ruído emitidos pelo trem durante sua passagem, em dez estabelecimentos residenciais e de distintas funções econômicas, situados próximos à linha férrea, para, posteriormente, compará-los com os valores limite indicados por normas e pela Lei Municipal da cidade de Curitiba; podendo-de assim, analisar os valores obtidos em cada ponto, e avaliar se houve e de quanto foi o excesso de ruído emitido pelo trem.

1.2. Justificativa

A linha do trem, que passa pela área urbana de Curitiba, corta bairros residenciais como o Cristo Rei, Alto da XV, Juvevê e Cabral, gerando muitos transtornos à população local como, congestionamentos, vibrações, odor dos resíduos e o principal deles: o ruído, que é emitido pelo atrito das rodas com os trilhos, pelo choque entre os vagões e pela sua estridente buzina. Além de provocar desconforto, a exposição ao ruído excessivo causa danos à saúde da população que vive nos arredores da linha férrea e que passa diariamente pela região, podendo causar efeitos a curto e a longo prazo. Faz-se necessária, portanto, uma avaliação sobre os valores de ruído emitido pelo trem na cidade, comparando-os com as normas regulamentadoras que tratam do assunto e com a legislação vigente na cidade de Curitiba.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Conceitos Relacionados ao Som

2.1.1. Som

De acordo com Saliba (2004), o som tem origem de vibrações mecânicas que se propagam no ar até atingirem o ouvido humano, essas ondas por sua vez estimulam o aparelho auditivo, sendo denominadas ondas sonoras. Assim o som é definido como qualquer vibração ou onda mecânica que pode ser ouvida.

Segundo Santos (1996) e Maia (2001), o termo som é utilizado para as sensações prazerosas, como música ou fala, e é caracterizado por três variáveis físicas: frequência, intensidade e timbre, ou seja, os sons são constituídos de uma combinação de vibrações e frequências e o grau de sensibilidade varia para cada indivíduo. A gama de sons audíveis é muito grande e convencionou-se uma escala logarítmica para medir a intensidade sonora, da mesma maneira que para a frequência. O décimo do BEL ou decibel (dB) é o expoente da relação das intensidades físicas, multiplicado por 10. A intensidade sonora medida em decibéis é definida como Nível de Intensidade Sonora (NIS) e refere-se à relação logarítmica entre a intensidade sonora em questão e a de referência.

2.1.2. Decibel

O decibel é uma medida da razão entre duas quantidades, sendo usado para uma grande variedade de medições em acústica, física e eletrônica. É uma unidade de medida adimensional, semelhante à percentagem. A definição do decibel é obtida com o uso do logaritmo (FERNANDES, 2002).

Segundo Saliba (2004), em meados do século XIX dois neurologistas conhecidos como Webber e Fechner, que trabalhavam independentemente, chegaram a uma mesma conclusão: a relação existente entre o estímulo e a sensação é uma função logarítmica, ou seja, a sensação cresce com o logaritmo do estímulo.

2.1.3. Intensidade Sonora e Nível de Intensidade Sonora

De acordo com Lida (2005), a chamada intensidade sonora é a potência da energia de vibração sonora que atinge uma determinada superfície. Pode ser definida em termos de unidade de potência por unidade de área (W/cm^2). O limiar da audição humana é igual a $10^{-16} W/cm^2$.

Por outro lado, o Nível de Intensidade Sonora (NIS) é a intensidade sonora medida em decibel (dB), refere-se à relação logarítmica entre a intensidade sonora em questão e a intensidade de referência. Matematicamente, o NIS é definido segundo a Equação 1 (GERGES, 2000).

$$NIS = 10 \times \log I / I_{ref} \text{ dB} \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde:

I é a intensidade sonora de um som;

I_{ref} é o limiar da audição humana ($10^{-16} W/cm^2$).

2.1.4. Nível de Pressão Sonora

O Nível de Pressão Sonora (*NPS*, ou em inglês, *SPL - Sound Pressure Level*) em um determinado ponto é expresso em decibels e tem o valor de referência sendo, $P_0 = 20 \text{ mPa}$ ($2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$).

Para Saliba (2004), o nível de pressão sonora é uma estimativa de pressão sonora em que o ouvido estará sujeito devido a variações de pressões.

O nível de pressão sonora é obtido através da Equação 2 a seguir.

$$NPS = 20 \log \left(\frac{P}{P_0} \right) \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde:

P - é a raiz quadrática das variações dos valores instantâneos de pressão sonora

P_0 - é a pressão de referência que corresponde ao limiar de audição ($0,00002 \text{ N/m}^2$)

Para Santos (1996), as pressões audíveis situam-se entre 0,00002 N/m² (mínima pressão perceptível) e 200 N/m² (limiar da dor). O Quadro 1 apresenta as respectivas pressões sonoras para ruído em dB, e em Newton por metro quadrado, e ainda alguns exemplos desta exposição.

NPS (dB)	P (N/m ²)	Exemplos
140	200	
130	-	Sirene de alarme pública (a 2 m de distância)
120	20	Dinamômetro motor diesel (a 1 m de distância)
110	-	Serra fita (para madeira ou metais a 1 m de distância)
100	2	Prensas excêntricas
90	-	Caminhão diesel 80 km/h (a 15 m de distância)
80	0,2	Escritório barulhento
70	-	Carro de passageiro a 80 km/h (a 15 m de distância)
60	0,02	Conversação normal (a 1 m de distância)
50	-	
40	0,002	Local residencial tranquilo
30	-	Tic-Tac de relógio
20	0,0002	Sussurro
10	-	
0	0,00002	Limiar de audibilidade

Quadro 1 : Pressão Sonora para Ruído Contínuo ou Intermitente.

Fonte: Santos (1996).

2.1.5. Nível Equivalente de Ruído (Leq)

De acordo com Santos (1996), o nível equivalente de ruído representa a média de energia sonora durante um determinado intervalo de tempo, pois os níveis de ruído variam de maneira aleatória no tempo.

Segundo Saliba (2004), o nível equivalente de ruído apresenta a exposição ocupacional ao ruído durante um período de medição. Ele ainda afirma que na NR-15 existe um incremento de duplicação igual a 5, isto é, a cada adição de 5dB no nível equivalente a energia é dobrada, e conseqüentemente aumenta o risco de dano auditivo. O autor cita ainda que a NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) e outros órgãos internacionais utilizam incremento igual a 3dB; segundo ele, esse método é o mais usado no meio científico pois se aproxima mais do comportamento do ouvido humano.

2.2. Ruído

Segundo Grandjean (1998), certos sons não afetam ou perturbam as pessoas até um certo limite, porém quando elevados, tornam-se perturbadores e incômodos, passando a ser definidos como ruído.

A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) definiu, em 1978, que ruído é um fenômeno acústico dissoante ou anárquico, aperiódico e indesejável, uma mistura de sons cujas frequências diferem entre si por valor inferior à discriminação em frequências da orelha. O ruído é uma onda sonora aperiódica, de movimento vibratório aleatório, portanto, sua forma da onda é imprevisível em um intervalo de tempo (ALMEIDA,1995).

De acordo com a Norma ISO 2.204/1973 (International Standard Organization), os ruídos podem ser classificados segundo a variação de seu nível de intensidade com o tempo em:

- Contínuos: ruído com variações de níveis desprezíveis durante o período de observação;
- Intermitentes: ruído cujo nível varia continuamente de um valor apreciável durante o período de observação;
- De impacto ou impulso: ruídos em picos de energia acústica de duração inferior a um segundo.

2.2.1. Efeitos provocados pelo ruído

Segundo Santos (1999) há três alterações de audição causadas pela exposição ao som intenso, são elas:

- Trauma Acústico: perda auditiva provocada pela exposição a ruído abrupto e muito intenso (tiros, explosões). Normalmente é unilateral e acompanhada de zumbido.
- Alterações Transitórias da Audição: ocorre devido a exposição prolongada a sons intensos, causando uma redução na sensação auditiva, ao fim da exposição, a audição volta ao normal;
- Alterações permanentes da função auditiva: exposições prolongadas e repetidas a sons de intensidade elevada, não havendo tempo de repouso.

Medeiros (1999) afirma que o excesso de ruído afeta o indivíduo sob vários aspectos, causando perda auditiva e outras alterações orgânicas, emocionais e sociais. O autor destaca possíveis alterações sofridas pela exposição excessiva ao ruído, sendo elas:

- vertigem;
- náuseas e vômito;
- desmaio;
- diarreia ou prisão de ventre;
- dor de cabeça;
- distúrbios hormonais;
- distúrbios cardiovasculares;
- dilatação de pupilas;
- distúrbios do sono, pois o barulho causa irritabilidade, cansaço e dificuldade de concentração;
- cansaço, alterando o rendimento de trabalho;
- estresse;
- falta de atenção e concentração, prejudicando o desempenho em realizar algumas tarefas;
- redução da potência sexual;
- mudanças na conduta e no humor;
- depressão;
- ansiedade.

O primeiro efeito fisiológico de exposição a níveis altos de ruído é a perda de audição na banda de frequências de 4 a 6 kHz. O efeito é acompanhado pela sensação de percepção do ruído após o afastamento do campo ruidoso. Este efeito é temporário, e, portanto, o nível original do limiar da audição é recuperado. A perda de audição pode tornar-se permanente caso a exposição ao ruído seja repetida antes da completa recuperação. Neste caso, não somente na faixa de frequências de 4 a 6 kHz, mas também abaixo e acima desta faixa. Isto ocorre devido a danificação das células nervosas do ouvido interno, o que torna a perda de audição irreversível (GERGES, 1992).

2.2.1.1. Traumas Acústicos

Saliba (2004) explica que os traumas acústicos são causados por sons de curta duração e de alta intensidade, lesando permanentemente muitas regiões do ouvido, em particular, o órgão de Corti, cóclea.

De acordo com Silva et al. (2004), o nível de ruído que normalmente pode provocar o trauma acústico é da ordem de 120 dB. Esse valor pode provocar na cóclea, lesões intensas como ruptura da membrana basilar, sendo que o indivíduo pode recuperar a audição “social” dentro de alguns dias.

2.2.1.2. Perda Auditiva Temporária

Segundo Saliba (2004), a exposição moderada a determinados tipos de ruído pode causar uma perda auditiva temporária. Não se sabe determinar certamente suas conseqüências, se causa edemas intracelulares, alterações vasculares ou, ainda, exaustão metabólica; só se sabe que nos casos de perda da audição temporária, é necessário de 11 a 14 horas de silêncio para que a audição volte ao normal. Entretanto, repetidas perdas auditivas temporárias podem levar a uma perda auditiva permanente.

2.2.1.3. Perda Auditiva Permanente

Saliba (2004) explica que a Perda Auditiva Permanente também é chamada de PAIR (perda auditiva induzida pelo ruído) e de Perda Auditiva Neurosensorial por Exposição Continuada a Níveis Elevados de Pressão Sonora. A PAIR é verificada através de um exame chamado “audiometria”; nota-se que as perdas mais comuns estão entre 3000 e 6000 Hz, particularmente na freqüência de 4000 Hz. Segundo o autor, perdas de freqüências entre 4000 e 6000 Hz não trazem conseqüências muito graves ao indivíduo, ainda não afetando a comunicação verbal. A perda da freqüência de 3000 Hz acarreta em dificuldade de compreensão, a perda de 2000 Hz, já traz grandes prejuízos para a comunicação do indivíduo como a necessidade de fazer leitura labial e o aumento excessivo do tom de voz. Já a perda de 1000 Hz, compromete ainda mais a comunicação verbal, alterando o

comportamento social do indivíduo; e por fim, a perda de 500 Hz, exclui a pessoa do meio social e dificultando, inclusive, a convivência familiar.

O pior é que esta perda auditiva permanente influencia o comportamento individual, social e psíquico do cidadão que sofre com a mesma, podendo alterar sua autoestima, motivação e ainda a eficácia com que o indivíduo desenvolve seu trabalho (KOMINISKI, 2007).

2.3. A Orelha Humana

Moore (2001) explica que a orelha é responsável pela interpretação dos sons e pelo nosso equilíbrio; é dividida em três partes: orelha externa, média e interna.

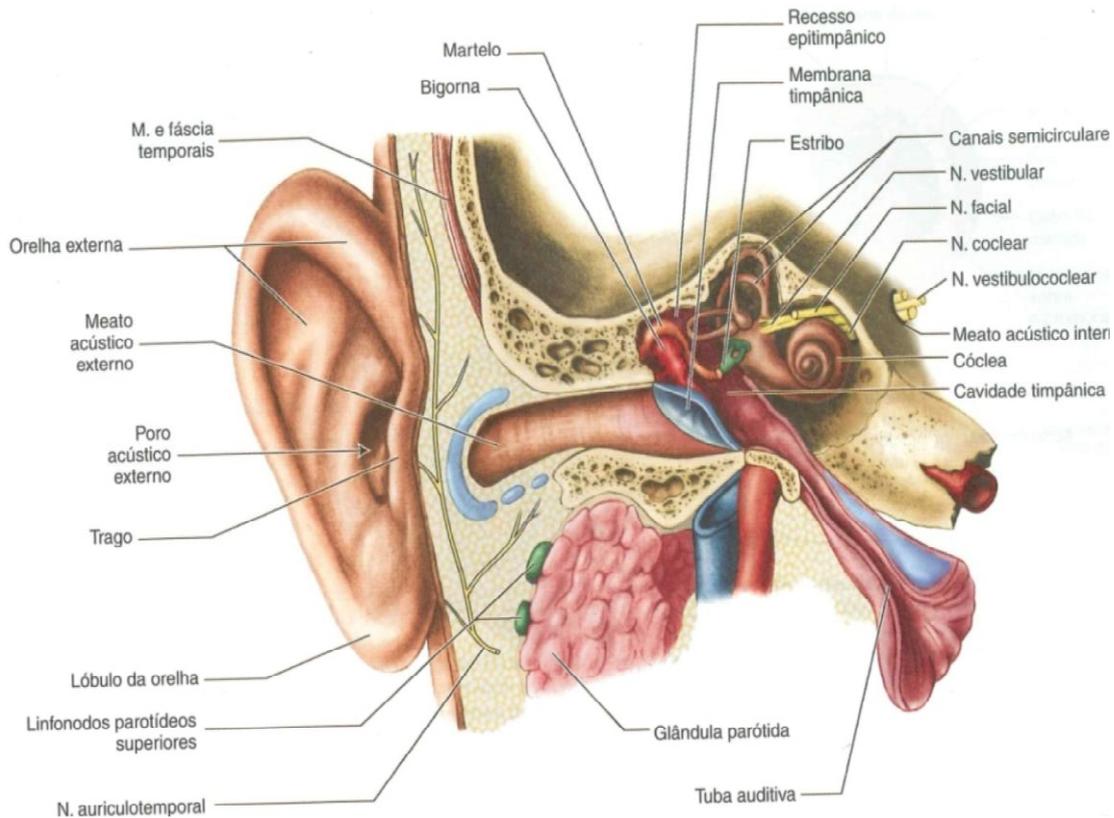


Figura 1 – Orelha Humana
Fonte: Moore (2001).

2.3.1. Orelha Externa

Para Moore (2001), a orelha externa é a parte visível da orelha e é composta por cartilagem e pele. Sua finalidade é de recolher e concentrar as ondas sonoras.

Santos (1996) explica que a orelha externa tem a função de direcionar e ampliar o som, que pode ter sua intensidade aumentada até 10 dB dependendo da posição em que o ouvinte estiver da fonte.

2.3.2. Orelha Média

Moore (2001) explica que a orelha média é responsável pela pressão interna do ouvido, permitindo assim, que o som se propague sem nenhum obstáculo; isso ocorre através da tuba auditiva. É na orelha média, também, que se encontram os primeiros ossos que vibram para “ampliar” o som que chega do tímpano.

De acordo com Santos (1996), na orelha média o som pode ser ampliado até 22 vezes em relação ao som que chega ao tímpano; isso é necessário porque existe uma grande perda de energia de inércia do meio líquido em relação ao ar. Ocorre também, no ouvido médio, o reflexo estapediano, que é uma forma de proteger o sistema auditivo aumentando ou diminuindo a rigidez dos músculos estapedianos e tensor do tímpano dificultando ou facilitando a transmissão do som.

2.3.3. Orelha Interna

De acordo com Saliba (2004), a orelha interna preenche uma cavidade situada na estrutura óssea do crânio, tem componentes distintos e é composto com um líquido. A estrutura que mais se destaca é a cóclea. No seu interior há uma estrutura chamada de Orgão de Corti, que contém milhares de células sensoriais. Essas células quando são estimuladas pela energia que provem do ouvido médio, geram impulsos nervosos que são transmitidos ao cérebro pelo chamado nervo auditivo; no cérebro, esses pulsos são decifrados e a pessoa percebe o som.

De acordo com Santos (1996), é na orelha interna que as ondas mecânicas se convertem em energia elétrica e estimulação nervosa, produzindo a sensação sonora.

2.4. Medidas Preventivas de Controle de Ruído

As medidas de controle são tomadas visando a atenuação do efeito de ruído sobre as pessoas, podem ser consideradas basicamente de três maneiras: na fonte,

na trajetória e no Homem. Quando forem viáveis tecnicamente as medidas de controle na fonte e na trajetória deverão ser prioritárias (SALIBA, 2009).

2.4.1. Controles de ruído na fonte

De acordo com Saliba (2009), é o método mais recomendado quando há viabilidade técnica, porém a fase de planejamento das instalações é o mais importante devido ao fato que se pode escolher equipamentos que produzam menos ruído ou até mesmo organizar o layout de maneira adequada. Existem diversas maneiras para se realizar o controle de ruído na fonte, tais como a substituição do equipamento por outro mais silencioso, manter as estruturas bem fixadas, lubrificar rolamentos e mancais, alterar o processo, dentre outros.

2.4.2. Controles de ruído na trajetória

O controle de ruído na trajetória pode ser alcançado de duas maneiras, ou pela absorção do som através de materiais porosos, como por exemplo, a lã de vidro e a cortiça, ou então pelo isolamento acústico através de materiais que possuam alto índice de redução acústica ou perda de transmissão (SALIBA, 2009).

2.4.3. Controles de ruído no homem

De acordo com Saliba (2009), o controle de ruído no homem pode ser realizado fazendo a limitação do tempo de exposição aos níveis de ruído superiores ao limite de tolerância ou então por meio de protetores auriculares.

Os protetores auriculares devem ser utilizados quando não for possível o controle de ruído na fonte e na trajetória ou quando esses controles não reduzirem o ruído a níveis satisfatórios (GERGES, 2000).

Existem basicamente 2 tipos de protetores auriculares, os de inserção que podem ser pré-moldados ou moldáveis e os circum-auriculares ou tipo concha. Na escolha do protetor auricular é fundamental observar as vantagens e desvantagens de cada tipo, o fator de proteção, entre outros (SALIBA, 2009).

2.5. Leis e Normas Regulamentadoras

2.5.1. Lei Municipal 10.625/2002

A Lei Municipal Ordinária nº 10.625 de 19 de Dezembro de 2002 dispõe sobre ruídos urbanos para a cidade de Curitiba (CURITIBA, 2002).

Segundo esta Lei, é proibido perturbar o sossego e o bem estar público com sons, ruídos e vibrações que causem incômodo de qualquer natureza ou que ultrapassem os limites fixados nesta Lei. As vibrações serão consideradas prejudiciais quando ocasionarem ou puderem ocasionar danos materiais, à saúde e ao bem estar público.

A Lei determina, de acordo com o Quadro 2, valores máximos de ruído permitidos para as diversas regiões da cidade divididos nos 3 períodos do dia. São eles:

- I - DIURNO: das 07h01 às 19h00;
- II - VESPERTINO: das 19h01 às 22h00;
- III - NOTURNO: das 22h01 às 07h00.

ZONAS DE USO*	DIURNO	VESPERTINO	NOTURNO
ZR-1, ZR-2, ZR-3, ZR-B, ZR-AV, ZR-M, APA-SARU, APA-SMRU	55 dB(A)	50 dB(A)	45 dB(A)
ZR-OC, ZR-SF, ZR-U, ZUC-II, ZT-MF, ZT-NC, ZE-E, ZE-M, ZOO, SE-CC, SE-PS, SE-OI, APA-ST	60 dB(A)	55 dB(A)	50 dB(A)
ZR-4, ZC, ZT-BR-116, ZUM, ZE-D, SE, SH, SE-BR-116, SE-MF, SE-CF, SE-WB, SE-AC, SE-CB, CONEC, SE-PE, SC-SF, SC-UM, SE-NC, SEI, SEHIS, SE-LE, SEVC-PASSAÚNA, SEVS-PASSAÚNA, APA-SS, Vias prioritárias 1 e 2, Vias setoriais, Vias coletoras 1,2 e 3	65 dB(A)	60 dB(A)	55 dB(A)
ZS-1, ZS-2, ZES, ZI, ZEI-I (CIC), APA-SUE	70 dB(A)	60 dB(A)	60 dB(A)
Os casos não contemplados nesta tabela, serão objeto de análise específica por parte da Secretaria Municipal do Meio Ambiente			
Onde: APA-SARU - Setor de Alta Restrição de Uso; APA-SMRU - Setor de Média Restrição de Uso; APA-ST - Setor de Transição; APA-SUE - Setor de Uso Esportivo; APA-SS - Setor de Serviço; CONEC - Setor Especial Conector – Conectora 1,2,3,4; SC-SF - Setor Especial Comercial Santa Felicidade; SC-UM - Setor Especial Comercial Umbará; SE - Setor Especial Estrutural; SE-AC - Setor Especial da Av. Affonso Camargo; SE-BR-116 - Setor Especial da BR-116; SE-CB - Setor Especial da Rua Engenheiro Costa Barros; SE-CC - Setor Especial Centro Cívico; SE-CF - Setor Especial da Av. Comendador Franco; SEHIS - Setor Especial Habitação de Interesse Social; SEI - Setor Especial Institucional; SE-LE - Setor Especial Linhão do Emprego; SE-MF - Setor Especial da Av. Mal. Floriano Peixoto; SE-NC - Setor Especial Nova Curitiba; SE-OI - Setor Especial de Ocupação Integrada; SE-PE - Setor Especial Preferencial de Pedestres; SE-PS - Setor Especial do Pólo de Software; SEVC-PASSAÚNA - Setor Especial de Vias Coletoras; SEVS-PASSAÚNA - Setor Especial de Vias Setoriais; SE-WB - Setor Especial da Av. Pres. Wenceslau Braz; SH - Setor Histórico; ZC - Zona Central ; ZOO - Zona de Ocupação Orientada; ZE-D - Zona Especial Desportiva; ZE-E - Zona Especial Educacional; ZEI-I (CIC) - Zona Especial de Indústria; ZE-M - Zona Especial Militar; ZES - Zona Especial de Serviços; ZI - Zona Industrial; ZR-1 - Zona Residencial 1; ZR-2 - Zona Residencial 2; ZR-3 - Zona Residencial 3; ZR-4 - Zona Residencial 4; ZR-AV - Zona Residencial Alto da Glória; ZR-B - Zona Residencial Batel; ZR-M - Zona Residencial Mercês; ZR-OC - Zona Residencial de Ocupação Controlada; ZUC-II - Zona de Urbanização Consolidada; ZR-SF - Zona Residencial Santa Felicidade; ZR-U - Zona Residencial Umbará; ZS-1 - Zona de Serviço 1; ZS-2 - Zona de Serviço 2; ZT-BR-116 - Zona de Transição BR – 116; ZT-MF - Zona de Transição Av. Mal. Floriano Peixoto; ZT-NC - Zona de Transição Nova Curitiba; Z-UM - Zona de Uso Misto;			

Quadro 2 - Níveis de pressão sonora máximos segundo a lei municipal nº 10.625

Fonte: Curitiba (2002).

Em seu artigo 28, é previsto que o Executivo Municipal regulamentaria, em até noventa dias da publicação da Lei, as questões específicas relativas à poluição sonora produzida pelo apito do trem. Esta publicação não foi realizada.

Também são determinadas sanções e multas para as pessoas físicas ou jurídicas que a infringirem. As multas variam de R\$300,00 a R\$18.000,00 e as infrações são classificadas como LEVES, GRAVES e GRAVÍSSIMAS.

2.5.2. Norma Regulamentadora NR-17

A NR-17 visa estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de

modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente (BRASIL, 2012).

Esta norma comenta que um valor limite para se ter conforto acústico dentro de um ambiente é de 65 dB(A). Segundo ela, os valores limites de ruído exigidos para cada ambiente podem ser encontrados na NBR 10.152. Nos locais de trabalho onde são executadas atividades que exijam solicitação intelectual e atenção constantes, tais como: salas de controle, laboratórios, escritórios, salas de desenvolvimento ou análise de projetos, dentre outros, são recomendados os níveis de ruído de acordo com a NBR 10.152. Para atividades com tais características, mas que não apresentam equivalência ou correlação com aquelas relacionadas na NBR 10.152, o nível de ruído aceitável para efeito de conforto será de até 65 dB(A) e a curva de avaliação de ruído (NC) de valor não superior a 60 dB(A).

2.5.3. Norma NBR 10.151

Pela norma NBR 10.151 são recomendadas condições é especificado o método para a medição do ruído. Segundo ela, para medições no exterior de edificações, as medições devem ser efetuadas em pontos afastados aproximadamente 1,2 m do piso e pelo menos 2 m do limite da propriedade e de quaisquer outras superfícies refletoras, como muros, paredes etc. (ABNT, 2000).

Para medições em ambientes internos, é especificado nesta norma, que devem ser efetuadas a uma distância de no mínimo 1 m de quaisquer superfícies como paredes, teto, pisos e móveis. Os níveis de pressão sonora devem ser o resultado da média aritmética dos valores medidos em pelo menos três posições distintas, sempre que possível afastadas entre si em pelo menos 0,5 m. Em caso de não cumprimento de tais condições, deve ser apresentada uma justificativa no relatório.

2.5.4. Norma NBR 10.152

A NBR 10.152 fixa níveis máximos de ruído compatíveis com o conforto acústico em ambientes diversos. Os valores são encontrados no Quadro 3. Os níveis superiores aos recomendados por esta norma, são considerados de desconforto (ABNT, 2000).

Locais	dB(A)
Hospitais	
Apartamentos, Enfermarias, Berçários, Centros cirúrgicos	35 - 45
Laboratórios, Áreas para uso do público	40 - 50
Serviços	45 - 55
Escolas	
Bibliotecas, Salas de música, Salas de desenho	35 - 45
Salas de aula, Laboratórios	40 - 50
Circulação	45 - 55
Hotéis	
Apartamentos	35 - 45
Restaurantes, Salas de estar	40 - 50
Portaria, Recepção, Circulação	45 - 55
Residências	
Dormitórios	35 - 45
Salas de estar	40 - 50
Auditórios	
Salas de concertos, Teatros	30 - 40
Salas de conferências, Cinemas, Salas de uso múltiplo	35 - 45
Restaurantes	40 - 50
Escritórios	
Salas de reunião	30 - 40
Salas de gerência, Salas de projetos e de administração	35 - 45
Salas de computadores	45 - 65
Salas de mecanografia	50 - 60
Igrejas e Templos (Cultos meditativos)	40 - 50
Locais para esporte	
Pavilhões fechados para espetáculos e atividades esportivas	45 - 60

Quadro 3 – Níveis de Ruído NBR 10.152

Fonte: Adaptado da ABNT (2002).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Medidor de Nível de Pressão Sonora

Para a realização das medições dos níveis de ruído emitidos pelos trens, foi utilizado um medidor de nível de pressão sonora (decibelímetro) da marca Instrutherm, modelo DEC-5010, número de série 060302944, o qual foi devidamente calibrado de acordo com as recomendações da norma NBR 10.151 atendendo às especificações da IEC 60651. O DEC-5010 possui um alcance de 30 a 130 dB. Durante as medições, foi utilizado com uma espuma atenuadora de vento e um tripé, para que se mantenha fixo a altura de 1,3 m em relação ao chão, recomendada pela norma NBR 10.151. O aparelho forneceu os valores de Nível de Pressão Sonora (NPS) e de Nível Equivalente de Ruído (Leq) utilizados para o trabalho.



Figura 2 – Medidor de Nível de Pressão Sonora DEC-5010
Fonte: O autor (2012).

3.2. Método

3.2.1. Ajuste do aparelho

Conforme recomendações da NBR 10.151, o decibelímetro foi ajustado na escala de compensação A e para respostas de leitura lenta (slow) por ser um ruído intermitente. Para cada medição, o aparelho captou o ruído emitido pelo trem durante 1 minuto. Foram utilizados, para resultado, os valores Leq (Nível Equivalente de Ruído) , representando a média de ruído durante o período, e o NPS máximo (valor máximo do Nível de Pressão Sonora registrado no período), representado por SPL no aparelho.

3.2.2. Condições de medição

Conforme recomendações da norma NBR 10.151, as medições nos pontos externos foram realizadas a uma distância de 1,20 m do solo e de, no mínimo, 2 m do limite da propriedade e de quaisquer outras superfícies refletoras, como muros, paredes, etc. O único ponto interno de medição estava localizado a uma distância mínima de 1 m das superfícies refletoras que haviam, como: o piso, o teto, móveis etc.

Na norma NBR 10.151, é recomendado, para ambientes internos, que se realizem três medições, tendo a média aritmética entre elas como resultado final. Porém, o cumprimento desta recomendação não foi possível, porque cada vez que o trem passava, só havia uma chance de medir o pico do ruído emitido por ele. Portanto, para os pontos internos, assim como para os externos, foi realizada apenas uma medição enquanto o trem passava, abrangendo o pico do ruído emitido.

Cada medição foi realizada durante um minuto (contado no decibelímetro). Os períodos de medição se deram quando o trem estava o mais próximo o possível dos pontos de medições; sendo captado, pelo aparelho, os níveis de ruído mais intensos emitidos sobre os respectivos locais.

Foram extraídos do decibelímetro, os valores do Leq e NPS máximo, para se ter, no registro, o valor da média e do pico do Nível de Pressão Sonora no período.

Para cada ponto de medição, além dos resultados encontrados durante a passagem do trem, foram medidos, também, durante 1 minuto, os valores do Leq e

NIS máximo após a sua passagem, para se ter um comparativo com o ruído ambiente do local na determinada hora.

A Figura 3 apresenta um exemplo de medição, com o equipamento posicionado em um tripé, a 1,3 m de altura e a 2,0 m de distância do muro.

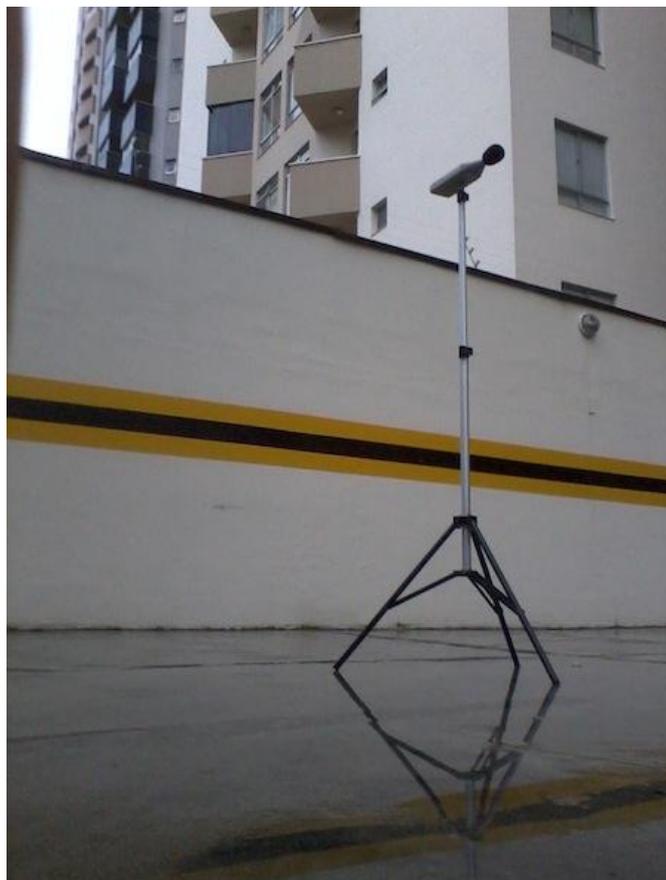


Figura 3 – Exemplo de medição
Fonte: O autor (2012).

3.2.3. Pontos de medição

Os níveis de ruído emitidos pelo trem foram registrados em 10 pontos localizados em bairros residenciais próximos ao centro de Curitiba, nos arredores da linha férrea. Os pontos foram escolhidos com a finalidade de representar residências e estabelecimentos de distintas funções econômicas, situados próximos à linha férrea.

Os pontos de medição foram:

- PONTO 1: Rua Pres. Rodrigo Otávio, nº 1.650, bairro Hugo Lange. Externo a uma Igreja;

- PONTO 2: Rua Pres. Rodrigo Otávio, nº 1.471, bairro Hugo Lange. Externo a um consultório odontológico;
- PONTO 3: Rua Fernando de Barros, nº 1.197, bairro Hugo Lange. Externo a um condomínio residencial de apartamentos;
- PONTO 4: Rua Itupava, nº 1.314, bairro Alto da XV. Externo a um escritório de uma empresa de Construção Civil;
- PONTO 5: Rua Flavio Dellegrave, nº 1.324, bairro Alto da XV. Externo a um edifício residencial;
- PONTO 6: Rua XV de Novembro, nº 2.603, bairro Alto da XV. Externo a agência bancária;
- PONTO 7: Rua Padre Germano Mayer, nº 775, bairro Alto da XV. Externo a um restaurante;
- PONTO 8: Rua do Herval, nº 426, bairro Cristo Rei. Externo a uma escola infantil;
- PONTO 9: Rua Atílio Bório, nº 120, bairro Cristo Rei. Ponto Interno. Dormitório no 4º andar de um edifício residencial.
- PONTO 10: Rua Atílio Bório, nº 20, bairro Cristo Rei. Externo a um edifício residencial;

De acordo com o zoneamento da cidade de Curitiba, os pontos 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 se encontram na Zona Residencial 3 (ZR3); o ponto 8 se encontra na Zona Residencial 4 (ZR4); e os pontos 9 e 10 se encontram no Setor Especial Estrutural (SE). O conhecimento da zona em que se encontra cada ponto de medição foi necessário para se saber os limites de ruído estabelecidos pela Lei Municipal nº 10.625.

A Figura 5 apresenta o PONTO 1. Pode-se observar que a linha férrea passa próxima à igreja, apenas separada por um curto gramado e uma ciclovia.



Figura 5 – PONTO 1
Fonte: O autor (2013).

A Figura 6 apresenta o PONTO 4. Pode-se observar que, além de ficar próximo à linha férrea, o escritório (casa à direita, na figura) ainda recebe o intenso ruído dos automóveis que passam pela movimentada Rua Itupava (cortada pelos trilhos).



Figura 6 – PONTO 4
Fonte: O autor (2013).

A Figura 7 apresenta o PONTO 5. O edifício residencial (à esquerda, na figura) fica em uma rua calma, porém, próxima à linha férrea.

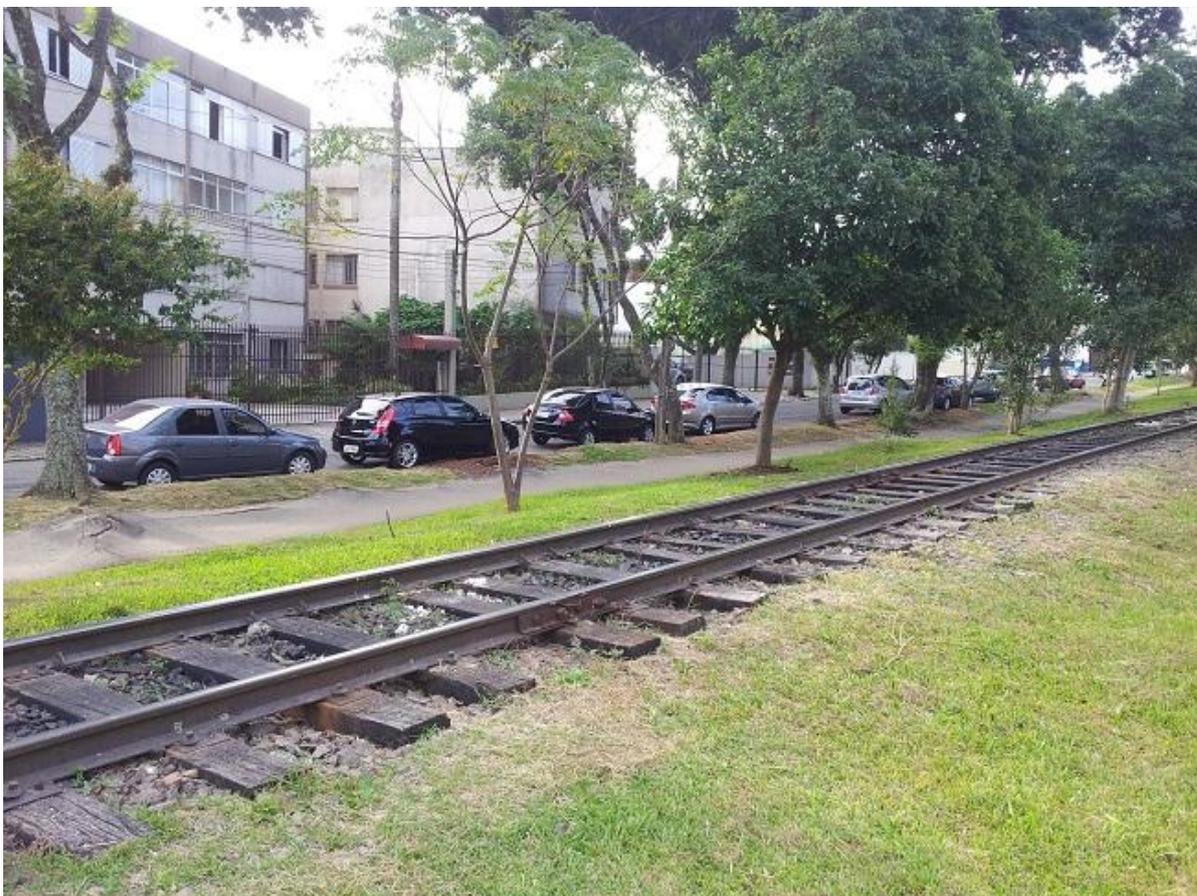


Figura 7 – PONTO 5
Fonte: O autor (2013).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como resultado das medições, o Quadro 4 apresenta os valores Leq (Nível Equivalente de Ruído) e NPS máx (valor máximo do Nível de Pressão Sonora registrado no período) referentes a seus pontos de medição sem a passagem do trem e durante a sua passagem. O quadro apresenta também a data e a hora em que os valores foram registrados.

Ponto	Data	Hora	Ruído sem o trem		Ruído com o trem	
			Leq	NPS máx	Leq	NPS máx
1	Sex, 19/04	6h40	54,5	59,2	98,1	111,5
2	Sex, 12/04	8h50	55,1	61,7	92,3	104,4
3	Sex, 12/04	7h30	52,2	58,8	96,0	107,6
4	Dom, 21/04	20h25	60,3	71,0	98,0	108,3
5	Qui, 11/04	18h30	64,6	74,8	101,1	111,8
6	Qui, 11/04	08h30	75,2	82,4	97,4	104,0
7	Dom, 14/04	19h30	65,9	75,7	99,5	107,8
8	Dom, 14/04	21h15	48,9	56,4	73,2	76,4
9	Qua, 10/04	18h55	44,5	49,7	65,4	74,3
10	Qua, 10/04	17h45	68,1	75,0	103,0	112,4

Quadro 4 – Resultado das medições
Fonte: O autor (2013).

Analisando o Quadro 4, nota-se que todos os valores obtidos, com exceção do ponto 9 sem a passagem do trem, foram superiores aos limites estabelecidos pela Lei Municipal da cidade de Curitiba, para as zonas avaliadas.

Observa-se que o ponto 1, mensurado às 6h40min, obteve um valor de 54,5 dB(A) sem a passagem do trem, já acima do limite de 45 dB(A) estabelecido para o período noturno na Zona Central 3 (ZR-3).

Nota-se que alguns pontos foram medidos no final de semana (domingo) e foram bem superiores aos limites de conforto, prejudicando o descanso dos moradores da região.

Ressalta-se que o ponto 9, único ponto interno, apresentou o menor nível de pressão sonora: 65,4dB(A) com a passagem do trem. Isso pode ser explicado pelo fato de o ponto estar dentro de um apartamento, não estando exposto diretamente ao ruído.

Já o maior nível sonoro equivalente (Leq), foi obtido no ponto 10, que fica muito próximo à linha do trem e está localizado na esquina da Rua Atilio Bório com a movimentada Av. Pres. Affonso Camargo.

O Quadro 5 apresenta um comparativo dos níveis de ruído obtidos sem a passagem do trem e com os níveis obtidos com a sua passagem, apresentando a diferença entre eles.

Ponto	Ruído sem o trem dB(A)		Ruído com o trem dB(A)		Diferença dB(A)	
	Leq	NPS máx	Leq	NPS máx	Leq	NPS máx
1	54,5	59,2	98,1	111,5	43,6	52,3
2	55,1	61,7	92,3	104,4	37,2	42,7
3	52,2	58,8	96,0	107,6	43,8	48,8
4	60,3	71,0	98,0	108,3	37,7	37,3
5	64,6	74,8	101,1	111,8	36,5	37,0
6	75,2	82,4	97,4	104,0	22,2	21,6
7	65,9	75,7	99,5	107,8	33,6	32,1
8	48,9	56,4	73,2	76,4	24,3	20,0
9	44,5	49,7	65,4	74,3	20,9	24,6
10	68,1	75,0	103,0	112,4	34,9	37,4

Quadro 5 – Comparativo com ruído ambiente
Fonte: O autor (2013).

Observa-se que o acréscimo máximo do nível sonoro equivalente (Leq), entre os valores obtidos com a passagem do trem em relação ao ruído ambiente (sem a passagem do trem), chega à 43,6 dB(A), no ponto 1. Isso se deve pelo fato de este ponto estar em um local com um dos menores níveis /de ruído ambiente e por estar muito perto da linha férrea, obtendo um dos níveis mais altos quando o trem passava.

O Quadro 6 apresenta um comparativo dos níveis de ruído medidos durante a passagem do trem com os níveis limites determinados pela Lei Municipal nº 10.625; considerando as variações em relação aos horários das medições e às zonas em que se encontram os pontos.

Ponto	dB(A)		Lei Municipal nº 10.625		Diferença dB(A)	
	Leq	NPS máx	Zona	Limite dB(A)	Leq	NPS máx
1	98,1	111,5	ZR-3	45,0	53,1	66,5
2	92,3	104,4	ZR-3	55,0	37,3	49,4
3	96,0	107,6	ZR-3	55,0	41,0	52,6
4	98,0	108,3	ZR-3	45,0	53,0	63,3
5	101,1	111,8	ZR-3	55,0	46,1	56,8
6	97,4	104,0	ZR-3	55,0	42,4	49,0
7	99,5	107,8	ZR-3	45,0	54,5	62,8
8	73,2	76,4	ZR-4	60,0	13,2	16,4
9	65,4	74,3	SE	65,0	0,4	9,3
10	103,0	112,4	SE	65,0	38,0	47,4

Quadro 6 – Comparativo com a Lei Municipal nº 10.625
Fonte: O autor (2013).

Observa-se que a maior extrapolação ao limite se deu no ponto 1, pois a medição foi feita às 6h40min (horário noturno), quando o valor limite estabelecido pela Lei Municipal é menor. Já a menor diferença se deu no ponto 9, 0,4dB(A), isso se explica pelo fato de que, além de ser um ponto interno, o valor limite para a região onde o ponto se encontra é elevado: 65,0 dB(A).

O Quadro 7 apresenta um comparativo dos níveis de ruído medidos durante a passagem do trem com os níveis limite recomendados pela NBR 10.152 para residências (pontos 3, 5, 9, 10); igrejas (ponto 1); escritórios (pontos 2, 4, 6); restaurantes (ponto 7); e escolas (ponto 8).

Ponto	Ruído com o trem dB(A)		Recomendação NBR 10.152	Diferença dB(A)	
	Leq	NPS máx		Leq	NPS máx
1	98,1	111,5	50,0	48,1	61,5
2	92,3	104,4	55,0	37,3	49,4
3	96,0	107,6	50,0	46,0	57,6
4	98,0	108,3	65,0	33,0	43,3
5	101,1	111,8	50,0	51,1	61,8
6	97,4	104,0	65,0	32,4	39,0
7	99,5	107,8	50,0	49,5	57,8
8	73,2	76,4	55,0	18,2	21,4
9	65,4	74,3	45,0	20,4	29,3
10	103,0	112,4	50,0	53,0	62,4

Quadro 7 – Comparativo com a NBR 10.152
Fonte: O autor (2013).

Observa-se que a passagem do trem traz um prejuízo significativo ao conforto no ambiente dos estabelecimentos avaliados. Dentre estes, pode-se ressaltar o ponto 8 (escola infantil), que foi medido em um domingo, dia da semana em que o ruído é menos intenso. Pode-se considerar, então, que durante os dias da semana, nas reais condições de funcionamento da escola, o nível de pressão sonora pode obter uma diferença ainda maior que os 18,2 dB(A) obtidos na medição.

4.1. Recomendações Gerais

Os resultados indicam que medidas precisam ser tomadas para se atenuar a emissão de ruído. Analisando as medidas preventivas de controle de ruído, sugere-se como forma de controle do ruído na fonte, que a buzina do trem seja trocada por outra menos estridente e que emita menos ruído; ou seja colocado um atenuador. Porém, medidas deste gênero não resolveriam totalmente o problema; sendo que, apesar se atenuada, a buzina provavelmente continuaria a extrapolar os limites.

Como forma de controle do ruído na trajetória, pode-se instalar cancelas para que o trem não precise buzinar. Pode-se também instalar barreiras acústicas paralelas ao trilho para atenuar o ruído; contudo, tal medida causaria um aspecto estético negativo e ainda assim não resolveria o problema por completo.

Controlar o ruído no homem, neste caso, seria inviável, pois todas as pessoas não têm como usar protetores auriculares o tempo inteiro.

A única solução que trata o problema de forma integral e definitiva é a retirada da linha férrea e da área de manobra, fazendo com que o trem passe por regiões distantes do centro da cidade, como defendem os moradores da região. O poder público possui meios para tal, como a desapropriação por interesse público, podendo até mesmo usar a área de manobra do trem para o interesse comum.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1. Conclusões

De acordo com as medições realizadas, pode-se concluir que, de fato, os níveis de ruído emitidos pela passagem do trem estão muito acima dos limites estabelecidos. A extrapolação ocorreu em todos os pontos avaliados, chegando o nível de ruído a atingir o valor máximo de 112,4 dB(A) durante a medição no ponto 10, excedendo em 47,4 o limite estabelecido pela Lei Municipal nº 10.625 e em 62,4 dB(A) o limite recomendado pela norma NBR 10.152; e como valor mínimo, 65,4 dB(A) do Leq no ponto 9, que neste caso, excedeu em 0,4 o limite estabelecido pela Lei Municipal nº 10.625 e em 20,4 dB(A) o limite recomendado pela norma NBR 10.152.

5.2. Sugestões para Trabalhos Futuros

Sugere-se, para trabalhos futuros, que se façam novas medições, em locais diferentes, e em mais pontos internos, para se avaliar melhor o ruído que alcança o interior dos estabelecimentos. Deve-se realizar as novas medições nos horários mais críticos: à noite para os estabelecimentos residenciais, pois é o período em que mais se necessita silêncio; e nos horários de funcionamento dos demais estabelecimentos.

Para outro campo de estudo, sugere-se que se avaliem as conseqüências que a exposição ao ruído do trem têm causado na saúde da população que convive com ele diariamente. Na fundamentação teórica deste trabalho, foram citadas algumas possíveis conseqüências do ruído para a saúde, necessita-se, entretanto, de uma análise mais aprofundada e específica sobre os casos, para enriquecer a argumentação de que a linha férrea precisa ser retirada do local em que está.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 10151 – Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando conforto da comunidade – Procedimento. JUN 2000

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 10151 – Níveis de ruído para conforto acústico – Procedimento. DEZ 1987

ALMEIDA, K. de; RUSSO, I. C. P. ; SANTOS, T. M. – Aplicação do mascaramento em audiologia. São Paulo: Lovise, 1995. 55 p.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora NR-17 – Ergonomia. Segurança e Medicina do Trabalho - Manual de Legislação Atlas. 69ª. Edição, 2012.

CURITIBA, Lei Nº 10.625 de 19 de dezembro de 2002. Dispõe sobre ruídos urbanos, proteção do bem estar e do sossego público, revoga as Leis nºs 8583, de 02 de janeiro de 1995, 8726, de 19 de outubro de 1995, 8986, de 13 de dezembro de 1996, e 9142, de 18 de setembro de 1997, e dá outras providências. Disponível em: <<http://domino.cmc.pr.gov.br/contlei.nsf/>>. Acesso em: 23 de Maio 2012.

FERNANDES, J. C. O Ruído Ambiental: Seus Efeitos e seu Controle. Apostila do Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho. Departamento de Engenharia Mecânica. UNESP - Campus de Bauru, 2002.

GERGES, S. N. Y. Ruído: Fundamentos e Controle. Florianópolis: Editora NR, 1992.

GERGES, Samir. N. Y. Ruído: fundamentos e controle. 2. ed. Florianópolis: Editora Imprensa Universitária UFSC, 2000.

GRANDJEAN, E. Manual de ergonomia. 4. ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul Ltda, 1998.

KOMNISKI, T. M., WATZLAWICK, L. F. Problemas causados pelo ruído no ambiente de trabalho. *Revista Eletrônica Lato Sensu* 2007; 2(1):147-160.

MEDEIROS, Luana Bernardines. Ruído: Efeitos extra-auditivos no corpo humano. 1999.

MOORE, K. L.; DALLEY, Arthur F. Anatomia Orientada para Clínica. Rio de Janeiro. 2001.

SANTOS, U. de P.; MATOS, M. P.; MORATA, T. C.; OKAMOTO, V. A. Ruído: riscos e prevenção. 2ª edição. São Paulo: Hucitec, 1996.

SANTOS, Ubiratan de Paula (org.). Ruído e Prevenção. São Paulo: Hucitec, 1999.

SALIBA, T. M. Manual prático de avaliação e controle do ruído. 3ª edição. São Paulo: LTr, 2004.

Silva, Ana P. et al. Avaliação do perfil auditivo de militares de um quartel do Exército Brasileiro. *Rev. Bras. Otorrinolaringol.*, Jun 2004, vol.70, no.3, p.344-350.