

**UNIJUÍ - UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO  
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

**DETEC – DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA**

**Curso de Engenharia Civil**

**Gilberto Renner**

**RUÍDO URBANO:  
O CASO DA RUA INTEGRAÇÃO NA CIDADE DE  
ENTRE-IJUÍ, RS**

Ijuí (RS)

2007

**Gilberto Renner**

**RUÍDO URBANO:  
O CASO DA RUA INTEGRAÇÃO NA CIDADE DE  
ENTRE-IJUÍ, RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil, Departamento de Tecnologia (DeTec) da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Unijuí), requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Orientadora: MSc. Raquel Kohler

Ijuí (RS)

2007

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em sua  
Forma final pelo professor orientador e pelos membros da banca  
Examinadora.

---

Prof<sup>a</sup> Raquel Kohler, MSc – Orientadora

### **Banca Examinadora**

---

Prof. Luciano Pivoto Specht, Dr.  
Examinador

---

Prof. José Crippa, Arq.  
Examinador

## ***Agradecimentos***

*Aos meus pais e irmão, que me deram forças e incentivo para esta conquista.*

*À minha esposa, Suélen, que depositou confiança em minha capacidade e sempre esteve presente, compreendendo a minha ausência e me incentivando a continuar.*

*Aos professores e, em especial, à professora Raquel, pela competência e dedicação demonstradas na orientação deste trabalho.*

*Aos colegas, que dividiram informações e amizade, estando presentes em vários momentos.*

*A todos que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização deste trabalho.*

## **RESUMO**

O presente trabalho descreve o resultado de uma pesquisa realizada na cidade de Entre-Ijuís, Rio Grande do Sul, avaliando o atual estado de poluição sonora a que estão expostos moradores e usuários ao longo da Rua Integração daquela cidade. A metodologia utilizada compreendeu revisão de literatura, seleção dos locais das medições, levantamento dos níveis de ruído, aplicação de um questionário com usuários e moradores da Rua Integração e comparação dos resultados com as recomendações técnicas. Nos locais avaliados verificaram-se níveis de ruídos acima do permitido pela norma vigente e uma insatisfação dos respondentes do questionário em relação aos mesmos. Os resultados encontrados mostram que a Rua Integração necessita de maiores cuidados quando se trata de ruído urbano, bem como providências para a diminuição desses níveis de ruído, no sentido de que as pessoas expostas possam ter uma melhor qualidade de vida.

Palavras-chave: Ruído urbano, Poluição sonora, Acústica.

## LISTA DAS FIGURAS

Figura 1 -	Faixas de som .....	14
Figura 2 -	O ouvido humano .....	15
Figura 3 -	Ruído do tipo contínuo .....	17
Figura 4 -	Ruído do tipo flutuante .....	17
Figura 5 -	Ruído do tipo impacto .....	18
Figura 6 -	Decibelímetro utilizado nas medições .....	23
Figura 7 -	Termohigrômetro utilizado nas medições .....	24
Figura 8 -	Mapa das quadras e logradouros da cidade de Entre-Ijuís, RS .....	26
Figura 9 -	Vista aérea de Entre-Ijuís, RS .....	27
Figura 10 -	Vista do ponto 1 no sentido oeste-leste .....	28
Figura 11 -	Vista do ponto 1 no sentido sul-norte .....	28
Figura 12 -	Vista do ponto 2 no sentido leste-oeste .....	29
Figura 13 -	Vista do ponto 2 no sentido oeste-leste .....	29
Figura 14 -	Vista do ponto 3 no sentido leste-oeste .....	29
Figura 15 -	Vista do ponto 3 no sentido oeste-leste .....	29

## LISTA DOS GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição dos respondentes quanto à justificativa pelo incômodo provocado pelo ruído da rua – Entre-Ijuís/2007 .....	37
Gráfico 2 - Distribuição dos respondentes segundo a justificativa pelo período do dia em que sente mais incomodado com o ruído – Entre-Ijuís/2007 .....	38
Gráfico 3 - Distribuição dos respondentes segundo a justificativa pelo dia da semana em que se sente mais incomodado com o ruído – Entre-Ijuís/2007 .....	39

## LISTA DOS QUADROS

Quadro 1 - Níveis de pressão sonora de alguns sons .....	14
Quadro 2 - Nível de critério de avaliação NCA para ambientes exteriores, em dB(A)	20
Quadro 3 - Valores dB(A) e NC.....	21
Quadro 4 - Nível de pressão sonora equivalente do Ponto 1 .....	31
Quadro 5 - Nível de pressão sonora equivalente do Ponto 2 .....	32
Quadro 6 - Nível de pressão sonora equivalente do Ponto 3 .....	33
Quadro 7 - Propostas e análises para o problema do ruído urbano da Rua Integração ..	41



## LISTA DAS TABELAS

Tabela 1 -	Medição com ruído de fundo (dB) .....	19
Tabela 2 -	Distribuição dos respondentes por gênero. Entre-Ijuís/2007 .....	34
Tabela 3 -	Distribuição dos respondentes por faixa etária. Entre-Ijuís/2007 .....	35
Tabela 4 -	Distribuição dos respondentes segundo moradia no município. Entre-Ijuís/2007 .....	35
Tabela 5 -	Distribuição dos respondentes por tempo de moradia no município de Entre-Ijuís/2007 .....	35
Tabela 6 -	Distribuição dos respondentes de acordo com sua relação de uso com a rua. Entre-Ijuís/2007 .....	35
Tabela 7 -	Distribuição dos respondentes de acordo com a percepção em relação ao ruído da rua. Entre-Ijuís/2007 .....	36
Tabela 8 -	Distribuição dos respondentes de acordo com o barulho da rua ser incômodo. Entre-Ijuís/2007 .....	36
Tabela 9 -	Distribuição dos respondentes de acordo com os ruídos da rua que mais causam incômodo. Entre-Ijuís/2007 .....	37
Tabela 10 -	Distribuição dos respondentes de acordo com o período do dia em que os ruídos causam mais incômodo. Entre-Ijuís/2007 .....	38
Tabela 11 -	Distribuição dos respondentes de acordo com o dia da semana em que os ruídos causam mais incômodo. Entre-Ijuís/2007 .....	39
Tabela 12 -	Distribuição dos respondentes de acordo com os transtornos causados pelos ruídos. Entre-Ijuís/2007 .....	40

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO</b> .....	11
1.1 TEMA .....	11
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA .....	11
1.3 FORMULAÇÃO DA QUESTÃO DE ESTUDO.....	11
1.4 DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS DO ESTUDO.....	11
1.4.1 Objetivo Geral .....	11
1.4.2 Objetivos Específicos .....	12
1.5 JUSTIFICATIVA .....	12
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	13
2.1 O SOM.....	13
2.1.1 Natureza do Som .....	13
2.1.2 A Onda Sonora e seus Elementos.....	13
2.2 O OUVIDO HUMANO.....	15
2.3 O RUÍDO.....	16
2.3.1 O Ruído e a Perda de Audição.....	16
2.3.2 Tipos de Ruídos .....	16
2.3.3 Controle dos Ruídos .....	19
2.3.4 Legislação e Normalização.....	20
2.4 CONFORTO ACÚSTICO EM ÁREAS URBANAS .....	21
<b>3 MÉTODOS E MATERIAIS UTILIZADOS</b> .....	23
3.1 INSTRUMENTOS DE PESQUISA.....	23
3.2 NORMAS PARA COLETA DE DADOS .....	24
3.3 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO .....	25
3.4 COLETA DE DADOS .....	25
3.4.1 Caracterização dos Pontos de Coleta de Dados.....	28
<b>4 RESULTADOS E ANÁLISES</b> .....	30
4.1 NÍVEL DE PRESSÃO SONORA EQUIVALENTE (LAeq) DOS LOCAIS INVESTIGADOS .....	30
4.2 AVALIAÇÃO DO QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ENTREVISTADOS .....	34
4.3 SOLUÇÕES PROPOSTAS .....	40
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	42
5.1 CONCLUSÃO.....	42
5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	43
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	44
<b>ANEXOS</b> .....	46

## INTRODUÇÃO

Este estudo tem como tema central a avaliação do ruído em área urbana. Sabe-se hoje que o ruído é considerado um dos maiores problemas na vida moderna, podendo causar inúmeros problemas ao ser humano, desde físicos, psicológicos e materiais. Indivíduos submetidos a uma extensa jornada de ruído tornam-se estressados, irritados, com baixo poder de concentração.

Nesse sentido, a Associação Brasileira de Normas Técnicas criou normas que protegem o ser humano dos ruídos. Entretanto, nem sempre estas normas são cumpridas, cabendo uma vigilância cuidadosa dos responsáveis no sentido de impor, cobrar e autuar os infratores.

O presente trabalho teve como objetivo o estudo do ruído urbano ao longo da Rua Integração, na cidade de Entre-Ijuís, RS. Foi realizado medições dos níveis de ruído em três pontos ao longo da Rua Integração e também foram entrevistadas 45 pessoas, a respeito da insatisfação do ruído no local de estudo. A partir desse levantamento, elaborou-se uma análise composta de tabelas e de gráficos que possibilitam a sua compreensão. Por fim, procurou-se elencar as sugestões que decorreram desse levantamento e que objetivam a solução do problema.

Inicialmente, no primeiro capítulo apresenta-se a Contextualização do Estudo, composto pelo tema, problema, objetivos e justificativa. O segundo capítulo apresenta a Revisão Bibliográfica, em que se destacam autores como Fernandes (2002), Fritsch (2006), Gerges (2000, 2006), Gonçalo Jr. (2006), entre outros. No terceiro capítulo têm-se os Métodos e Materiais Utilizados e no quarto capítulo, os Resultados e Análises a que se chegou com o estudo. Finalmente, constam as Considerações Finais.

## **1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO**

### **1.1 TEMA**

Avaliação do ruído em área urbana.

### **1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA**

Avaliação do nível de ruído flutuante ao longo da Rua Integração (prolongamento da RS-344) na área urbana de Entre-Ijuís, RS.

### **1.3 FORMULAÇÃO DA QUESTÃO DE ESTUDO**

- Quais são os níveis de ruído a que estão expostos os usuários ao longo da Rua Integração?
- Qual o nível de insatisfação dos usuários em relação ao ruído?
- Quais as soluções que podem ser adotadas para amenizar o problema do ruído nesta via pública?

### **1.4 DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS DO ESTUDO**

#### **1.4.1 Objetivo Geral**

Este trabalho tem como objetivo o estudo do ruído urbano ao longo da Rua Integração, na cidade de Entre-Ijuís, RS.

### 1.4.2 Objetivos Específicos

- Verificar o nível de exposição ao ruído externo diurno a que estão submetidos os usuários da Rua Integração da cidade de Entre-Ijuís, RS, em três locais estrategicamente selecionados.
- Avaliar se os níveis do ruído flutuante atendem à norma NBR 10151.
- Verificar a opinião das pessoas expostas a estes ruídos.
- Propor soluções técnicas para amenizar o problema do ruído no local.

### 1.5 JUSTIFICATIVA

Segundo Gerges (2006), o ruído é considerado um dos maiores problemas na vida moderna, especialmente o ruído nas áreas urbanas causado por estabelecimentos (bares, boates, restaurantes, indústrias, entre outros) e o tráfego de veículos. O ruído tem grande efeito na saúde das pessoas, podendo acarretar perda auditiva, desconforto acústico, interferência na comunicação, distúrbio no sono e outros efeitos nocivos no corpo humano. Estes efeitos podem causar problemas sociais, tais como baixa produtividade e ausência no trabalho e escola, aumento de uso de drogas e acidentes. Além dos efeitos sociais e na saúde das pessoas, existem outros, como a perda de valor imobiliário em determinadas áreas urbanas, o que justifica, do ponto de vista técnico para os profissionais vinculados à área da construção civil, a investigação proposta. Neste sentido, torna-se necessário a elaboração de normas, ações técnicas e administrativas, bem como avaliações de custo-benefício na construção das cidades.

Levando em consideração os danos que o ruído urbano provoca nas pessoas, e que o presente estudo foi elaborado em uma cidade que se desenvolveu ao longo de uma rodovia (diferente da maioria de outras cidades), justifica-se a elaboração do presente trabalho.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 O SOM

#### 2.1.1 Natureza do Som

O som é uma compressão mecânica ou onda longitudinal que se propaga através de forma circuncêntrica, em meios que tenham massa e elasticidade como os sólido, líquido ou gasoso, ou seja, não se propaga no vácuo. Os sons naturais são combinações de sinais, mas um som puro possui uma velocidade de oscilação ou frequência que se mede em HERTZ (Hz) e uma amplitude ou energia que se mede em decibéis (SOM, 2006).

#### 2.1.2 A Onda Sonora e seus Elementos

Pode-se definir a onda sonora como o movimento causado por uma perturbação que se propaga através do som. A onda sonora é definida por três elementos físicos: a frequência, a intensidade e o timbre.

- **Frequência:** é o número de oscilações por segundo do movimento vibratório do som. As ondas sonoras podem se propagar com diversas frequências, porém o ouvido humano é sensibilizado somente quando elas chegam a ele com frequência entre 20 Hz e 20.000 Hz, aproximadamente. Quando a frequência é maior que 20.000 Hz, as ondas são ditas ultra-sônicas, e menor que 20 Hz, infra-sônicas. As ondas infra-sônicas e ultra-sônicas não são audíveis pelo ouvido humano. As ondas infra-sônicas são produzidas, por exemplo, por um abalo sísmico. Os ultra-sons podem ser ouvidos por certos animais como, por exemplo, o morcego e o cão.

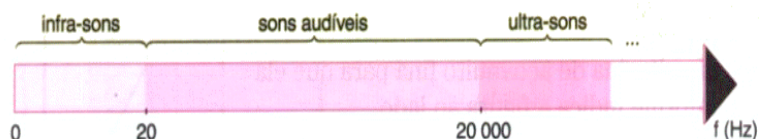


Figura 1: Faixas de som  
Fonte: Produção do som (2001).

- **Intensidade:** Segundo Fritsch (2006, p. 18), a intensidade do som diz respeito à amplitude da onda sonora, que caracteriza a variação de pressão do meio em que se verifica a sua propagação. A intensidade do som é medida por meio da potência sonora, propagada por unidade de superfície, a qual recebe o nome de intensidade energética. A intensidade sonora é medida em decibéis (dB).

O quadro 1 apresenta os valores em dB(A) de alguns tipos de sons.

Quadro 1  
Níveis de pressão sonora de alguns sons

<i>Nível dB</i>	<i>Som característico</i>
0-10	Limite da audibilidade
20-30	Dentro de casa à madrugada em bairro tranqüilo
30-40	Sussurro a 1,5 metros
40-50	Sons normais dentro de uma residência
50-60	conversa normal entre duas pessoas
70-80	Nível ótimo de conversação para máxima inteligibilidade
<b>80 a 110 - nocivo aos ouvidos se exposto por longos períodos</b>	
80-85	Dentro de um carro esporte a 80Km/h
80-90	Perfuratriz pneumática a 15m
90-100	Ruídos dentro de uma indústria
100-110	Fones de ouvido em volume máx.
<b>&gt;110 - Dano auditivo permanente</b>	
110-120	Show de rock em locais fechados
<b>Limiar do desconforto</b>	
120-130	Decolagem de avião a jato a 50m
<b>Limiar da dor auditiva</b>	
130-140	Sirene antiaérea a 30m
...	Continua até ~190 = limite

Fonte: Gonçalo Jr. (2006).

- **Timbre:** “O timbre se relaciona diretamente com a composição harmônica da onda sonora, isto é, sua forma, e nos permite identificar a procedência do som, seja emitido por uma pessoa ou por um instrumento musical.” (FRITSCH, 2006, p. 18).

## 2.2 O OUVIDO HUMANO

Fritsch (2006) esclarece que o ouvido funciona de tal forma que o som é captado com o auxílio da orelha (também conhecida como ouvido externo), penetra pelo canal auditivo e faz vibrar a finíssima membrana do tímpano. Esta transmite as vibrações aos três ossinhos do ouvido médio que, tocando um no outro, adaptam as vibrações para o ouvido interno. Chegando à cóclea ou caracol, as vibrações são separadas em faixas, como as notas musicais, e depois transmitidas ao nervo auditivo através de suas células. Estas transformam as faixas em impulsos nervosos que alcançam áreas bem definidas no cérebro. Só então, pode-se perceber o som. Este processo se dá em uma pequena fração de segundo e permite ao indivíduo escutar variados sons no instante seguinte a que acontecem. A anatomia do ouvido humano pode ser observada na figura 2.

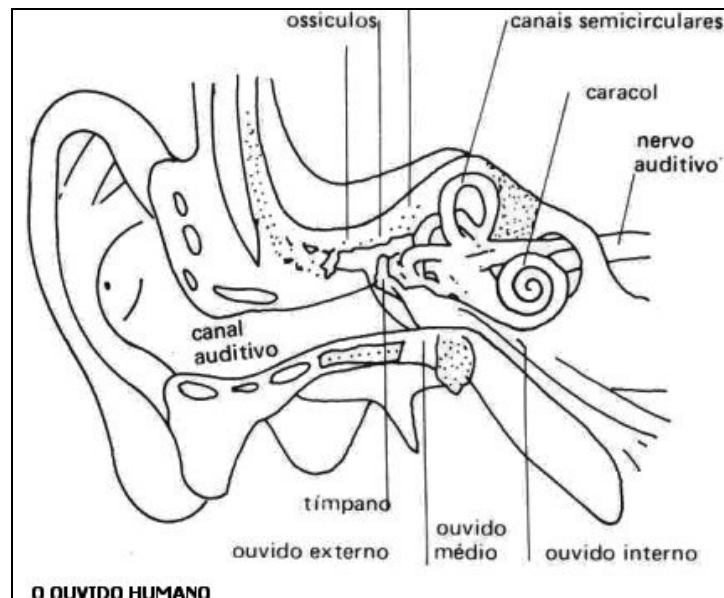


Figura 2: O ouvido humano

Fonte: Rocha Jr. (2000).



## 2.3 O RUÍDO

A palavra “ruído” tem sua origem do latim *rugitus*, que significa rugido, também podendo ser definido como um som desagradável ou indesejável para o ser humano. Do ponto de vista físico, ruído é a “mistura de sons cujas frequências não seguem nenhuma lei precisa, e que diferem entre si por valores imperceptíveis ao ouvido humano.” (ABNT, 1992 apud FRITSCH, 2006, p. 11).

“O som e ruído não são sinônimos. Um ruído é apenas um tipo de som, mas um som não é necessariamente um ruído.” (GERGES, 2000, p. 41).

### 2.3.1 O Ruído e a Perda de Audição

Estudos realizados por Gerges (2000) demonstram que 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. Geralmente, 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. Esta é a chamada Mudança Temporária do Limiar de Audição (MTLA). Se a exposição ao ruído é repetida antes da completa recuperação, a perda temporária da audição pode tornar-se permanente, não somente na faixa de frequências 4 a 6 Khz, mas também abaixo e acima desta faixa. As células nervosas no ouvido interno são danificadas, portanto o processo da perda de audição é irreversível.

Segundo o autor supracitado, “pessoas expostas a altos níveis de ruído por um longo tempo, danificam as células da cóclea” (2000, p. 46).

### 2.3.2 Tipos de Ruídos

As normas brasileiras que tratam do assunto levam em consideração três tipos de ruídos:

- **Ruídos contínuos:** São ruídos com flutuações de nível de pressão acústica tão pequenas que podem ser desconsiderados dentro do período de observação (Figura 3). São ruídos característicos de motores elétricos, compressores, ventiladores, chuva etc. (NBR 7.731).



Figura 3: Ruído do tipo contínuo.  
Fonte: Fernandes (2002, p. 69).

- **Ruídos flutuantes:** São aqueles cujo nível de pressão acústica varia continuamente e num grau apreciável durante um período de observação (Figura 4). São causadores deste tipo de ruído os trabalhos manuais, como soldagem, esmerilhamento de peças, trânsito de veículos, afiação de ferramentas etc. São os ruídos mais comuns no dia-a-dia das pessoas (NBR 7.731).



Figura 4: Ruído do tipo flutuante.  
Fonte: Fernandes (2002, p. 69).

- **Ruídos impulsivos ou de impacto:** São aqueles que consistem em uma ou mais explosões acústicas, tendo cada uma duração menor que um segundo (Figura 5). São ruídos provenientes de explosões e impactos, sendo comuns em rebidadeiras, prensas excêntricas, guilhotinas, britadeiras etc. (NBR 7.731).

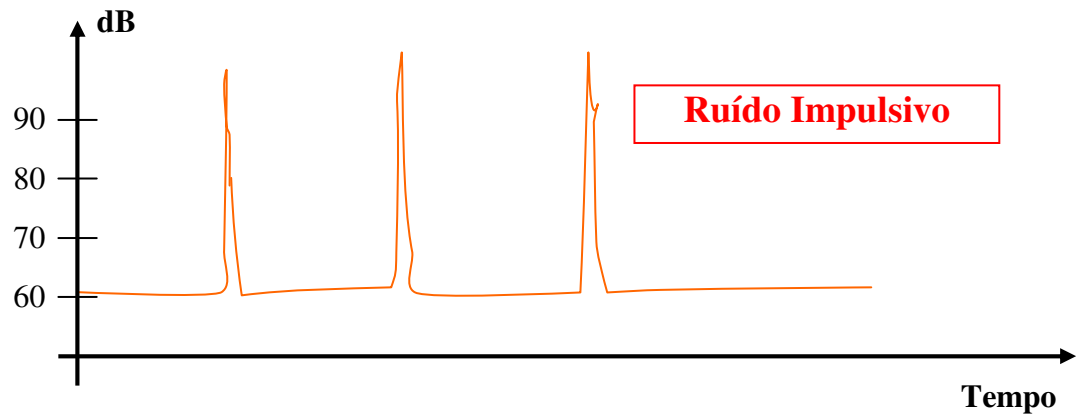


Figura 5: Ruído do tipo impacto  
 Fonte: Fernandes (2002, p. 69).

- **Ruídos de fundo:** São considerados os ruídos do ambiente, que não fazem parte dos sons produzidos pelo equipamento. Para avaliar a situação sugere-se medir o nível de ruído com a máquina em funcionamento e, em seguida, com ela desligada. No primeiro caso está se medindo o ruído total (ruído da máquina + ruído de fundo), e no segundo caso apenas o ruído de fundo. Se a diferença for menor que 3 dB, trata-se de um ruído de fundo bastante intenso, que deve ser levado em consideração nas medições. Para determinar o nível de ruído gerado apenas pela fonte, mede-se o nível de ruído total ( $L_S$ ) com a máquina funcionando e, em seguida, o nível do ruído de fundo ( $L_n$ ), subtraindo-se em seguida ( $L_S - L_n$ ). A Tabela 1 informa o valor, em dB, que deve ser subtraído de  $L_S$  para obtenção do nível de ruído emitido pela máquina (FERNANDES, 2002).

Tabela 1  
Medição com ruído de fundo [dB]

Diferença entre os dois níveis de ruído [ $L_s - L_n$ ]	Valor a ser subtraído do nível $L_s$
1	6,7
2	4,4
3	3,0
4	2,2
5	1,7
6	1,4
7	1,0
8	0,8
9	0,7
10	0,6

Fonte: Fernandes (2002, p. 73).

### 2.3.3 Controle dos Ruídos

De acordo com o estudo realizado por Fernandes (2002), controle do ruído pode ser definido como medidas utilizadas para minimizar o seu efeito sobre as pessoas, não significando “supressão da causa”, mas sim a manipulação do efeito.

É importante lembrar que não existem soluções mágicas que possam solucionar um problema de excesso de barulho. Entretanto, é importante observar alguns dados de ordem geral para se ter uma idéia mais exata sobre a questão, ou seja, é importante considerar alguns aspectos como por exemplo: avaliação da exposição individual; características do campo acústico; tipo de ruído; tipo de exposição; características do local; ruído de fundo.

Quanto ao controle do ruído, Fernandes (2002) afirma que ele pode ser executado a partir da adoção das seguintes medidas: controle do ruído na fonte; controle do ruído no meio de propagação; controle do ruído no receptor.

Wentz (2006, p. 20) destaca que “Para evitar danos à saúde pública, objetivando o conforto e o bem-estar da população, bem como para evitar o excesso de ruído característico das atividades, governos de vários países têm estabelecido normas para controlar o nível de ruído exagerado em diversos ambientes.”

Costa (2003 apud WENTZ, 2006) complementa afirmando que os critérios adotados são amplos e se direcionam ao estabelecimento de limites do nível de pressão acústica, considerando como de conforto, ou mesmo aceitável para a finalidade a que se destinam, de acordo com o horário e tempo de duração, a fim de evitar danos à saúde humana.

### 2.3.4 Legislação e Normalização

Várias leis e normas nos orientam quanto aos níveis aceitáveis de ruído em diversos ambientes. As normas mais usadas são os índices de poluição sonora, aceitáveis e estabelecidos pela norma da ABNT (NBR 10151). Conforme as zonas, os níveis de decibéis nos períodos diurno e noturno são os seguintes:

Quadro 2  
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, NBR 10151 (2000, p. 3).

As condições de conforto acústico estão expressas na NBR 10152: Níveis de Ruído para Conforto Acústico. O Quadro 3 mostra os valores estabelecidos por essa Norma.

Quadro 3  
Valores dB(A) e NC

Locais	dB(A)	NC
<b>Hospitais</b>		
Apartamentos, Enfermarias, Berçários, Centros cirúrgicos	35-45	30-40
Laboratórios, Áreas para uso do público	40-50	35-45
Serviços	45-55	40-50
<b>Escolas</b>		
Bibliotecas, Salas de música, Salas de desenho	35-45	30-40
Salas de aula, Laboratórios	40-50	35-45
Circulação	45-55	40-50
<b>Hotéis</b>		
Apartamentos	35-45	30-40
Restaurantes, Salas de Estar	40-50	35-45
Portaria, Recepção, Circulação	45-55	40-50
<b>Residências</b>		
Dormitórios	35-45	30-40
Salas de estar	40-50	35-45
<b>Auditórios</b>		
Salas de concertos, Teatros	30-40	25-30
Salas de conferências, Cinemas, Salas de uso múltiplo	35-45	30-35
<b>Restaurantes</b>	40-50	35-45
<b>Escritórios</b>		
Salas de reunião	30-40	25-35
Salas de gerência, Salas de projetos e de administração	35-45	30-40
Salas de computadores	45-65	40-60
Salas de mecanografia	50-60	45-55
<b>Igrejas e Templos (Cultos meditativos)</b>	40-50	35-45
<b>Locais para esporte</b>		
Pavilhões fechados para espetáculos e atividades esportivas	45-60	40-55

Fonte: ABNT, NBR 10152 (1987, p. 2).

## 2.4 CONFORTO ACÚSTICO EM ÁREAS URBANAS

De acordo com Fernandes (2002), trabalhos científicos relacionados com o ruído ambiental demonstram que uma pessoa só consegue relaxar totalmente durante o sono em níveis de ruído abaixo de 39 dB(A). A Organização Mundial de Saúde, porém, estabelece 55 dB(A) como nível médio de ruído diário para uma pessoa viver bem. Portanto, os ambientes localizados onde o ruído esteja acima dos níveis recomendados necessitam de um isolamento acústico.

O autor supracitado ainda prossegue afirmando que acima de 75 dB(A) começa a acontecer o desconforto acústico, ou seja, para qualquer situação ou atividade, o ruído passa a ser um agente de desconforto. Nessas condições há uma perda da inteligibilidade da linguagem, a comunicação fica prejudicada, passando a ocorrer distrações, irritabilidade e diminuição da produtividade no trabalho. Acima de 80 dB(A) as pessoas mais sensíveis podem sofrer perda de audição, o que se generaliza para níveis acima de 85 dB(A).

Nos últimos anos, porém, a sociedade começou a tomar consciência do problema do ruído como um mal social. Esta conscientização vem da necessidade primária do conforto que os seres humanos necessitam para a sua saúde e bem-estar.

A necessidade de um entendimento maior de como os ruídos estão contribuindo para a deterioração do nível de vida das pessoas e do meio ambiente urbano é uma questão que deveria ser levada mais a sério pelos órgãos competentes ligados ao assunto.

Segundo Oliveira et al. (2003 apud FRITSCH, 2006, p. 11), “o barulho excessivo degrada seriamente a qualidade do meio ambiente e é um dos problemas ambientais mais freqüentes nas grandes cidades, sendo responsável por uma grande percentagem de reclamações que chegam aos órgãos municipais de controle ambiental.”

### 3 MÉTODOS E MATERIAIS UTILIZADOS

#### 3.1 INSTRUMENTOS DE PESQUISA

A coleta de dados referente ao nível de pressão sonora foi realizada por um decibelímetro, marca Minipa MSL-1351C com LCD de 4 dígitos, de acordo com a norma IEC651 Tipo II, com registro de máximo e mínimo, resposta rápida (FAST, quando a fonte do som consiste em uma explosão curta ou somente um pico de som) e lenta (SLOW, quando for medir níveis de som médios), microfone de eletreto de 1/2", faixa dinâmica de 50dB, precisão de +/-1.5dB (94dB/1kHz), ponderação A (para nível de ruído geral normal) e C (para nível de ruído de um material acústico) em frequência e faixa de medida de 30dB a 130dB em três escalas Lo (30 a 80 dB(A)), Méd (50 a 100 dB(A)) e Hi (80 a 130 dB(A)).



Figura 6: Decibelímetro utilizado nas medições.



A medição de temperatura e umidade foi feita com um termohigrômetro, marca Lutron-HT 3003.



Figura 7: Termohigrômetro utilizado nas medições.

Também foi utilizada máquina fotográfica digital, marca Mirage - 3 megapixels, para registrar os locais do estudo.

### 3.2 NORMAS PARA COLETA DE DADOS

O ruído avaliado foi o flutuante, cujo nível de pressão varia continuamente num grau apreciável durante o período de observação. No Brasil, as normas mais utilizadas para a avaliação dos níveis de ruído são basicamente as NBR 10151 e NBR 10152. A NBR 10151 tem como objetivo fazer uma avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade, e a NBR 10152 fixa os níveis de ruído compatíveis com o conforto acústico em ambientes diversos.

Para a coleta de dados foi obedecida a norma da ABNT (NBR 10151). Esta norma determina que o medidor de nível de pressão sonora ou o sistema de medição deve atender às especificações da IEC 60651 para tipo 0, tipo 1 ou tipo 2. Recomenda-se que o equipamento possua recursos para medição de nível de pressão sonora equivalente ponderado em “A” (LAeq), conforme a IEC 60804. O equipamento deve ser devidamente calibrado com um calibrador acústico padrão que atenda às especificações da IEC 60942, devendo ser classe 2 ou melhor. No caso de o medidor não possuir em seu integrador interno o cálculo instantâneo do LAeq, deve-se utilizar um método alternativo de cálculo, descrito a seguir:

$$L_{Aeq} = 10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}}$$

onde:

- $L_i$  é o nível de pressão sonora, em dB(A), lido em resposta rápida (*fast*) a cada 5 segundos, durante pelo menos cinco minutos;
- $n$  é o número total de leituras

Como o medidor de pressão sonora disponível não possui medição do nível de pressão sonora equivalente  $L_{Aeq}$ , foi utilizado o modo alternativo para cálculo do  $L_{Aeq}$  descrito acima. As medições no exterior das edificações foram efetuadas em pontos afastados aproximadamente 1,2 metros do piso e pelo menos a 2 metros de superfícies refletoras. (NBR 10151).

### 3.3 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

O município de Entre-Ijuís está localizado na região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul e pertence à Mesorregião Noroeste Rio-Grandense e à Microrregião Santo Ângelo. O município tem este nome por estar localizado entre os rios Ijuí, ou seja, o Ijuí Grande, ao Norte; o Ijuizinho, ao Oeste; o rio Chuni, ao Sul; e, novamente, o rio Ijuí Grande à Leste. Tem uma população estimada de 9.515 habitantes e uma área territorial de 553 km<sup>2</sup>. A principal economia do município é a agricultura e a pecuária (IBGE, 2006).

A Rua Integração (RS 344) corta a cidade de Entre-Ijuís, possui aproximadamente 2,5 km de extensão e 12 m de largura. Neste trecho há quatro lombadas eletrônicas, duas em cada pista, sendo 50-60 km a velocidade máxima permitida. A ocupação é basicamente residências e estabelecimentos comerciais.

### 3.4 COLETA DE DADOS

As medições dos níveis de ruído flutuante foram realizadas em três pontos ao longo da Rua Integração, na cidade de Entre-Ijuís - RS, conforme a figura 8:





Figura 9: Vista aérea da cidade de Entre-Ijuís, RS.

As medições foram efetuadas por duas pessoas simultaneamente durante três dias em cada ponto. O horário das medições foi às 9:00, 12:00, 15:00 e 18:00 horas. Os dias das medições foram no início da semana (segunda-feira), no meio da semana (quarta-feira) e no fim de semana (domingo). O tempo das avaliações foi de 5 minutos em cada local.

No mesmo momento das medições foi feita a coleta de dados de temperatura e umidade. A contagem de veículos passantes no momento da coleta de dados foi feita visualmente e anotada em uma planilha (Anexo II) composta de uma classificação (veículos leves, pesados e motocicletas).

Foi aplicado um questionário estruturado as pessoas disponíveis aos arredores dos pontos de coleta de dados, contendo perguntas referentes à insatisfação do ruído originado na via pública.

O questionário (Anexo I) foi elaborado com 11 questões, dentre as quais algumas se caracterizam como perguntas abertas, dando a possibilidade dos respondentes expressarem livremente sua opinião. Foi entrevistado 15 pessoas em cada ponto de coleta de dados, totalizando 45 entrevistas.

### 3.4.1 Caracterização dos Pontos de Coleta de Dados

#### Ponto 1

- Localizado na saída da cidade, no sentido Entre-Ijuís – Santo Ângelo.
- O trânsito principal caracteriza-se pelos veículos que passam de viagem pela rua.
- Aos arredores do ponto existem estabelecimentos comerciais e residências.
- Distante 30 m da lombada eletrônica.
- A velocidade máxima permitida é 50 km/h.



Figura 10: Vista do ponto 1, sentido oeste-leste.

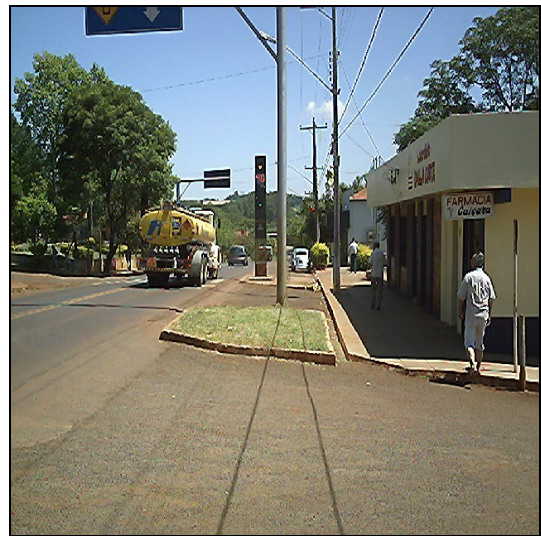


Figura 11: Vista do ponto 1, sentido sul-norte.

#### Ponto 2

- Localizado na zona central da Rua Integração.
- O trânsito principal caracteriza-se pelos veículos da própria cidade e veículos que passam em viagem pela Rua Integração.
- Aos arredores do ponto existem estabelecimentos comerciais e residências.
- Distante 10 m da lombada eletrônica.
- A velocidade máxima permitida é 50 km/h.

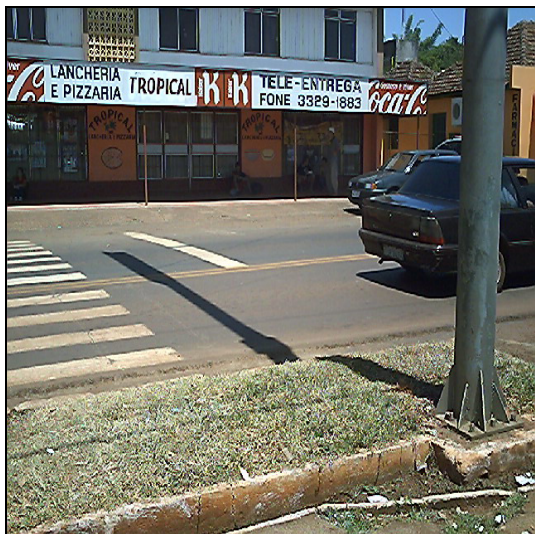


Figura 12: Vista do ponto 2, sentido leste-oeste.



Figura 13: Vista do ponto 2, sentido oeste-leste.

### Ponto 3

- Localizado na saída da cidade, no sentido Entre-Ijuís – Ijuí.
- O trânsito principal caracteriza-se pelos veículos que passam em viagem pela Rua Integração.
- Aos arredores do ponto existem residências.
- Local em que os veículos transitam com maior velocidade.
- A velocidade máxima permitida é 60 km/h.



Figura 14: Vista do ponto 3, sentido leste-oeste.

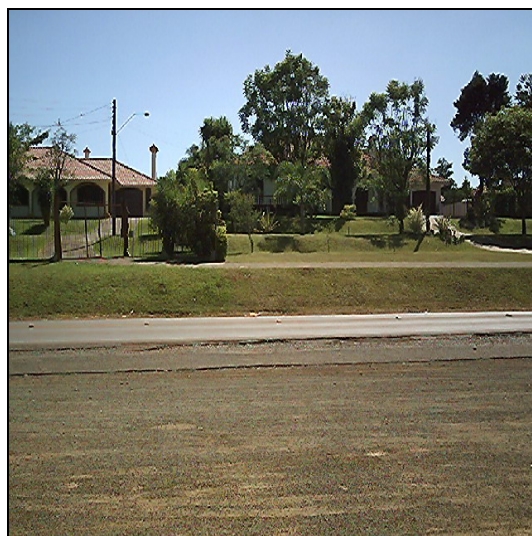


Figura 15: Vista do ponto 3, sentido oeste-leste.

## 4 RESULTADOS E ANÁLISES

Este capítulo apresenta a análise e os resultados dos dados referentes ao nível de pressão sonora equivalente – **L<sub>aeq</sub>** em dB(A) –, a que estão expostos os moradores e os usuários da Rua Integração nos locais investigados, a avaliação do questionário aplicado aos moradores e as soluções propostas a partir do estudo.

### 4.1 NÍVEL DE PRESSÃO SONORA EQUIVALENTE (**L<sub>aeq</sub>**) DOS LOCAIS INVESTIGADOS

Tendo como referência a norma **NBR 10151**, os valores aceitáveis do **L<sub>aeq</sub>** para os locais investigados (ruído externo diurno) são de **55 e 60 dB(A)**. O valor de **55 dB(A)** é para área mista, predominantemente residencial, e **60 dB(A)** é para área mista, com vocação comercial e administrativa.

As medições do nível **L<sub>aeq</sub>** em dB(A) dos pontos investigados e o número de veículos passantes encontram-se nos quadros 4, 5 e 6.

Quadro 4  
Nível de pressão sonora equivalente do **Ponto 1**

Ponto 1		Condições climáticas	Temperatura *	UR *	Nível LAeq	Veículos Passantes			
Dia	Hora	(aberto, nublado)	(°C)	(%)	(externo)	Leves	Pesados	Moto-cicletas	Total
<b>10/12/06</b> <b>Domingo</b>	9:00	aberto	28,7	48,7	<b>72,50</b>	34	7	11	52
	12:00	aberto	33	19,1	<b>77,02</b>	12	6	0	18
	15:00	aberto	36,2	16	<b>76,41</b>	23	3	6	32
	18:00	aberto	32,7	24,1	<b>80,56</b>	28	12	8	48
					Média				Total
					<b>76,62</b>				150
<b>11/12/06</b> <b>Segunda-feira</b>	9:00	aberto	28,1	51,9	<b>82,07</b>	19	17	4	40
	12:00	aberto	29,4	49,2	<b>80,30</b>	26	15	9	50
	15:00	aberto	36,1	14,4	<b>82,53</b>	33	24	6	63
	18:00	aberto	34,9	21,2	<b>82,84</b>	21	18	9	48
					Média				Total
					<b>81,93</b>				201
<b>13/12/06</b> <b>Quarta-feira</b>	9:00	nublado	26,5	51,2	<b>86,90</b>	23	22	6	51
	12:00	aberto	28	50,2	<b>82,73</b>	30	14	9	53
	15:00	aberto	33,4	43,2	<b>83,69</b>	22	17	0	39
	18:00	aberto	31,2	45,2	<b>84,72</b>	26	17	5	48
					Média				Total
					<b>84,51</b>				191

(\* ) As leituras do termohigrômetro tiveram variações devido ao manuseio do aparelho.

No **ponto 1**, os menores níveis de LAeq foram aferidos no dia 10/12/06 (**domingo**), com média de **76,62** dB(A) e total de 150 veículos passantes. Os maiores níveis de LAeq foram aferidos no dia 13/12/06 (**quarta-feira**), com média de **84,51** dB(A) e 191 veículos passantes.

Conforme a NBR 10151, este ponto, caracterizado como área mista (residencial, comercial e administrativa), possui valores aceitáveis (ruído externo diurno) entre **55 e 60** dB(A). Contata-se que neste ponto os valores aferidos estão **acima** do permitido pela norma.



Quadro 5  
Nível de pressão sonora equivalente do **Ponto 2**

Ponto 2		Condições climáticas	Temperatura *	UR *	Nível LAeq	Veículos Passantes					
Dia	Hora **	(aberto, nublado)	(C°)	(%)	(externo)	Leves	Pesados	Moto-cicletas	Total		
<b>10/12/06</b> <b>Domingo</b>	9:00	aberto	30,2	51,8	<b>80,62</b>	29	6	6	41		
	12:00	aberto	34,2	19,3	<b>76,66</b>	14	2	0	16		
	15:00	aberto	36,8	14,1	<b>76,07</b>	24	5	3	32		
	18:00	aberto	32	22,4	<b>80,67</b>	32	10	4	46		
					Méd ia	<b>78,50</b>				Tot al	135
<b>11/12/06</b> <b>Segunda- feira</b>	9:00	aberto	27	52	<b>86,25</b>	33	22	5	60		
	12:00	aberto	38	31,1	<b>81,19</b>	34	29	5	68		
	15:00	aberto	33,2	18,1	<b>82,11</b>	16	18	6	40		
	18:00	aberto	34,6	16	<b>84,08</b>	26	16	5	47		
					Méd ia	<b>83,40</b>				Tot al	215
<b>13/12/06</b> <b>Quarta- feira</b>	9:00	nublado	25,4	50	<b>91,11</b>	41	23	6	70		
	12:00	aberto	27,7	49,1	<b>86,35</b>	33	23	16	72		
	15:00	aberto	30,1	43	<b>76,93</b>	16	17	5	38		
	18:00	aberto	31	46,1	<b>82,21</b>	29	28	6	63		
					Méd ia	<b>84,15</b>				Tot al	243

(\* ) As leituras do termohigrômetro tiveram variações devido ao manuseio do aparelho.

(\*\* ) Há diferença de horário (10 minutos, em relação ao ponto 1) pelo deslocamento de um ponto ao outro.

No **ponto 2**, os menores níveis de LAeq foram aferidos no dia 10/12/06 (**domingo**), com a média de **78,50** dB(A) e total de 135 veículos passantes. Os maiores níveis de LAeq foram aferidos no dia 13/12/06 (**quarta-feira**), com a média de **84,15** dB(A) e 243 veículos passantes. Da mesma forma como no ponto 1, este também se caracteriza como área mista (residencial, comercial e administrativa). Conforme a NBR 10151, os valores aceitáveis (ruído externo diurno) ficam entre **55 e 60** dB(A), constatando-se que neste local os valores aferidos estão **acima** do permitido pela norma.

Quadro 6  
Nível de pressão sonora equivalente do **Ponto 3**

Ponto 3		Condições climáticas	Temperatura *	UR *	Nível LAeq	Veículos Passantes				
Dia	Hora **	(aberto, nublado)	(C°)	(%)	(externo)	Leves	Pesados	Moto-cicletas	Total	
<b>10/12/06</b> <b>Domingo</b>	9:00	aberto	29,7	54,5	<b>78,62</b>	18	2	0	20	
	12:00	aberto	33,5	19,2	<b>75,98</b>	21	6	3	30	
	15:00	aberto	34	19	<b>77,58</b>	9	8	4	21	
	18:00	aberto	31,8	19,4	<b>80,82</b>	34	10	3	47	
				M é d i a	<b>78,25</b>				T o t a l	118
<b>11/12/06</b> <b>Segunda-feira</b>	9:00	aberto	24,5	68,5	<b>88,76</b>	19	17	4	40	
	12:00	aberto	32,3	36	<b>79,10</b>	16	7	2	25	
	15:00	aberto	31,2	25,2	<b>83,60</b>	20	17	2	39	
	18:00	aberto	33	18	<b>79,66</b>	13	17	1	31	
				M é d i a	<b>82,78</b>				T o t a l	135
<b>13/12/06</b> <b>Quarta-feira</b>	9:00	nublado	25	52,1	<b>82,39</b>	23	22	6	51	
	12:00	aberto	29	49	<b>83,73</b>	13	18	8	39	
	15:00	aberto	33	43	<b>85,81</b>	18	19	4	41	
	18:00	aberto	30,8	46,5	<b>79,85</b>	22	19	1	42	
				M é d i a	<b>82,94</b>				T o t a l	173

(\* ) As leituras do termohigrômetro tiveram variações devido ao manuseio do aparelho.

(\*\* ) Há diferença de horário (20 minutos em relação ao ponto 1) pelo deslocamento de um ponto ao outro.

No **ponto 3**, os menores níveis de LAeq foram aferidos no dia 10/12/06 (**domingo**), com a média de **78,25** dB(A) e total de 118 veículos passantes. Os maiores níveis de LAeq foram aferidos no dia 13/12/06 (**quarta-feira**), com a média de **82,94** dB(A) e 173 veículos passantes.

O local caracteriza-se como área mista, predominantemente residencial. Conforme a NBR 10151, os valores aceitáveis (ruído externo diurno) são de **55 dB(A)**.

Também se constata que neste ponto os valores aferidos estão **acima** do permitido pela norma (NBR 10151). As medições de temperatura e umidade não influenciaram nos resultados, pois em quase todas as medições as condições climáticas eram de céu aberto.

Analisando os resultados dos Quadros **4, 5 e 6** constata-se que as **menores** aferições foram as do dia 10/12/06 (**domingo**), nos **três** pontos, sendo que neste dia há um **menor** número de veículos passantes, principalmente os do tipo **pesado**.

Os maiores valores das aferições foram constatados no dia 13/12/06 (**quarta-feira**), também nos **três** pontos, sendo que neste dia há um **maior** número de veículos passantes, predominando os do tipo **pesado**.

Contudo, verifica-se que as avaliações realizadas nos pontos **1, 2 e 3** em sua totalidade mostram que os níveis de ruído **LAeq** a que estão submetidos os moradores e usuários da Rua Integração estão **acima** dos níveis recomendados pela norma NBR 10151, demonstrando claramente que o **trânsito** é o principal causador dos ruídos.

#### 4.2 AVALIAÇÃO DO QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ENTREVISTADOS

Os resultados dos questionários receberam um tratamento estatístico e encontram-se nas tabelas e gráficos que seguem.

Tabela 2  
Distribuição dos respondentes por gênero – Entre-Ijuís/2007

	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>% válido</b>
Masculino	28	62,2	62,2
Feminino	17	37,8	37,8
Total	45	100,0	100,0

Tabela 3

Distribuição dos respondentes por faixa etária – Entre-Ijuís/2007

	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>% válido</b>	<b>% acum.</b>
10 a 20 anos	7	15,6	15,6	15,6
20 a 30 anos	12	26,7	26,7	42,2
30 a 40 anos	10	22,2	22,2	64,4
40 a 50 anos	5	11,1	11,1	75,6
50 a 60 anos	8	17,8	17,8	93,3
Mais de 60 anos	3	6,7	6,7	100,0
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

Tabela 4

Distribuição dos respondentes segundo moradia no município – Entre-Ijuís/2007

	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>% válido</b>
Sim	39	86,7	86,7
Não	6	13,3	13,3
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Tabela 5

Distribuição dos respondentes por tempo de moradia no município Entre-Ijuís/2007

	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>% válido</b>	<b>% acum.</b>
Menos de 1 ano	4	8,9	10,3	10,3
De 1 a 5 anos	10	22,2	25,6	35,9
Mais de 5 anos	25	55,6	64,1	100,0
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>86,7</b>	<b>100,0</b>	
Não mora no município	6	13,3		
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>100,0</b>		

Tabela 6

Distribuição dos respondentes de acordo com sua relação de uso com a rua Entre-Ijuís/2007

	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>% válido</b>
Transeunte	19	42,2	42,2
Trabalho	14	31,1	31,1
Reside	12	26,7	26,7
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Pelas tabelas 2, 3, 4, 5 e 6 pode-se constatar que a maioria dos respondentes pertence ao sexo masculino, são pessoas com idade entre 20 e 40 anos, a maioria reside na cidade de Entre-Ijuís, o tempo de residência na cidade é de mais de 5 anos e são pessoas que necessariamente precisam transitar pela Rua Integração para chegar ao seu destino.

Tabela 7  
Distribuição dos respondentes de acordo com a percepção em relação ao ruído da rua Entre-Ijuís/2007

	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>% válido</b>	<b>% acum.</b>
Pouco intenso	12	26,7	28,6	28,6
Intenso	14	31,1	33,3	61,9
Muito intenso	16	35,6	38,1	100,0
Total	42	93,3	100,0	
Sem resposta	3	6,7		
Total	45	100,0		

Verifica-se que o ruído da Rua Integração não passa despercebido dos usuários da mesma, pois um maior número de respondentes (66,7%) relatou ser intenso e muito intenso o ruído do local.

Tabela 8  
Distribuição dos respondentes de acordo com o ruído da rua ser incômodo Entre-Ijuís/2007

	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>% válido</b>
Sim	20	44,4	47,6
Não	16	35,6	38,1
Às vezes	6	13,3	14,3
Total	42	93,3	100,0
Sem resposta	3	6,7	
Total	45	100,0	

Dos 45 respondentes, a maioria (44,4%) relatou ser incômodo o ruído provocado pela rua.

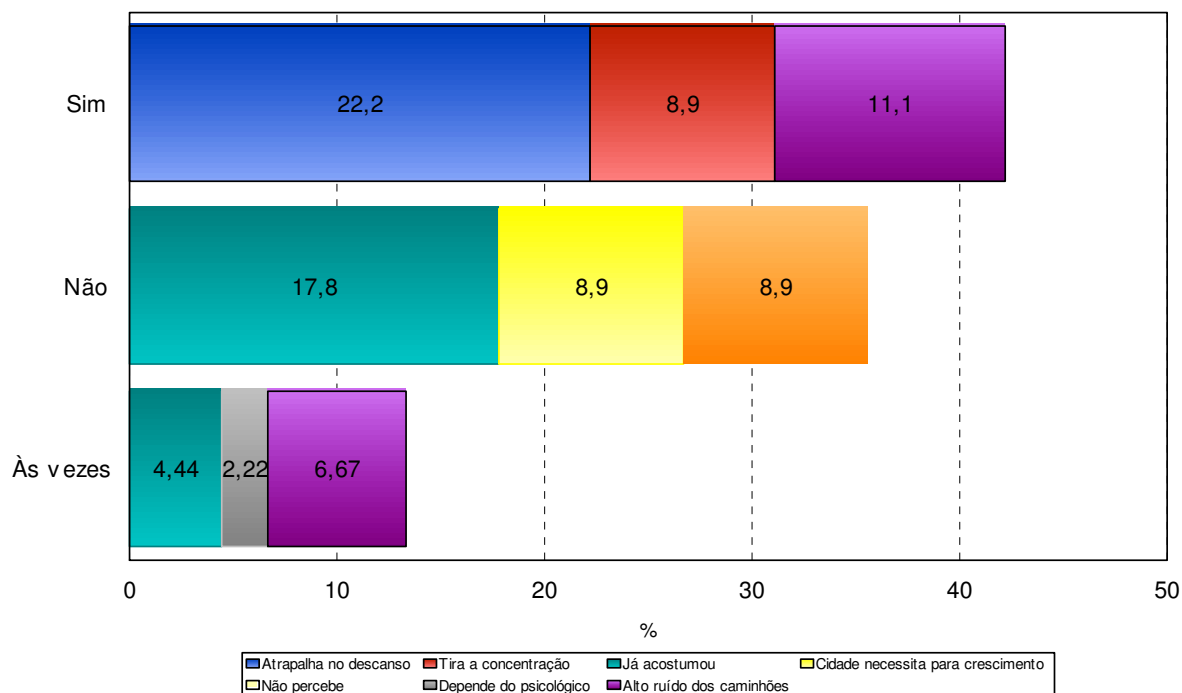


Gráfico 1: Distribuição dos respondentes quanto à justificativa pelo incômodo provocado pelo ruído da rua – Entre-Ijuís/2007

No Gráfico 1, referente à Tabela 8, predomina a resposta “sim” com (44,4%), sendo as justificativas com maior porcentagem, 22,2% referente à impossibilidade de descanso, seguida de 11,1% referente ao incômodo com o alto ruído dos caminhões e apenas 8,9% dizem ser a falta de concentração o fator que mais lhes incomoda.

Tabela 9  
Distribuição dos respondentes de acordo com os ruídos da rua que mais causam incômodo – Entre-Ijuís/2007

	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>% válido</b>
Trânsito	30	66,7	93,8
Outra atividade	2	4,4	6,3
Total	32	71,1	100,0
Sem resposta	13	28,9	
Total	45	100,0	

A Tabela 9 mostra que os ruídos causados pelo trânsito (66,7%) lideram dentre as respostas.

Tabela 10  
Distribuição dos respondentes de acordo com o período do dia em que os ruídos causam mais incômodo – Entre-Ijuís/2007

	n	%	% válido
Manhã	15	33,3	48,4
Tarde	10	22,2	32,3
Noite	6	13,3	19,4
Total	31	68,9	100,0
Sem resposta	14	31,1	
Total	45	100,0	

Pela Tabela 10 observa-se que o período da manhã é referenciado como sendo aquele em que o incômodo do ruído é mais intenso, decaindo à tarde e à noite.

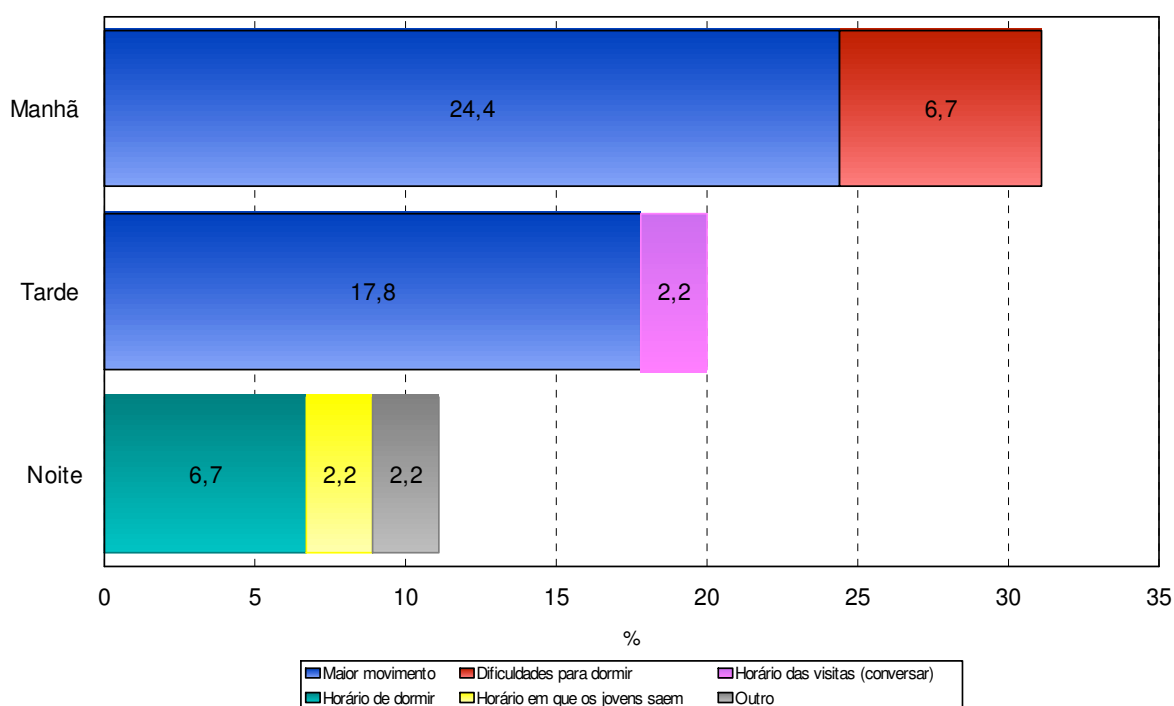


Gráfico 2: Distribuição dos respondentes segundo a justificativa pelo período do dia em que se sente mais incomodado com o ruído – Entre-Ijuís/2007

No Gráfico 2, referente à Tabela 10, observa-se que a maioria dos respondentes (33,3%) diz ser o período da manhã em que os ruídos causam maior incômodo. A principal justificativa foi o maior movimento (fluxo de veículos), com 24,4% e a dificuldade para dormir (6,7%) neste turno do dia.

Tabela 11  
Distribuição dos respondentes de acordo com o dia da semana em que os ruídos causam mais incômodo – Entre-Ijuís/2007

	n	%	% válido	% acum.
Domingo	1	2,2	3,3	3,3
Segunda-feira	15	33,3	50,0	53,3
Quarta-feira	3	6,7	10,0	63,3
Sexta-feira	8	17,8	26,7	90,0
Sábado	3	6,7	10,0	100,0
Total	30	66,7	100,0	
Sem resposta	15	33,3		
Total	45	100,0		

De acordo com os respondentes, 33,3% afirmam ser os dias que compõem o início da semana (segunda-feira), enquanto 17,8% afirmam ser próximo ao final da semana (sexta-feira), dias em que há maior percepção de ruídos.

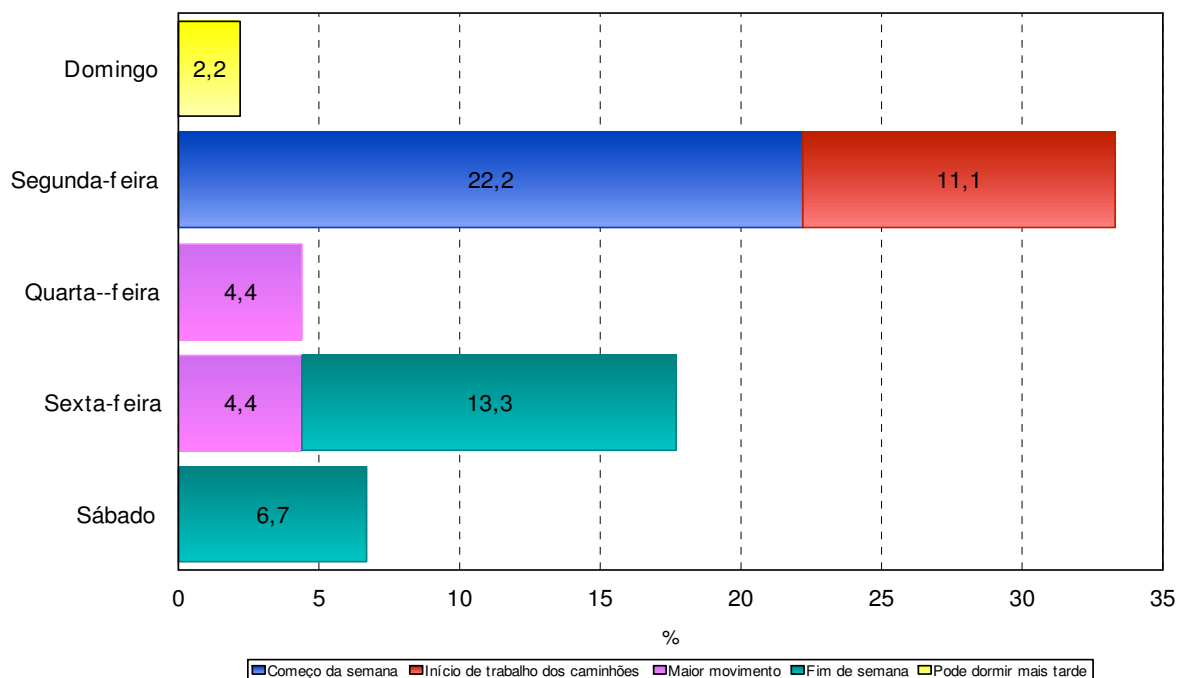


Gráfico 3: Distribuição dos respondentes segundo a justificativa pelo dia da semana em que se sente mais incomodado com o ruído – Entre-Ijuís/2007.



No Gráfico 3, referente à Tabela 11, observa-se que a maioria dos respondentes respondeu que o dia da semana em que os ruídos causam maior incômodo é na segunda-feira (33,3%), tendo como principais justificativas o começo da semana (22,2%) e o início de trabalho dos caminhões (11,1%).

Tabela 12  
Distribuição dos respondentes de acordo com os transtornos causados pelos ruídos – Entre-Ijuís/2007

	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>% válido</b>
Insônia	8	17,8	29,6
Dor de cabeça	7	15,6	25,9
Irritabilidade	5	11,1	18,5
Baixa concentração	5	11,1	18,5
Outro	2	4,4	7,4
Total	27	60,0	100,0
Sem resposta	18	40,0	
Total	45	100,0	

Conforme os respondentes, a insônia (17,8%) lidera como transtorno causado pelos ruídos, seguido de dor de cabeça (15,6%), irritabilidade (11,1%) e baixa concentração (11,1%).

#### 4.3 SOLUÇÕES PROPOSTAS

No Quadro 7 apresenta-se uma avaliação técnica das soluções urbanísticas e de gestão a partir dos resultados da questão 11 do questionário(Que soluções você sugere para minimizar o problema do ruído nesta rua?) aplicado aos moradores e usuários da Rua Integração.

Quadro 7  
Propostas e análises para o problema do ruído urbano da Rua Integração

<b>Urbanística</b>	<b>Avaliação</b>
Fazer um desvio para veículos pesados	Uma boa solução. Planejar uma nova rodovia, somente para veículos pesados, que passe por fora da cidade, mas que use a mesma ponte que vai a Santo Ângelo. Projeto com alto custo inicial, mas do ponto de vista a melhor solução apontada pelos respondentes. Como a cidade teve seu crescimento devido ao fluxo de veículos da Rua Integração, este continuaria, deixando somente de transitar os veículos pesados, que são os maiores emissores de ruído.
Deslocar a rodovia para outro local	Deslocando a rodovia para outro local, a cidade perderia a maioria do trânsito de veículos pela Rua Integração, sendo esta uma das maiores fonte de desenvolvimento da cidade.
Asfalto emborrachado	Os estudos dessa área já comprovam que as variáveis (velocidade, ruído do motor, atrito pneu-pavimento) são as causas dos ruídos provocados por veículos. No caso da Rua Integração por ser um local de baixa velocidade, os ruídos percebidos são dos motores e escapamentos, portanto o atrito pneu-pavimento é menor se comparado a rodovias de maiores velocidades permitidas, onde tecnicamente seria mais viável a utilização do asfalto emborrachado.
Barreiras acústicas laterais à pista	Solução com alto custo inicial, mas o local não é apropriado para a construção do mesmo. A princípio a Rua Integração não possui uma largura suficiente.

<b>Gestão</b>	
Maior controle dos responsáveis pelo trânsito	Neste caso, somente adiantaria para a diminuição de alguns ruídos locais como por exemplo o som alterado dos veículos.
Reduzir a velocidade dos veículos	Como a Rua Integração já possui quatro lombadas eletrônicas, uma maior redução de velocidade não modificaria muito os níveis de ruído.
Proibir o uso de som alterado nos veículos a partir das 22:00 h.	Pouco adiantaria porque o som dos veículos não tem grande significado para o local do estudo.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 5.1 CONCLUSÃO

Com o propósito de investigar se os moradores e usuários da Rua Integração da cidade de Entre-Ijuís-RS estão expostos à poluição sonora, verificou-se que:

- ✓ os usuários e moradores ao longo da Rua Integração da cidade de Entre-Ijuís-RS estão expostos a níveis de ruídos maiores do que os recomendados pela **NBR 10151**: Acústica – avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade;
- ✓ a maioria dos respondentes está insatisfeita com os altos níveis de ruído da Rua Integração;
- ✓ pelos dois estudos realizados, tanto o das medições dos níveis de pressão sonora, equivalente **LAeq**, e do questionário aplicado aos moradores e usuários da Rua Integração, constatou-se que o trânsito, principalmente de veículos pesados, é o maior causador dos ruídos na Rua Integração da cidade de Entre-Ijuís-RS;

Do ponto de vista técnico, constatou-se que a Rua Integração não é um local apropriado para receber uma intervenção física (implementação de barreiras acústicas), por falta de espaço. No que se refere ao deslocamento da rodovia, o custo desta solução é elevado, o que impede sua implementação. Diante das constatações, sugere-se a implementação de soluções de gestão do trânsito local, como por exemplo, uma maior fiscalização, verificando a emissão de ruído dos veículos e os devidos reparos e manutenção dos mesmos quando necessário.

Conclui-se que a poluição sonora ambiental influencia a qualidade de vida das pessoas, portanto não deve ser vista como algo não agressivo. O ruído é um poluente invisível que, contínua e lentamente, vai agredindo os indivíduos, causando-lhes danos tanto auditivos como em todo o organismo e que, muitas vezes, se tornam irreversíveis.

## 5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A seguir relacionam-se as sugestões para trabalhos futuros, uma vez que este estudo não tem a pretensão de esgotar o assunto:

- ✓ fazer medições em horários noturnos, já que o trabalho foi realizado em horários diurnos;
- ✓ realizar medições de ruído no interior das edificações dos locais estudados;
- ✓ fazer as medições com análise de velocidade dos veículos;
- ✓ realizar o mesmo trabalho em outra cidade que também se desenvolveu ao longo de uma rodovia e fazer comparações.
- ✓ realizar um estudo técnico para ver a viabilidade de fazer uma nova rodovia para o trânsito pesado (desvio).

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151**: Acústica – avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – procedimento. São Paulo, 2000.

\_\_\_\_\_. **NBR 10152**: Níveis de ruído para conforto acústico. São Paulo, 1987.

\_\_\_\_\_. **NBR 7.731**: Guia de execução de serviços de medição de ruído aéreo e avaliação dos seus efeitos sobre o homem. São Paulo, 1983.

FERNANDES, João Candido. **Acústica e ruídos**. Bauru: UNESP, 2002 (Apostila). 102 p.

FRITSCH, Rodrigo Carlos. **Avaliação do ruído urbano**: o caso da área central de Passo Fundo - RS. 170 f. Dissertação (Dissertação de Mestrado em Engenharia I). Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, 2006.

GERGES, Samir N. Y. **Ruído urbano**. Disponível em: <[http://www.lari.ufsc.br/publicacoes/cipa\\_jan2001.pdf](http://www.lari.ufsc.br/publicacoes/cipa_jan2001.pdf)>. Acesso em: 29 ago. 2006.

\_\_\_\_\_. **Ruído**: fundamentos e controle. Florianópolis: NR, 2000.

GONÇALO Jr., Ademir. **Decibel**. Disponível em: <[http://www.aerodinamica.net/artigos/apostila\\_cx/apostila3.htm](http://www.aerodinamica.net/artigos/apostila_cx/apostila3.htm)>. Acesso em: 4 set. 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/>>. Acesso em: 15 dez. 2006.

OLIVEIRA, Maria da Piedade Gomes de et al. **Planejamento o meio ambiente acústico urbano**: uma abordagem baseada em SIG. Disponível em: <<http://www.ip.pbh.gov.br/revista0201/ip0201piedade.pdf>>. Acesso em: 8 set. 2006.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ENTRE-IJUÍIS-RS. **Mapa das quadras e logradouros da cidade de Entre-Ijuís**,2005/2006.

PRODUÇÃO do som. 2001 <<http://ww2.unime.it/weblab/awardarchivio/ondulatoria/acustica.htm>>. Acesso em: 28 ago. 2006.

ROCHA Jr., Paulo N. [2000]. Disponível em: [www.corpohumano.hpg.ig.com.br/.../ouvido.html](http://www.corpohumano.hpg.ig.com.br/.../ouvido.html)>. Acesso em: 1 set. 2006.

SOM. **Enciclopédia livre**. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/som>>. Acesso em: 30 ago. 2006.

WENTZ, Marcos. **Avaliação do conforto acústico em edificações residenciais e na via pública do município de Panambi**. 62 f. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí, 2006.

# **ANEXOS**

## ANEXO I

## Questionário aplicado aos usuários e moradores da Rua Integração, Entre-Ijuís, RS



DeTec – DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

“Ruído Urbano: O Caso da Rua Integração na Cidade de Entre-Ijuís, RS”

1. Sexo?

masculino

feminino

2. Qual a sua idade?

10 a 20 anos

30 a 40 anos

50 a 60 anos

20 a 30 anos

40 a 50 anos

mais de 60 anos

3. Mora em Entre-Ijuís?

sim

não

Se a resposta for sim, há quanto tempo?

menos de 1 ano

de 1 a 5 anos

mais de 5 anos

4. Qual a sua relação de uso com a rua?

trabalho

residente

transeunte

outro, qual?.....

5. Qual a sua percepção em relação ao ruído da rua?

pouco intenso

intenso

muito intenso

sem resposta

6. O ruído da rua lhe é incômodo?

sim

não

às vezes

sem resposta

Por quê?.....



7. Quais os ruídos da rua que mais lhe incomodam?  
 trânsito  
 construção civil  
 outra atividade, qual?.....  
 sem resposta
8. Em que período do dia você se sente mais incomodado com o ruído?  
 manhã  
 tarde  
 noite  
 sem resposta  
Por quê?.....
9. Em que dia da semana você se sente mais incomodado com o ruído?  
 segunda-feira    terça-feira    quarta-feira    quinta-feira  
 sexta-feira    sábado    domingo    sem resposta  
Por quê?.....
10. O que o ruído da rua lhe causa?  
 irritabilidade  
 baixa concentração  
 insônia  
 dor de cabeça  
 outro, qual?.....  
 sem resposta
11. Que soluções você sugere para minimizar o problema do ruído nesta rua?  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



**ANEXO III**  
**Método de cálculo do LAeq**

**Fórmula:**

$$L_{Aeq} = 10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}}$$

Cada medição feita do **Li** foi dividida por **10**;

Após, foi aplicado em cada **Li** a exponenciação **10<sup>Li</sup>**;

Foram somadas todas as exponenciações dos **Li** e dividido pelas **61** leituras;

Neste valor encontrado, foi aplicado o **log** e multiplicado por **10**;

Então se tem o valor do **Laeq**.