

## **INCÔMODO PERCEBIDO PELOS USUÁRIOS EM TERMINAIS DE TRANSPORTE COLETIVO URBANO – UM ESTUDO DE CASO**

**F. Rodrigues, C. A. Faria, M. C. Magalhães e M. G. Silva**

### **RESUMO**

Recentemente foram realizadas pesquisas de opinião em nove terminais de transporte coletivo urbano localizados nas cidades de Belo Horizonte-MG e Uberlândia-MG (Brasil) com o intuito de verificar a percepção dos usuários com relação aos níveis de ruído nestes locais. Paralelamente, mediu-se o Nível Sonoro Equivalente ( $L_{eq}$ ). O objetivo deste trabalho foi de correlacionar a percepção dos usuários dos terminais com os níveis de ruído observados. Conforme foi constatado, a resposta do usuário é direta nos terminais que apresentaram maior e menor nível de ruído. Assim, foi possível calibrar um modelo estatístico para prever a porcentagem de usuários incomodados a partir do Nível Sonoro Equivalente obtido nestes ambientes. O modelo apresentou boa significância estatística de acordo com os padrões usuais e é consistente com as hipóteses adotadas. O uso deste modelo permite analisar a evolução futura da percepção do usuário com relação à insalubridade dos terminais de transportes coletivos.

Palavras-chaves: ruído em terminais, modelos de previsão, percepção do usuário.

### **1 INTRODUÇÃO**

O ruído gerado pelo tráfego de veículos é um problema cada vez mais preocupante hoje em dia nos médios e grandes centros urbanos. O principal agravante é o constante crescimento da frota de veículos, sejam particulares ou de transporte público.

Estudos realizados para determinar a potência sonora de veículos mostraram que cada carro de passeio é uma fonte sonora de cerca de 70-75 dB(A) a uma distância de 7 metros (PIMENTEL-SOUZA, 2000). Os veículos de grande porte como ônibus e caminhões são fontes sonoras mais potentes, porém sua parcela de contribuição no ruído final nos centros urbanos é menor devido ao pequeno número de veículos, se comparados com a frota de veículos particulares.

No Brasil, os sistemas de transporte público são feitos predominantemente por ônibus (ANTP, 2005). Sistemas de transportes são formados por quatro componentes funcionais: veículos, vias, terminais e plano de operações, sendo os terminais de transporte os locais onde as viagens começam e terminam. Além disso, quando mais de uma modalidade de transporte é requerida para a realização de uma viagem, o transbordo, ou a mudança de modo, ocorre sempre num terminal. Os terminais podem ser edifícios especialmente

projetados e construídos com este fim, ou podem ser simplesmente locais predeterminados onde as viagens se iniciam ou acabam (ROVIRIEGO et al., 2004).

Segundo Rodrigues et al. (2005) a arquitetura destes locais é similar, com presença de algumas fachadas, muros, marquises e coberturas, porém os projetos variam de caso a caso. Os terminais de maior porte possuem várias baias para poder atender uma maior demanda do fluxo de ônibus. As características arquitetônicas dos terminais comprometem um pouco mais a problemática do ruído do tráfego de veículos no interior dos terminais. Isto porque as superfícies presentes na estrutura arquitetônica destes ambientes funcionam acusticamente como superfícies refletoras das ondas sonoras emitidas principalmente pelos motores dos veículos em trânsito.

Estes terminais possuem tráfego intenso de pedestres e ônibus durante todo o dia, sendo que os momentos mais críticos são nos horários de pico. Conforme já citado os veículos de grande porte (ônibus e caminhões) são colaboradores para o ruído de tráfego devido principalmente à potência de seus motores. Dessa maneira, os terminais de transporte coletivo urbano estão sujeitos a elevados níveis de ruído gerados principalmente pelos motores dos ônibus em movimento em seus interiores.

Por se tratar de um local de utilização pública, tão importante quanto saber os níveis de ruído presentes para que sejam feitos estudos em prol de minimizar o problema é também saber a opinião do usuário diante de tal patologia.

Diante disto, foi realizado um trabalho em nove terminais de transporte coletivo situados em duas cidades brasileiras (Belo Horizonte-MG e Uberlândia-MG) com o objetivo de mensurar a resposta do usuário com relação ao incômodo causado pelos níveis de ruído nestes ambientes.

Posteriormente foi desenvolvido um modelo estatístico para fazer a previsão da resposta do usuário quanto ao ruído em função do Nível Sonoro Equivalente ( $L_{eq}$ ), medido simultaneamente à realização das pesquisas de opinião.

## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 Medições de Ruído**

As medições do Nível Sonoro Equivalente ( $L_{eq}$ ) foram realizadas de acordo com as recomendações prescritas pela Norma NBR 10151 (ABNT, 2000). O medidor de nível de pressão sonora foi posicionado a altura de 1.20 m do chão, e distante no mínimo 1.50 m de paredes e/ou superfícies que pudessem refletir de alguma forma as ondas sonoras.

O período de medição foi de 3 horas em cada terminal e o horário escolhido foi entre 16:00 e 19:00hs, pois desta forma coletou-se dados de ruído em horário próximo ao pico.

Para a realização das medições foi utilizado um medidor de nível de pressão sonora do tipo 2 da marca Lutron, modelo SL-4001. Os dados de pressão sonora foram ponderados na curva "A", conforme recomendações da Norma NBR 10151 (ABNT, 2000).

## 2.2 Pesquisa de Opinião com Usuários

A pesquisa de opinião foi realizada simultaneamente às medições. Os entrevistados foram escolhidos aleatoriamente, somando um total de 15 mulheres e 15 homens para cada terminal. Procurou-se diversificar a idade dos entrevistados para evitar algum tipo de vício na amostra. Tanto usuários como também alguns funcionários foram selecionados para participar da pesquisa.

Os entrevistados foram submetidos a perguntas simples conforme estão mostradas a seguir:

- Pergunta 1: quanto tempo em média por dia você permanece no terminal?
- Pergunta 2: em sua opinião, dos itens relacionados a seguir quais são o primeiro e o segundo que mais lhe incomodam neste terminal: Ruído, Poluição Atmosférica, Limpeza ou Falta de Iluminação?
- Pergunta 3: com relação ao ruído, você o classifica como sendo: baixo, normal, alto ou muito alto?
- Pergunta 4: você se sente incomodado com o ruído neste terminal?

Durante a realização das pesquisas evitou-se entrevistar indivíduos muito próximos um dos outros, para não haver algum tipo de indução nas respostas. Não foi realizada nenhuma pesquisa dentro dos ônibus.

## 2.3 Tratamento dos Dados e Desenvolvimento do Modelo

Após as medições de ruído realizadas simultaneamente à pesquisa, determinou-se o  $L_{eq}$  total para o período de medição para cada terminal isoladamente. As pesquisas de opinião foram transformadas em uma única tabela conforme poderá ser visto no item a seguir.

O modelo estatístico foi desenvolvido com base na teoria da regressão linear simples, tendo como variável independente o “Nível Sonoro Equivalente ( $L_{eq}$ )” e como variável dependente, a “Porcentagem de Usuários Incomodados” com o ruído. A validação do modelo foi feita através do coeficiente de determinação estatística  $R^2$ , do teste “t” de Student e do erro padrão de estimativa  $S_{y(E)}$ .

## 3 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A seguir será mostrado na Tabela 1 os valores obtidos para o  $L_{eq}$  nos nove terminais pesquisados.

**Tabela 1 - Níveis Sonoros Equivalentes nos Terminais**

Cidade	Terminal	Leq dB(A)
Belo Horizonte	Barreiro	76,4
	Diamante	73,1
	Sao Gabriel	70,2
	Venda Nova	74,3
Uberlândia	Central	78,1
	Industrial	72,6
	Planalto	73,1
	Santa Luzia	77,6
	Umuarama	75,8

Todos os Terminais apresentaram  $L_{eq}$  acima de 70 dB(A), valor máximo preconizado como limite recomendado pela NBR 10151 (ABNT, 2000) para ruído de tráfego, o que indica que os níveis de ruído nestes ambientes estão altos, conforme era esperado.

Na Tabela 2 a seguir estão apresentados os resultados das pesquisas de opinião. Todos os valores estão expressos em porcentagem. É apresentada a opinião do usuário com relação ao ruído em função da idade e do sexo.

**Tabela 2 – Pesquisa de opinião realizada nos terminais de Belo Horizonte e Uberlândia  
(valores em percentuais)**

TERMINAL		Tipo de ruído			Incomodados com o ruído								Ruído como principal problema ambiental		
		A	MA	AMA	Total	Sexo		Faixa etária (anos)					Total	H	M
						H	M	< 19	20-29	30-39	40-49	> 50			
Belo Horizonte	Barreiro	56	22	78	68	63	74	60	65	83	83	50	56	40	74
	Diamante	62	7	69	58	55	61	50	55	63	100	50	51	65	78
	Sao Gabriel	20	6	26	40	37	41	66	40	0	0	0	47	50	54
	Venda Nova	49	17	66	83	75	89	50	92	83	83	50	57	68	47
Uberlândia	Central	52	30	82	73	83	67	60	75	100	100	75	60	75	38
	Umuarama	53	17	70	70	53	87	88	73	66	100	0	57	46	66
	Planalto	50	7	57	53	47	60	40	61	50	0	100	40	40	40
	Santa Luzia	45	16	61	58	47	69	63	77	33	50	0	51	47	56
	Industrial	41	6	47	44	63	25	40	36	66	75	50	22	25	19
Total		50	14	62	61	58	64	57	64	60	66	42	49	51	52

A consideram o ruído como alto  
 MA consideram o ruído como muito alto  
 AMA consideram o ruído como alto ou muito alto

H homens  
 M mulheres

Comparando-se a Tabela 2 com a Tabela 1 é possível constatar que o Terminal que possui a maior porcentagem de incomodados com o ruído (78%) é também o terminal que possui o maior  $L_{eq}$ , Terminal Central em Uberlândia. Já Estação São Gabriel que obteve o menor  $L_{eq}$  (70,18%) apresentou a menor porcentagem de respondentes que dizem estar incomodados com o ruído (20%). Do total de entrevistados, 61% se dizem incomodados com os ruídos nos terminais.

Em geral, podem ser observados duas características predominantes nos terminais pesquisados: (1) as mulheres se sentem mais incomodadas com o ruído conforme pôde ser observado que em sete dos nove terminais pesquisados o percentual de mulheres incomodadas é maior que o dos homens e (2) metade das pessoas entrevistadas dizem que o ruído é alto (A) e 61% dos entrevistados dizem que o ruído esta acima do normal (ruído alto ou muito alto). Conforme era esperado, o Terminal com maior  $L_{eq}$  obteve a maior porcentagem de respondentes para “Alto” e/ou “Muito Alto”, Terminal Central (82%).

Quando questionados sobre o pior problema ambiental dos terminais, 49 % do total dos entrevistados afirmam ser o ruído, dos quais 51% são homens e 52% são mulheres. O terminal em que a maior porcentagem de respondentes que dizem ser o ruído o principal problema ambiental (60%), foi o terminal que possui o maior  $L_{eq}$  (78,05 dB(A)), Terminal Central em Uberlândia. E o terminal que obteve a menor porcentagem para a mesma pergunta (22%), foi o Terminal industrial na mesma cidade, que possui o segundo menor  $L_{eq}$  (72,61 dB(A)).

Inicialmente o relacionamento dos dados de “Incômodo” em função da “Idade” não apresentou nenhuma correlação, porém agrupando-se os entrevistados em faixas de “até 29 anos”, de “30 a 49 anos” e desconsiderando os entrevistados com mais de 50 anos devido ao baixo número de respondentes com essa idade, obtêm-se 61% para a primeira situação e 63% para a seguinte. Isto poderia indicar um aumento do incômodo pelo ruído com o envelhecimento. Para obter informações mais precisa sobre este parâmetro seria indicado a realização de uma pesquisa com uma amostra maior e uniforme para faixas de idades.

#### **4 DESENVOLVIMENTO DE MODELO DE PREVISÃO DE INCÔMODO AO USUÁRIO**

Depois do tratamento dos dados das pesquisas de opinião realizadas com os usuários dos nove terminais em estudo, percebeu-se uma correlação entre a resposta dos entrevistados quanto ao ruído e os níveis encontrados nos terminais. A partir desta informação testou-se o possível desenvolvimento de um modelo para previsão do nível de incômodo aos usuários, a partir do nível sonoro equivalente ( $L_{eq}$ ) nos terminais.

Durante a realização das regressões lineares, percebeu-se que a inserção dos dados referentes ao Terminal Venda Nova implicava em uma considerável diminuição do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), em torno de 33%. Não se tem uma explicação exata para este fato, mas acredita-se em um possível fator psicológico por parte dos entrevistados, visto que em um passado não distante, este terminal foi motivo de diversas reclamações junto ao órgão gestor (BHTRANS) referente aos níveis de ruído gerados tornando-se bastante público o problema através da mídia. Um dado que ajuda a creditar esta suposição é que de todos os terminais, este foi o que obteve a maior porcentagem de usuários que se

dizem incomodados com o ruído (83%), mesmo não sendo este o terminal com os maiores níveis de ruído encontrados ( $L_{eq} = 74,26$  dB(A)). Diante disto, este terminal não foi incluído para o desenvolvimento do modelo.

O gráfico 1 a seguir mostra o diagrama de dispersão dos dados de “Porcentagem de Incomodados” x “ $L_{eq}$ ”, no qual é possível ver claramente que a insatisfação do usuário aumenta com o nível sonoro equivalente encontrado nos terminais.

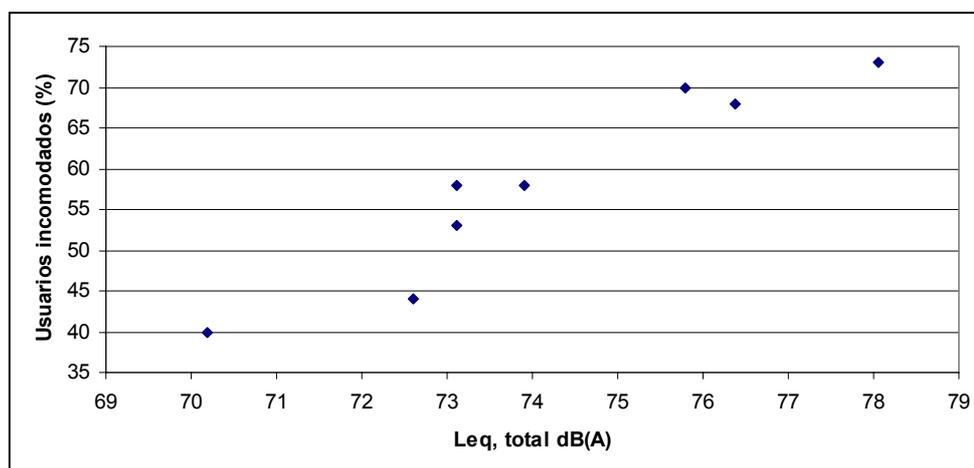


Gráfico 1 – Diagrama de dispersão dos dados de incômodo ao usuário e  $L_{eq}$  nos terminais

Não está locado no gráfico o ponto referente ao Terminal Venda Nova devido a motivos já esclarecidos. A seguir será mostrada a equação do Modelo de Previsão de Nível de Incômodo ao Usuário em função do Nível Sonoro Equivalente nos terminais, bem como seus parâmetros de verificação. O modelo foi desenvolvido estatisticamente através de regressão linear simples.

$$UI = 4,59.L_{eq} - 282,99 \quad (1)$$

$$R^2 = 0,90$$

$$t_{(b)} = 6,13$$

$$S_{Y(E)} = 4,09$$

$$t_{min} = 1,94$$

Onde:

UI: porcentagem de usuários incomodados com os níveis de ruído no terminal.

$L_{eq}$ : nível sonoro equivalente em dB(A);

$t_{(b)}$ : valor da constante para o teste “t” de Student;

$t_{min}$ : valor mínimo de t com 95% de confiança para 6 graus de liberdade;

O modelo apresentou bons resultados conforme pode ser visto no Gráfico 2 apresentado a seguir. O gráfico compara os valores obtidos pelo modelo com os valores obtidos a partir das pesquisas de opinião realizadas. Os oito pontos apresentados a seguir são os terminais a partir dos quais o modelo foi desenvolvido.

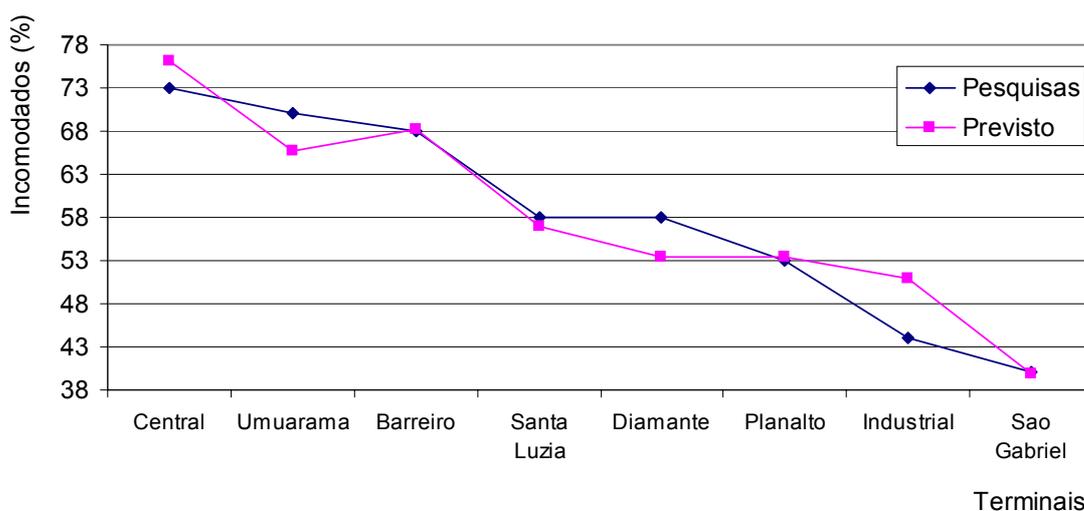


Gráfico 2 – Comparação entre os valores obtidos pelo modelo e os valores obtidos através das pesquisas

## 5 CONCLUSÕES

Pode se dizer de maneira geral que os níveis de ruído encontrados nos terminais analisados no presente trabalho, estão acima do recomendado pelas legislações brasileiras pertinentes para ruído de tráfego.

A partir das pesquisas de opinião conclui-se que o ruído é um incômodo para os usuários dos terminais analisados. O resultado da tabulação das pesquisas mostrou que 61% dos entrevistados se dizem incomodados com o ruído e 62% das pessoas afirmam que o ruído nestes ambientes é “alto” ou “muito alto”.

Além disso, foi possível concluir que de uma forma geral, as mulheres mostraram-se mais sensíveis ao ruído. Porém para atestar este fato seria necessário realizar um maior número de pesquisas com o objetivo único voltado para este fato.

As pesquisas de opinião realizadas permitiram ainda perceber que a porcentagem de usuários incomodados com o ruído tem relação direta com o Nível Sonoro Equivalente encontrado nestes ambientes. O modelo simplificado desenvolvido mostrou-se estatisticamente significativo através dos testes aplicados, podendo ser uma ferramenta útil para colaborar com a geração de cenários futuros de terminais de transporte.

## REFERÊNCIAS

Associação Nacional de transporte Público, ANTP (2005) Condições atuais do trânsito e do transporte no país. Arquivo eletrônico disponível em <http://www.antp.org.br/telas>. Acesso em 11/06/2005.

Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT. NBR 10151(2000): Avaliação do Ruído em áreas habitadas visando o Conforto da Comunidade.

Pimentel-Souza, (2000) F., Efeito do ruído no homem dormindo e acordado. In: **Revista de Acústica e Vibrações nº25**.

Rodrigues, F., faria, C.A., Magalhães, M. D. C. (2005) Assessment of Noise Levels in Terminals at Bus Stations. In: **Anais do congresso de engenharia de controle de ruído – Internoise**. Rio de Janeiro, Brazil.

Roviriego, L. F. V., Silva V. B., Silva A. N. R. (2004) Explorando recursos de um SIG-T para avaliação do layout de terminais de transporte. In: **Anais do XVIII Congresso de pesquisa e ensino em transportes - ANPET**. Florianópolis.