

Ruído causado pelo transporte ferroviário em um segmento urbano: estudo do caso da cidade de Ijuí-RS

Noise caused by rail transport in an urban segment: study of the case of Ijuí-RS city

Raquel Kohler¹, Luciano P. Specht² e Giovanni D. Bronzati

¹*Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Ijuí, RS*

²*Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, RS*

E-mail: kohler.raquel@gmail.com, luspecht@gmail.com, giovani.bronzatti@yahoo.com.br

RESUMO: A partir do século XX o ruído tem sido considerado um fator importante no desconforto e insalubridade nos centros urbanos. Os transportes em geral são alvo de preocupação, pois são grandes fontes geradoras de poluição ambiental. Em Ijuí, RS, a ferrovia é utilizada para o transporte da produção, representando um papel importante no desenvolvimento local. Nesta pesquisa verificou-se o perfil do ruído causado pelo trem, em dois pontos estratégicos da área urbana. A medição do ruído baseou-se na norma NBR 10151; foi aplicado também um questionário junto aos moradores, para avaliar a percepção subjetiva do ruído no local. Foram realizadas medições a distâncias de 15, 30 e 45 metros da linha férrea. Os resultados das medições ficaram acima do permitido pela norma brasileira, nos afastamentos de 15 e 30 metros, concluindo-se que a ocupação por edificações deveria ser estabelecida adotando afastamento mínimo de 45m da linha férrea, associado a outras soluções técnicas.

ABSTRACT: After the century XX the noise has been considered an important factor in the discomfort and unsoundness in the urban areas. The transports are cause of concern, because they are major sources of environmental pollution. In Ijuí, RS the rail transportation is used for load transport and representing an important role in the local development. This research aim to verify the noise profile caused by the train in two sites on urban area. The noise measurement was done based on NBR 10151 standard; it was also applied a questionnaire to people that live on rail neighborhood, to evaluate the subjective perception of the noise. Measurements were accomplished to 15, 30 and 45 meters of the railway. The study presented results above allowed the Brazilian standardization limits, in case of 15 and 30 meters, being ended that the occupation for constructions should be established adopting minimum distance of 45m from the railway, associate to other technical solutions.

1. INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento industrial e tecnológico, inúmeras fontes de poluição são criadas, causando vários danos ao ser humano e ao meio ambiente. Apenas a partir da década de 70 o ruído tem recebido maior atenção como um fator importante no desconforto e insalubridade nos centros urbanos [1].

Sabe-se que o ruído não produz apenas efeitos sobre o bem estar das pessoas, mas atua diretamente na saúde da população [2]. O nível de

ruído percebido pode acusar um grau de desconforto tão alto que a poluição sonora urbana passou a ser considerada como a forma de poluição que atinge o maior número de pessoas residentes nas áreas centrais de muitas cidades [3].

Os transportes de um modo geral causam grandes impactos ambientais pois são grandes fontes geradoras de poluição do ar, com dióxido de carbono e sonora, com níveis altos de ruído. O problema econômico gerado pela poluição sonora também acarreta perdas altíssimas, ocasionadas pela desvalorização imobiliária [4]. O transporte

ferroviário é muito importante para o desenvolvimento de um país, pois é responsável pelo deslocamento de grande parte da produção, todavia é também alvo de críticas devido a poluição sonora, principalmente em áreas urbanas.

Em Ijuí/RS o transporte ferroviário é utilizado para fins de escoamento ou recebimento da produção, por isso possui um papel importante no desenvolvimento local. Ao longo da linha férrea, que atravessa a área urbana, existem situações distintas no que tange a distância entre a linha férrea e as edificações existentes. Avaliou-se qual a distância mínima necessária para a ocupação das diferentes atividades urbanas, de acordo com os níveis de ruído encontrados.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O Som

O som é o resultado das vibrações dos corpos elásticos, quando essas se encontram em determinados limites de frequência. Essas O ruído pode classificar-se como ruído contínuo ou permanente; ruídos não-contínuos (intermitente vibrações são mais ou menos rápidas e recebem o nome de ondas sonoras. As vibrações sonoras se propagam com velocidade uniforme em todas as direções, se a propriedade elástica do meio for igual em todos os sentidos [5].

Sob o ponto de vista psicofísico, o som é uma sensação percebida pelo aparelho auditivo, resultante de vibrações mecânicas, cuja energia é transmitida pelo movimento oscilatório das moléculas em torno de sua posição de equilíbrio, através de um meio elástico, o ar, criando alternadamente zonas de compressão e rarefação que alteram a pressão atmosférica [6].

Basicamente, todo som se caracteriza por três variáveis físicas: frequência; intensidade; e timbre. Dentro da faixa audível (entre 20 e 20.000 Hz), verifica-se que o ouvido percebe as frequências de uma maneira não linear [5].

A intensidade pode ser medida através de dois parâmetros que são: a pressão sonora causada pela onda sonora e; a energia contida no movimento vibratório. Em linguagem comum, o timbre permite reconhecer a fonte geradora de som, portanto se relaciona diretamente com a composição harmônica da onda sonora, isto é, permite identificar a procedência do som seja ele, por exemplo, de uma pessoa, animal ou

instrumento musical, mesmo estando em uma mesma frequência e intensidade [5].

2.2 Ruído

No sentido fisiológico, o som é o resultado das variações dos níveis de pressão do ar no ouvido humano que os convertem em sinais elétricos, que são interpretados pelo cérebro. Quando estas variações são indesejáveis ou desagradáveis passam a ser denominadas de ruído. O ruído por sua vez, na atualidade, se encontra entre os contaminantes mais nocivos ao homem, presente nos grandes centros urbanos causando seqüelas por ultrapassar os limites toleráveis e/ou o número de exposição excessivas [2].

Conforme a NBR 7731/83 [7] o ruído possui duas definições aplicáveis, que são: “o ruído é uma mistura de sons cujas frequências não seguem nenhuma lei precisa”; “todo aquele som indesejável”. A NBR 10152 [8] estabelece os níveis máximos de ruídos considerados adequados aos diversos tipos de ambiente. Seu objetivo é orientar sobre os valores recomendados para se atingir o conforto, levando em consideração o uso e a atividade que serão realizadas no ambiente e as condições a que o ambiente será exposto.

e flutuante); ruído impulsivo ou de impacto e ruído impulsivo quase contínuo [5].

Todo problema de controle de ruído envolve: uma fonte sonora; a trajetória de transmissão; e o receptor. Para evitar danos a 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 tem estabelecido normas para controlar o nível de ruído exagerado em diversos ambientes.

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 destina, de acordo com o horário e até mesmo com o tempo de duração, a fim de evitar danos à saúde humana.

Para avaliação dos níveis de conforto acústico em ambientes externos, com níveis de ruídos sem caráter impulsivo e sem componentes tonais, ou seja, os ruídos flutuantes são determinados pelo nível de pressão sonora equivalente (LAeq) em

decibels ponderados em A (dBA). O método de avaliação do ruído flutuante baseia-se em uma comparação entre o nível de pressão sonora equivalente em A (LAeq) e o nível de critério de avaliação NCA (Tabela 1).

Este método é largamente empregado para avaliar o incômodo causado pelos ruídos, ferroviário e rodoviário. Foi criado com o objetivo de descrever o ruído ambiental, sendo recomendado pela NBR 10151 [9]. O ruído ambiental ou doméstico é definido como o ruído gerado por diversas fontes como o tráfego de veículos, atividades comerciais, animais domésticos etc., excetuando o ruído dos ambientes industriais.

2.3 Efeitos do ruído no corpo humano

Estudos têm demonstrado que os danos causados pelo ruído à saúde humana encontram-se associados principalmente à intensidade sonora, à frequência e ao tempo de exposição do receptor. A poluição sonora, que ocorre através de energia mecânica ou acústica, causa reflexo não só no aparelho auditivo do homem, mas também em todo o seu organismo. As pessoas que habitam as cidades vivem constantemente num meio agitado e, na maioria dos casos, sujeitas a altos níveis de ruído que geralmente ultrapassam os níveis recomendados pela Organização Mundial de Saúde (OMS). Isto se deve ao avanço tecnológico, ao crescimento desordenado das cidades, aos hábitos de vida e ao lazer moderno.

O ruído de circulação pode ser considerado como um problema ambiental importante, visto que o tráfego intenso e intermitente pode acarretar diversos distúrbios às pessoas. A exposição ao ruído intenso e intermitente pode acarretar uma série de distúrbios que podem ser classificados como: psicológicos; fisiológicos; prejudiciais ou patológicos; e bioquímicos [2].

2.4 Processos para mitigação do ruído

Segundo Anderson e Kurze apud Bistafa, 2006 existem várias maneiras de atenuação do ruído (Figura 1), sendo que uma das mais utilizadas é a das barreiras sonoras, por sua relativa simplicidade e eficácia. As barreiras sonoras podem ser feitas de diversas formas e materiais, dependendo do ambiente onde se encontram e do nível de ruído que se tem por objetivo atenuar.

A barreira sonora baseia-se em princípios básicos da física acústica, ou seja, ela funciona como um obstáculo à onda sonora, desviando ou absorvendo-a. A barreira sonora pode ser inclusive de solo (taludes) ou árvores, as quais são denominadas de barreiras naturais, não ocasionando poluição visual. Em alguns casos pode-se projetar barreiras artificiais de modo a causar pouco impacto visual, com placas de vidro, por exemplo [10].

2.5 Medições de ruído de circulação

Na medição deste tipo de ruído são empregados equipamentos capazes de avaliar os níveis de pressão sonora equivalentes, durante um período de tempo, e situados em diferentes posições. A configuração do equipamento, a quantidade e a localização dos pontos a serem avaliados varia em função do tipo de medição a ser realizada, do estudo a ser desenvolvido, e das condições de emissão e propagação do som na região.

A crescente preocupação com as questões relacionadas com a poluição sonora tem sido assumida como uma prioridade em diversos países europeus. Em termos de ruído de tráfego ferroviário, os modelos de previsão que são atualmente usados na Europa, ou são empíricos ou semi-empíricos e tendem a seguir um "padrão" comum [11].

Considera-se ruído de tráfego ferroviário o ruído gerado e irradiado lateralmente, em relação à linha férrea, somado ao ruído existente dentro das próprias composições. Este ruído apresenta algumas características particulares: tem uma "assinatura" temporal, ou seja, a passagem de um comboio tem uma evolução no tempo distinta de outro tipo de fontes; a fonte de ruído encontra-se bem situada no espaço. O ruído do tráfego ferroviário resulta de um variado número de fontes sonoras: vibração da carroceria do comboio, ruído de tração, ruído de rolamento e ruído aerodinâmico [12].

Para o ruído de tração temos como exemplo: motores a diesel; movimentações das engrenagens; e ventiladores de refrigeração. O ruído do rolamento surge da interação entre a roda da locomotiva ou vagão e o trilho propriamente dito. Quanto ao ruído aerodinâmico, este terá grande importância com o

aumento da velocidade, muito estudado para trens de alta velocidade [12].

2.6 Planejamento urbano e a emissão de ruídos

O planejamento urbano é definido pela Constituição Federal Brasileira no Art. 182, como uma ação que tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes. Remete a política de desenvolvimento urbano ao Poder Público Municipal, a partir de diretrizes gerais fixadas em lei.

O planejamento urbano é fundamental na definição dos patamares e controle de emissões de ruídos. Através do Plano Diretor e de outros instrumentos de prevenção e controle é possível estabelecer mecanismos para combater à poluição sonora, como o Zoneamento Urbano, o Estudo de Impacto Ambiental, o Relatório de Impacto Ambiental, etc. Desta forma, a concessão ou indeferimento de Licença Ambiental toma por molde o atendimento de todos os requisitos necessários para a manutenção dos padrões de qualidade ambientais.

No que diz respeito ao planejamento com vistas à qualificação do ambiente urbano, ressalta-se a organização do tráfego interno nas áreas urbanas, dando prioridade ao transporte público e ao pedestre; a consideração de mecanismos de atenuação sonora ao ar livre; planejamento das rodovias, corredores de tráfego, aeroportos, ferrovias e outras atividades urbanas barulhentas a partir de medidas que protejam a população.

Por princípio, o planejamento urbano é feito para um município ou para uma determinada região, como nos casos das Regiões Metropolitanas. Para estes é estabelecida, mediante legislação local, observados os índices estabelecidos em legislação superior (no caso do Brasil a NBR 10151 [9] e NBR10152 [8]), a tolerância de ruído que deverá ser observada nos períodos matutino, vespertino e noturno. O Poder Público Municipal por sua vez, determina os limites máximos admitidos por período. Em Ijuí, o assunto é tratado no Código de Posturas e na Lei do Silêncio, a qual remete aos níveis de tolerância estabelecidos pelas normas brasileiras.

3. METODOLOGIA

A coleta dos dados foi realizada em dois pontos estratégicos da área urbana de Ijuí/RS, nas proximidades da linha férrea.

Para coleta dos dados foi utilizado método de nível de pressão sonora equivalente (LAeq), em decibels ponderados em A (dBA). Os critérios são estabelecidos pela NBR 10151 para medição de ruído flutuante em ambientes externos. A NBR 10151 preconiza que as medições sejam realizadas em pontos afastados aproximadamente 1,2 metros do piso e pelo menos a 2 metros de superfícies refletoras.

Para o estudo, foram realizadas medições de ruído em três diferentes distâncias da linha férrea para cada ponto especificado, sendo elas: 15, 30 e 45 m. Foram estipuladas estas distâncias em função da Lei Complementar nº 2.888 no Art. 12º do Plano Diretor do município de Ijuí/RS, na qual o mesmo especifica uma faixa de domínio para a ferrovia de 15 m. As demais distâncias foram acrescidas deste valor para poder avaliar um perfil do ruído.

A coleta de dados referente ao nível de pressão sonora foi realizada utilizando-se um decibelímetro marca Minipa MSL-1351C com LCD de 4 dígitos, na faixa *medium* 50 -100 dB, em decibels ponderados em “A” (dBA). Os demais equipamentos foram: trena de 50 metros, cronômetro, máquina fotográfica e um tripé para apoiar o decibelímetro na altura preconizada pela norma. Além destes equipamentos também foram utilizados: uma planilha para levantamento dos dados e um questionário aplicado aos moradores próximos aos *sites* estudados.

A norma NBR 10151 também recomenda que o decibelímetro utilizado possua recursos para medição de nível de pressão sonora equivalente (LAeq), em decibels ponderados em “A” (dBA), conforme a IEC 60804 (*Standard for Integrating Sound Level Meters of International Electrotechnical Commission*). Como o medidor de pressão sonora disponível não possui medição do nível de pressão sonora equivalente LAeq, foi utilizado o modo alternativo para cálculo do LAeq descrito abaixo (Equação 1).

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

Onde:

- Li é o nível de pressão sonora, em dBA, lido em resposta rápida (fast) a cada 5 segundos, durante pelo menos cinco minutos;

- n é o número total de leituras.

O estudo de caso foi desenvolvido na Rua José Gabriel *Site A*, e na Rua das Chácaras, *Site B* ambas situadas na área urbana de Ijuí/RS. Os *sites* estudados estão situados numa área Mista; segundo a Lei Complementar nº 2.887 no Art. 19º, destina-se a multiplicidades de usos [13].

A Figura 2 ilustra a imagem de satélite do *Site A*, e a imagem de satélite do *Site B*. Pode-se observar a distribuição das residências ao entorno da linha férrea.

A coleta dos dados foi realizada no mês de julho e agosto de 2009. Foram feitas medições de ruído para um trem carregado de grãos contendo duas locomotivas diesel-elétrica modelo G12 com 1425hp (capacidade de tração de 1300 T e rodagem B-B) e 15 vagões tipo hopper. O tempo de medição do ruído do trem corresponde à passagem do mesmo no ponto de coleta do dado. Todas as medições foram feitas nas distâncias de 15, 30 e 45m do eixo da linha férrea, para os dois *sites* estudados. Para se ter uma idéia do ruído comumente encontrado na área, também foi realizada a medição de ruído de fundo, por apenas 5 minutos (tempo mínimo preconizado pela norma brasileira), provocado somente pela cidade.

A Figura 3 mostra a locomotiva diesel-elétrica modelo G12 e o vagão tipo hopper, ambos utilizados pela ALL, empresa concessionária da ferrovia.

Também foram medidas as velocidades dos trens, utilizando-se estacas de madeira posicionadas em uma distância conhecida e com o auxílio de um cronômetro era possível determinar o tempo necessário para o trem percorrer a distâncias conhecidas entre as estacas. Através disto a média de velocidade encontrada no *Site A* foi de 23,25 km/h, já no *Site B* a média de velocidade encontrada foi de 19,04 km/h.

Foi aplicado um questionário aos moradores próximos aos *sites* estudados, contendo perguntas referentes à percepção do ruído originado pelo trem em quatro distâncias 15, 30, 45 e mais de 45m. O questionário foi elaborado com oito questões. Foram entrevistadas 14 pessoas no *Site A*; no *Site B* foram entrevistadas 17 pessoas.

Após a coleta de dados, computaram-se os dados, onde se pode determinar para os dois *sites* o LAeq provocado somente pela passagem do trem e

o LAeq obtido pelo ruído da cidade, nas três diferentes distâncias do eixo da linha férrea: 15, 30 e 45m.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta o resumo geral dos dados encontrados do nível de pressão sonora equivalente LAeq, do *Site A* e *Site B*, com o ruído provocado pela passagem do trem.

Pode-se verificar que existe uma redução no ruído conforme se aumenta a distância em relação à linha férrea. A partir disto pode-se concluir que ao distanciarmos as edificações em no mínimo 45 metros do eixo da linha férrea obteremos uma redução de até 6,8 decibéis para o ruído somente do trem no *Site A*. Para o ruído provocado somente pelo trem no *Site B* verifica-se, que também sofre uma redução da pressão sonora conforme nos afastamos do eixo da linha férrea. A redução da pressão sonora foi de 7,0 decibéis para um afastamento de 45 metros.

De acordo com o Tabela 1, o nível de critério de avaliação (NCA) estabelecido pela NBR 10151 para ambientes externos em zonas de ocupação mista com vocação comercial e administrativa é de 60dBA. Portanto, o ruído provocado pelo trem se encontra acima do permitido, mesmo utilizando o afastamento nas edificações de 45 metros. O que vale salientar é que o ruído provocado pelo trem não é um ruído constante, ou seja, ocorre somente nos horários de sua circulação.

A Tabela 3 apresenta o resumo geral dos dados encontrados do nível de pressão sonora equivalente LAeq, do *Site A* e *Site B*, encontrados comumente na cidade, sem a passagem do trem. A Figura 4 compara graficamente estes dados com os da passagem do trem. Pode-se verificar que o ruído na passagem do trem ficou acima dos ruídos medidos sem a passagem do trem, como era de se esperar.

Conforme o Tabela 1, o nível de critério de avaliação (NCA) estabelecido pela NBR 10151 para ambientes externos em zonas de ocupação mista com vocação comercial e administrativa é de 60dBA. Segundo o zoneamento do plano diretor de Ijuí/RS os *sites* estudados classificam-se como zona de ocupação mista, portando os valores encontrados de 66,56 e 68,29dBA

(Tabela 3) são superiores ao estabelecido pela norma.

Simulando-se (por regressão a partir dos dados obtidos) uma distância de 86 metros do eixo da linha férrea para $\Delta T = 5$ min *Site B*, os efeitos dos ruídos estariam completamente anulados. Fica claro que distâncias acima de 80m seriam necessárias para preservar a saúde e o conforto ambiental das pessoas que vivem nas proximidades da linha férrea. Evidentemente que se utilizadas barreiras naturais (taludes, gramados e arborização) este valor poderá ser reduzido.

Na Tabela 4 observa-se a distribuição dos respondentes de acordo com a percepção em relação ao ruído do trem.

Verifica-se entre as questões respondidas que o maior número de respondentes 50,0% no *Site A* e 29,41% no *Site B* (Tabela 3) relatou ser pouco intenso o ruído provocado pelo trem.

A Tabela 5 apresenta a distribuição dos respondentes de acordo com o ruído do trem ser incômodo, onde se verifica entre as questões respondidas que o maior número de respondentes 35,7% no *Site A* e 29,4% no *Site B* (Tabela 7) relatou ser incômodo o ruído do trem.

Na Tabela 6 observa-se a distribuição dos respondentes de acordo com os ruídos da rua que mais causam incômodo. Verifica-se entre as questões respondidas que 35,7% dos respondentes no *Site A* afirmaram ser do trânsito o ruído que mais lhes causam incômodo. No *Site B* a maioria dos respondentes 41,2% relatou ser o transporte ferroviário o ruído que mais lhes causam incômodo.

A Tabela 7 ilustra a distribuição dos respondentes de acordo com o período do dia em que os ruídos causam mais incômodo. Verifica-se entre as questões respondidas que 28,6% dos respondentes no *Site A* afirmaram ser o período da noite onde o ruído mais causa incômodo. No *Site B* a maioria dos respondentes 29,4% relatou ser o período da manhã onde o ruído mais causa incômodo.

Na Tabela 8 observa-se a distribuição dos respondentes de acordo com os transtornos causados pelos ruídos. Verifica-se entre as questões respondidas que 28,6% dos respondentes no *Site A* que irritabilidade é o sintoma mais percebido. No *Site B* a maioria dos respondentes 23,5% relatou que dor de cabeça é o sintoma mais percebido.

De acordo com a maioria dos respondentes pode-se perceber que não existe uma relação direta

entre a insatisfação do morador pelo ruído e a distância de sua residência em relação à linha férrea.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho verificou o perfil do ruído causado pelo transporte ferroviário nos trechos localizados na Rua José Gabriel *Site A*, e na Rua das Chácaras *Site B*, em Ijuí/RS, sendo que para realização das medições, foi utilizado o método de nível de pressão sonora equivalente (LAeq), em decibels ponderados em "A" (dBA), estabelecido pela NBR 10151 para medição de ruído flutuante em ambientes externos.

Mediante os resultados, constatou-se que o ruído sofre redução conforme se aumenta a distância em relação à linha férrea. A partir disto pode-se indicar distanciar as edificações em no mínimo 45 metros do eixo da linha férrea, uma vez que se obteve nesta distância, uma redução de 6,88dBA para o ruído do trem no *Site A*, e 7,08dBA para o *Site B*.

O nível de critério de avaliação (NCA) estabelecido pela NBR 10151 para ambientes externos em zonas de ocupação mista com vocação comercial e administrativa é de 60dBA. Os resultados demonstraram que o ruído provocado pelo trem acarreta níveis de ruído superiores aos recomendados pela norma, mesmo utilizando o afastamento nas edificações de 45 metros. O que vale salientar é que o ruído provocado pelo trem não é um ruído constante, ou seja, ocorre somente nos horários de sua circulação, o que pode ser variável em cada caso específico estudado.

Quanto aos ruídos provocados pelas atividades cotidianas da cidade, os valores encontrados foram de 66,56dBA para o *Site A* e 68,29dBA para o *Site B*. A partir destes resultados, também concluiu-se que os mesmos se encontram acima dos 60dBA estabelecido pela NBR 10151 com zona de ocupação mista de vocação comercial e administrativa.

Referente ao questionário aplicado aos moradores próximos aos *sites* estudados, o mesmo buscou apenas complementar as medições, através da percepção da população quanto aos ruídos do local. Em conversa informal com as pessoas do local, observou-se que os moradores que moram a pouco tempo no local é que se sentem incomodados pelo ruído. Isso

remete a supor que os moradores de longa data no local já incorporaram o ruído provocado pelo trem, sendo que o mesmo faz parte de seu cotidiano e, portanto não é mais percebido como incômodo. Há necessidade, no entanto de realizar um trabalho junto às populações residentes ao longo da linha férrea em diferentes pontos da cidade, para aprofundar essa questão, pois esse estudo complementar e qualificar a continuidade da pesquisa.

Acredita-se que este assunto é de grande importância diante do desenvolvimento industrial, tecnológico e urbano das cidades, o transporte ferroviário tem se tornado um grande aliado tanto na locomoção de pessoas ou produtos. Este trabalho, inédito no caso de Ijuí, possui grande valia, pois o transporte ferroviário no caso específico tem sido discutido na comunidade como fonte de poluição sonora e como um elemento que em alguns pontos da área urbana dificulta a mobilidade.

REFERÊNCIAS

- [1] BURGESS, M. (1996) Trends in traffic noise research over 25 years. In: Congresso Internacional de Engenharia de Controle de Ruído, 1996, Liverpool. Anais ... Liverpool: INTERNOISE'96, 371-376.
- [2] FERNANDES, J. C. (2002) O ruído ambiental: Seus efeitos e seu controle. Faculdade de Engenharia Mecânica da UNESP. Campus de Bauru, São Paulo.
- [3] NUNES, M. F. de O. (1995) Medidas para atenuação do ruído de tráfego urbano para o conforto da comunidade em áreas residenciais. Porto Alegre, RS. 1995. 172-180. In: Encontro Nacional e Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, 3º e 1º, Gramado.
- [4] SANDEMBERG, U. (2001) Tyre/road noise – myths and realities. In: 2001 International Congress and Exhibition on Noise Control Engineering. Anais... The Hauge, 01-22.
- [5] GERGES, S. N. Y (2000) Ruído fundamentos e controle, Ed. NR Editora, Florianópolis.
- [6] TEIXEIRA, S. C. (2000) Impactos Ambientais Sonoros: Um Modelo de Gestão Sustentável, COPPE/UFRJ. Tese de D.Sc., Rio de Janeiro.
- [7] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1983) Guia de execução de serviços de medição de ruído aéreo e avaliação dos seus efeitos sobre o homem: NBR 7731, Rio de Janeiro.
- [8] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1987) Níveis de ruído para conforto acústico: NBR 10152, Rio de Janeiro.
- [9] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2000) Acústica – avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – procedimentos: NBR 10151, Rio de Janeiro.
- [10] BISTAFA, S. R. (2006) Acústica Aplicada ao Controle do Ruído: São Paulo: Editora Edgard Blücher.
- [11] PEREIRA, A., COELHO J. L. (2004) Previsão de ruído de tráfego ferroviário em Portugal. Lisboa, Portugal.
- [12] ALARCÃO, D., COELHO J. L. (2008) Modelação de ruído de tráfego ferroviário: Universidade de Coimbra, Portugal.
- [13] PREFEITURA MUNICIPAL DE IJUÍ/RS (1993) Lei Complementar nº 2. 887: Lei do Uso e Ocupação do Solo Urbano de Ijuí/RS. 01-44.
- [14] Google Earth. Imagens de satélite disponíveis na web via Google Earth. Acesso em outubro de 2009.

Tabela 1 - Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A)

Fonte: ABNT, NBR 10151 (2000) [9]

| <i>Tipos de áreas</i> | <i>Diurno</i> | <i>Noturno</i> |
|---|---------------|----------------|
| Áreas de sítios e fazendas | 40 | 35 |
| Áreas 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 |

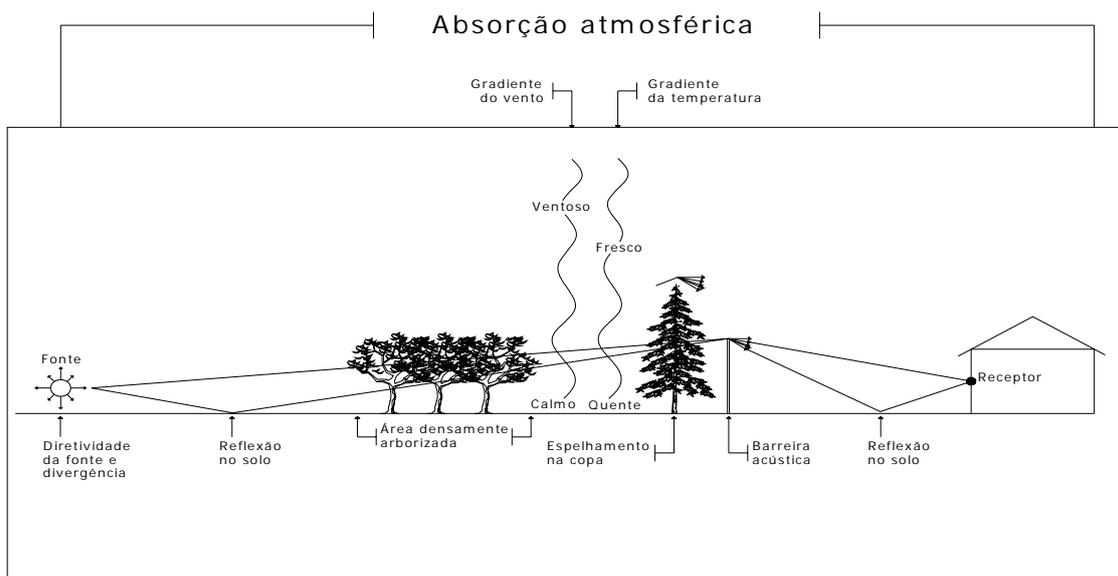


Figura 1 - Mecanismos mais significativos da atenuação sonora ao ar livre
 Fonte: Anderson e Kurze apud Bistafa (2006) [10]



Figura 2- Imagem de satélite Site A e Site B
 Fonte: Google Earth (2009) [14]



Figura 3 - Locomotiva modelo G12 e vagão tipo hopper

Tabela 2 - Resumo dos dados obtidos com o ruído do trem no Site A e Site B

| Distâncias (m) | Site A | Site B |
|----------------|------------------|------------------|
| | Ruído Trem dB(A) | Ruído Trem dB(A) |
| 15 | 93,7 | 92,7 |
| 30 | 88,6 | 88,8 |
| 45 | 86,8 | 85,7 |

Tabela 3- Resumo dos dados obtido sobre o ruído do local estudado

| Distâncias (m) | Site A | Site B |
|----------------|--------------------|--------------------|
| | Ruído Cidade dB(A) | Ruído Cidade dB(A) |
| 15 | 67,1 | 63,7 |
| 30 | 64,5 | 70,0 |
| 45 | 67,9 | 71,0 |
| Média | 66,5 | 68,2 |

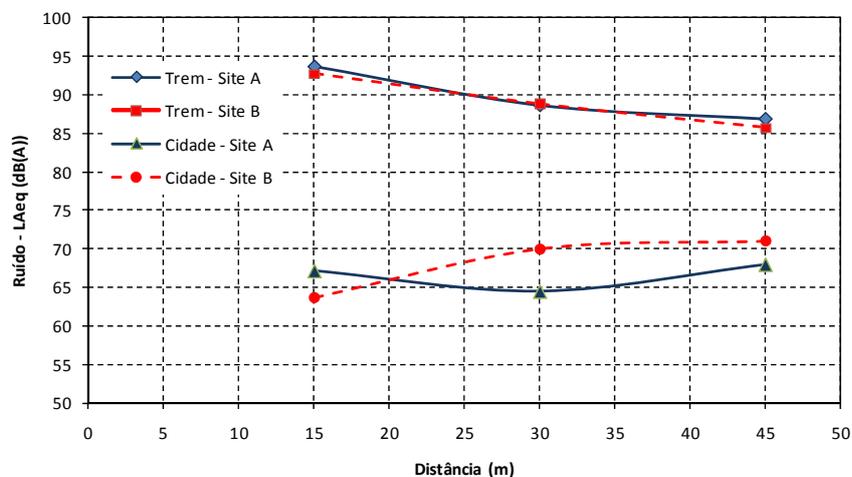


Figura 4 – Comparação entre as medidas de ruído do trem e da cidade

Tabela 4 - Distribuição dos respondentes de acordo com a percepção ao ruído do trem

| <i>Intensidade do Ruído</i> | <i>Site A</i> | | <i>Site B</i> | |
|-----------------------------|---------------|----------|---------------|----------|
| | N | % | n | % |
| Pouco Intenso | 7 | 50,0 | 5 | 29,4 |
| Intenso | 2 | 14,2 | 3 | 17,6 |
| Muito intenso | 3 | 21,4 | 3 | 16,6 |
| Total | 12 | 85,7 | 11 | 64,7 |
| Sem resposta | 2 | 14,2 | 6 | 35,2 |
| Total | 14 | 100,0 | 17 | 100,0 |

Tabela 5 - Distribuição dos respondentes de acordo com o ruído do trem ser incômodo

| <i>O Ruído é incômodo</i> | <i>Site A</i> | | <i>Site B</i> | |
|---------------------------|---------------|----------|---------------|----------|
| | N | % | n | % |
| Sim | 5 | 35,7 | 5 | 29,4 |
| Não | 3 | 21,4 | 3 | 17,6 |
| Às vezes | 3 | 21,4 | 5 | 29,4 |
| Total | 11 | 78,6 | 13 | 76,5 |
| Sem resposta | 3 | 21,4 | 4 | 23,5 |
| Total | 14 | 100,0 | 17 | 100,0 |

Tabela 6 - Distribuição dos respondentes conforme os ruídos cotidianos incômodos

| <i>Tipos de Ruído</i> | <i>Site A</i> | | <i>Site B</i> | |
|------------------------|---------------|----------|---------------|----------|
| | N | % | n | % |
| Transporte ferroviário | 3 | 21,4 | 7 | 41,2 |
| Trânsito | 5 | 35,7 | 2 | 11,8 |
| Construção Civil | 0 | 0,0 | 0 | 0 |
| Total | 8 | 57,1 | 9 | 52,9 |
| Sem resposta | 6 | 42,9 | 8 | 47,1 |
| Total | 14 | 100,0 | 17 | 100,0 |

Tabela 7 - Distribuição dos respondentes de acordo com o período do dia em que os ruídos causam mais incômodo

| <i>Período</i> | <i>Site A</i> | | <i>Site B</i> | |
|----------------|---------------|----------|---------------|----------|
| | N | % | n | % |
| Manhã | 2 | 14,3 | 5 | 29,4 |
| Tarde | 1 | 7,1 | 1 | 5,9 |
| Noite | 4 | 28,6 | 4 | 23,5 |
| Total | 7 | 50,0 | 10 | 58,8 |
| Sem resposta | 7 | 50,0 | 7 | 41,2 |
| Total | 14 | 100,0 | 17 | 100,0 |

Tabela 8 - Distribuição dos respondentes de acordo com os transtornos causados pelos ruídos

| <i>Sintoma</i> | <i>Site A</i> | | <i>Site B</i> | |
|--------------------|---------------|----------|---------------|----------|
| | N | % | n | % |
| Irritabilidade | 4 | 28,6 | 3 | 17,6 |
| Baixa Concentração | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Insônia | 1 | 7,1 | 2 | 11,8 |
| Dor de cabeça | 1 | 7,1 | 4 | 23,5 |
| Total | 6 | 42,9 | 9 | 52,9 |
| Sem resposta | 8 | 57,1 | 8 | 47,1 |
| Total | 14 | 100,0 | 17 | 100,0 |