



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

**ENTAC 2010**

XIII Encontro Nacional de Tecnologia  
do Ambiente Construído

## **NÍVEIS DE RUÍDO URBANO EM SANTA MARIA / RS O CASO DE TRÁFEGO VEICULAR**

**Elizeu Carneiro de Mendonça(1); Dinara Xavier da Paixão(2); Anallu Rosa Barbosa(3);**

(1) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC) – Universidade Federal de Santa Maria, Brasil – e-mail: elizeuarq@gmail.com

(2) Departamento de Estruturas e Construção Civil - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC) – Universidade Federal de Santa Maria, Brasil – e-mail: dinaraxp@yahoo.com.br

(3) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC) – Universidade Federal de Santa Maria, Brasil – e-mail: anallubarbosa@gmail.com

### **RESUMO**

O presente trabalho apresenta um estudo que identifica níveis de pressão sonora em via de grande fluxo viário, inclusive de ônibus, na cidade de Santa Maria - RS. Além das medições, realizou-se um estudo detalhado para identificar a contribuição do ruído veicular. Foram levantados os dados de tráfego, como a quantificação e a caracterização dos tipos de veículos (leves e pesados). Para a avaliação de níveis de pressão sonora foram determinados dois pontos de medição situados na mesma via, mas com situações de relevo e trajeto diferenciados. Avaliou-se o nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderado (LAeq) em dias úteis e finais de semana, em turnos definidos, a partir de uma medição prévia. Concluiu-se que o LAeq máximo foi de 73,3 dB(A) e que em todas as medições realizadas, o turno referente ao final de tarde/entardecer caracterizou os maiores resultados.

Palavras-chave: conforto ambiental, poluição sonora, ruído veicular.

## 1. INTRODUÇÃO

Os estudos sobre ruído de tráfego têm apresentado resultados significativos no controle da poluição sonora e principalmente na interferência na qualidade de vida e dos danos à saúde da população dos grandes centros urbanos.

Desta forma, os índices até agora determinados expressam que ainda há motivo de preocupação à medida que a frota de veículos automotores em todas as modalidades de trânsito tem aumentado, primeiro devido à facilidade de acesso a todas as classes sociais e segundo pela necessidade de locomoção em função do crescimento constante das cidades de médio e grande porte.

Pesquisas relativas a mapeamentos sonoros (NUNES, 1998; PAIXÃO, 2006a; PAIXÃO, 2006b; COLVERO, 2006) demonstram que os valores medidos estão acima dos limites estabelecidos pelas legislações e normas específicas. Embora existam legislações, normas técnicas e códigos municipais, estes se apresentam como pouco substanciais diante da não priorização das questões relacionadas ao desconforto ambiental, que permanece como sendo um grande desafio para as populações urbanas.

Assim como ocorre em grandes centros urbanos, o fluxo viário de Santa Maria – RS é concentrado em determinadas vias, inclusive fazendo com que os pontos de parada de ônibus recebam veículos procedentes de diversas rotas ampliando a circulação de pessoas nesses locais.

O presente trabalho tem o intuito de estudar o ruído produzido pelo fluxo de veículos em uma via central da cidade de Santa Maria – RS, analisando os níveis de pressão sonora emitidos, a relação existente entre o número de passagens dos veículos e os resultados obtidos para posterior avaliação.

### 1.1 Ruído e Ambiente

A palavra ruído é caracterizada por duas formas distintas, sendo uma subjetiva e outra física. Na definição subjetiva, entende-se como toda e qualquer sensação auditiva considerada desagradável ou insalubre ao nosso organismo. No sentido físico define-se como um fenômeno acústico não periódico, sem componentes harmônicos precisos.

O ruído veicular tem sido um fenômeno bastante nocivo não só ao meio ambiente, mas também para a população que permanece por longos períodos exposta a altos níveis de pressão sonora. Segundo Taboada (2007), os efeitos do ruído ambiental sobre o organismo humano podem se manifestar por meio de alterações cardiovasculares, hormonais e respiratórias.

Um dos efeitos produzidos pelo ruído intenso de veículos automotores nas vias é a ocorrência de reflexões nas edificações do entorno que acabam conformando-se em caixas acústicas e fontes transmissoras de ruído, causando desconforto acústico às pessoas expostas.

A contribuição específica do trânsito veicular para poluição sonora ocorre através da emissão de ruídos gerados por motor, escapamento, rotação, atrito de pneus com o solo e do tipo de infra-estrutura urbana como: pavimentação, topografia e sistema viário. Normalmente, são representados por uma superposição das diversas fontes sonoras geradas pelo próprio veículo como: motor (admissão, compressão, ignição e escapamento), dispositivos de transmissão, pneus (calibragem, rodadura e ranhura) e pelas características do tipo de estrutura viária por onde trafega.

São acrescidos, também a esse fenômeno, os chamados ruídos ocasionais que são representados por sons de buzinas, modo de dirigir (troca de marchas com redução e aceleração), regulagens fora de especificação, fatores estes que interferem nos resultados da análise de ruído estatístico.

#### *1.1.1 Legislações e Normas Técnicas vigentes no Brasil*

Legislações e Normas Técnicas que influenciam na questão do ruído veicular urbano no Brasil:

- Norma NBR 10.152/87 - Níveis de Ruído para Conforto Acústico. Define níveis desejáveis segundo o local de permanência em função da atividade a que se destina o espaço físico (ABNT, 1987). Encontra-se em fase de revisão na ABNT.

- Resolução CONAMA nº. 01/1990 que trata da emissão de ruídos de qualquer natureza e sua relação com a saúde e o sossego público, cujo texto faz referência às normas NBR 10.151 e 10.152 da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas (CONAMA, 1990).
- Resolução CONAMA nº. 01/93, que estabelece para veículos automotores nacionais e importados, exceto motocicletas, motonetas, triciclos, ciclomotores, bicicletas com motor auxiliar e veículos assemelhados, nacionais e importados, limites máximos de ruído com o veículo em aceleração e na posição estática (CONAMA, 1993).
- World Health Organization (1999), estabelece as Normas Internacionais relativas ao ruído em comunidades deve considerar diversos aspectos como: a identificação dos efeitos adversos à saúde pública, o perfil da população a ser protegida, os limites aplicáveis segundo os parâmetros descritores de ruído, a metodologia de monitoramento aplicável, os procedimentos coercitivos para se obter a conformidade com as Normas Regulamentares dentro de uma estrutura de tempo definida com medidas de controle da emissão e Normas Regulamentares de emissão, Normas de Imissão (limites para níveis de pressão sonora), identificação das autoridades responsáveis pela coerção e compromisso do recurso.
- Norma NBR 10.151/2000 - Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Define os níveis máximos de ruído em diferentes tipos de zonas. Tem por objetivo principal determinar um método para a medição de ruído em comunidades, aplicando correções nos níveis medidos, quando necessário. Para áreas mistas predominantemente residenciais, os valores recomendados são de 55dB (A) para horário diurno e 50 dB (A) para horário noturno. Caso a zona seja considerada mista com vocação comercial e administrativa, os valores aceitáveis passam a ser respectivamente, 60 dB (A) para o dia e 55 dB (A) para a noite (ABNT, 2000).
- Resolução nº 272 - CONAMA de 10/01/2001 – estabelece que para a fabricação de veículos automotores os limites máximos de emissão de ruídos na condição de aceleração, devem ser de acordo com o que estabelece a Ensaio da aplicação das Normas: NBR ISO 362 e NBR 15.145 (ABNT, 2004).
- Norma NBR 6067/2007 - legislação estabelecida pelo Comitê Brasileiro Automotivo que objetiva a classificação, terminologia e definições relativas a veículos rodoviários automotores, seus rebocados e combinados, de acordo com suas características técnicas e também conforme o Código de Trânsito Brasileiro instituído pela Lei Federal nº. 9503, de 1997.
- Diante dos problemas ambientais causados pela circulação de veículos, no ano de 1986, foi criado o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE, instituído pelo CONAMA, cujo foco principal foi estabelecer legislação específica às montadoras, na segurança dos veículos no sentido de determinar medidas que pudessem efetivar a redução dos índices de poluição do ar referentes à emissão de gases e de ruídos. Para a emissão de ruído por automóveis, motocicletas, caminhões e ônibus foram estabelecidos limites máximos de ruído para veículos novos comercializados no Brasil a partir de Resoluções que após sucessivas atualizações chegaram até a CONAMA nº. 272 de 2000, atualmente em vigor.

## **2 OBJETIVO**

Avaliar níveis de ruído urbano gerado em via com grande fluxo viário localizada em área mista (residencial/comercial) na região central da cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

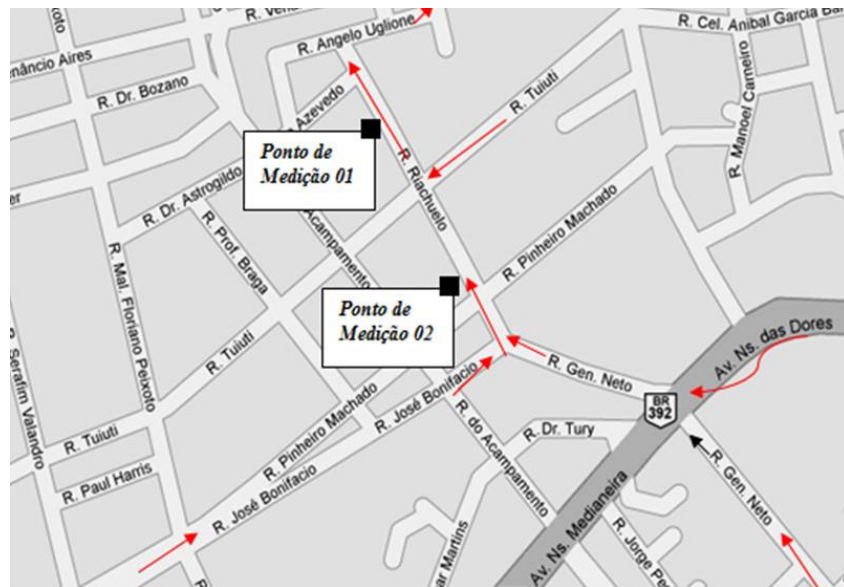
## **3 METODOLOGIA**

O local determinado para a realização das medições foi a Rua Riachuelo (Figura 1), em função de ser a principal via de acesso ao centro da cidade para os veículos vindos das zonas leste, oeste e sul. Foram definidos dois pontos na Rua Riachuelo para a realização do estudo, a partir das características do relevo e equipamentos urbanos.

A figura 2a mostra o ponto de medição 1, que situa-se próximo a um semáforo existente no cruzamento com a Rua Astrogildo de Azevedo e Rua Riachuelo. Em frente ao local medido existe um ponto de ônibus com constantes paradas e acelerações de coletivos. Para a realização das medições nos

ensaios foi estabelecida uma altura do microfone do equipamento de 6,5 m do nível da rua. A distância linear aproximada do microfone ao ponto de ônibus, localizado em frente foi de 12,90 m.

O ponto de medição 2 apresenta características de diferenças de relevo em relação ao ponto de medição 1. Há um declive viário que inicia na esquina da Rua Pinheiro Machado terminando próxima à Rua Tuiuti (Figura 2b). Neste ponto de medição foi considerada a altura do microfone de 4,52 m em relação ao nível do solo. A distância do equipamento em relação à esquina com a Rua Pinheiro Machado foi de 32,85 m e em relação à Rua Tuiuti de 132,60 m.



**Figura 1** - Planta de localização dos pontos de medição



(a)



(b)

**Figura 2** - Rua Riachuelo, vista do nível do ponto de medição 1 e 2

Para aplicação da metodologia, considerou-se a avaliação dos níveis de pressão sonora equivalente e os números de passagens individuais dos diferentes tipos de veículos durante os ensaios. Os resultados para nível de pressão sonora foram comparados com os valores determinados pela NBR 10.151/2000, que estabelece níveis de conforto acústico em comunidades e o Código de Posturas de Santa Maria. A composição do fluxo viário na via foi correlacionada com os níveis obtidos nos ensaios em diferentes dias e distintos horários, demonstrando situações de maior ou menor incidência de pressão sonora. Por fim, relacionaram-se os resultados dos ensaios nos dois locais de medição.

O medidor de nível de pressão sonora utilizado para coleta de dados foi modelo BLUE SOLO - da 01 dB - Metravib, classificação Tipo 1, devidamente calibrado e com ponderação na curva “A”. Foram utilizados dois modelos de softwares para a coleta de dados: o dBBatti, para gerar gráficos correspondentes a cada medição e o dB Trait, que permite na programação do medidor de nível sonoro obter outros parâmetros como, por exemplo,  $L_{10}$ ,  $L_{90}$ ,  $L_{50}$ , desvio padrão, etc.

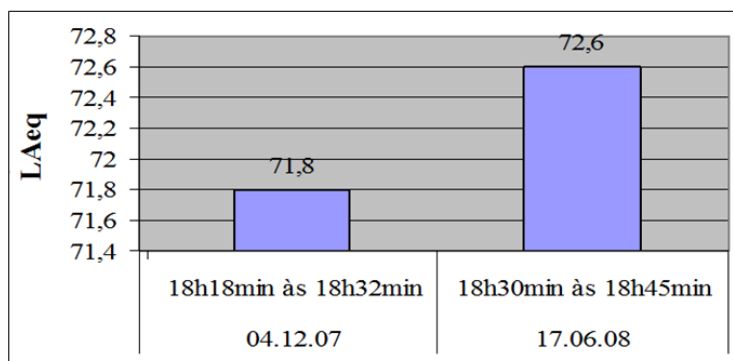
Cada medição foi de quinze minutos, totalizando cento e oitenta valores, sendo um a cada cinco segundos, perfazendo novecentos segundos por medição. O conjunto de medições num intervalo de quinze minutos foi denominado período. Um grupo de períodos medidos caracterizou cada um dos quatro turnos (manhã, meio-dia/ início da tarde, final de tarde/ entardecer e noite) e o conjunto dos turnos, num único dia caracterizou um ensaio. O total de ensaios realizados para este trabalho foi de sete, em estações do ano distintas (verão e inverno), sendo os horários distribuídos, a partir dos resultados encontrados nas medições prévias: 1º Turno: 08h às 09h; 2º Turno: 11h às 14h; 3º Turno: 18h às 19h e 4º Turno: 22h às 24h.

#### 4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Com base nos dados coletados durante as medições prévias estabeleceram-se os horários convenientes para se efetuar as medições. Os fatores preponderantes para essa definição foram: os valores máximos de  $L_{Aeq}$  e a sua relação com o fluxo viário, através da contagem de veículos divididos por categorias: veículos pesados (caminhões e vans), ônibus, motos e veículos leves (automóveis e caminhonetes).

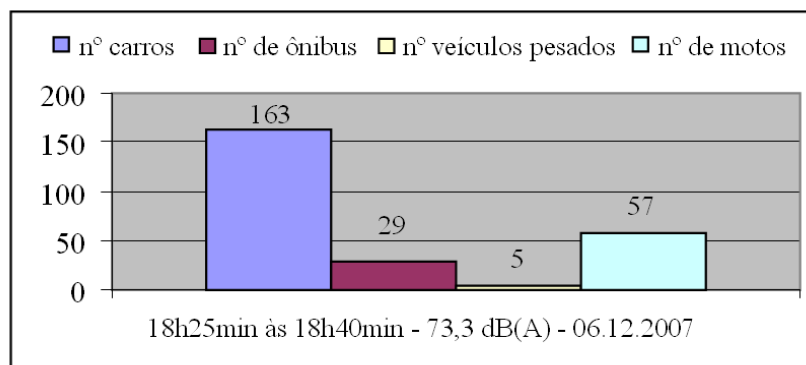
O levantamento da repetibilidade do fluxo viário dos ônibus foi realizado através de uma planilha específica, onde contabilizou-se o número de passagens desses veículos durante os ensaios. No decurso desse procedimento anotou-se o número identificador e a respectiva empresa de transporte urbano, com o objetivo de registrar a quantidade de vezes que o mesmo coletivo passava durante um turno de medição, obtendo-se desta forma um perfil preciso desse tipo de fluxo viário.

O gráfico 1 mostra os resultados obtidos nas medições realizadas em terças-feiras no ponto de medição 1. Observa-se nesse gráfico que nas medições realizadas no dia 04/12/07 o maior  $L_{Aeq}$  obtido foi de 71,8 dB(A). Esse valor caracterizou, coincidentemente, o valor máximo nas medições realizadas no primeiro e terceiro turnos. Entretanto, o maior resultado foi de 72,6 dB (A), obtido no dia 17/06/08, no terceiro turno.



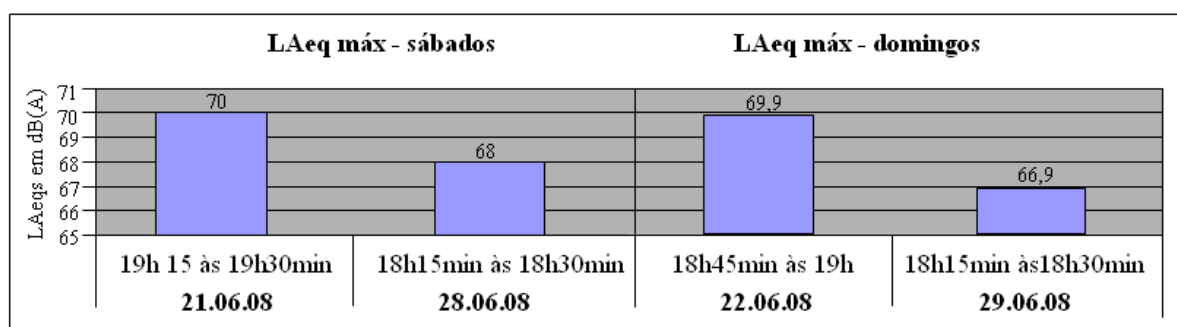
**Gráfico 1** – Valores máximos de  $L_{Aeq}$  obtidos em medições nas terças-feiras.

O maior valor obtido em todas as medições realizadas foi de  $L_{Aeq} = 73,3$  dB(A), encontrado no ponto de medição 1, numa quinta-feira dia 06/12/2007, no final da tarde. Observa-se no gráfico 2 que esse nível de pressão sonora coincide com um tráfego de veículos constituído em sua maioria por automóveis e motos.



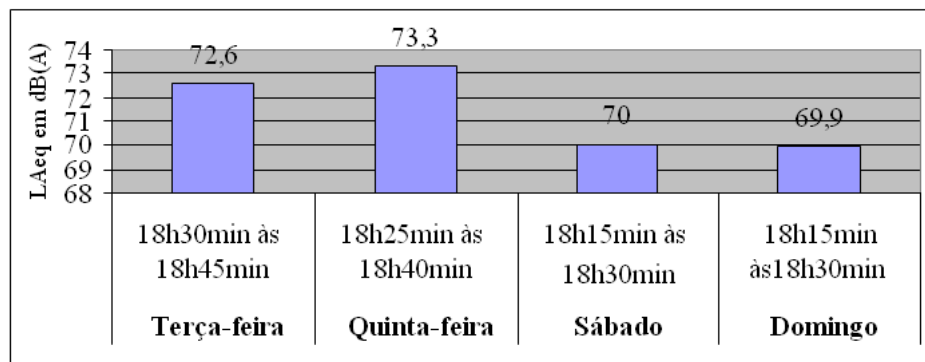
**Gráfico 2** – Número de veículos no período de maior LAeq.

No gráfico 3 estão relacionados os maiores resultados obtidos nos sábados e domingos, em ambos os pontos de medição. O gráfico mostra valores de 70 dB (A), no dia 21/06/08 nas medições realizadas no ponto 2 e, ao mesmo tempo, apresenta um valor de 68 dB (A), no dia data de 28/06/08, sendo resultante da medição feita no ponto 1. Nos domingos, os valores máximos de LAeq obtidos resultaram 69,9 dB (A) referente à data de 22/06/08, no ponto 2. O LAeq de 66,9 dB (A) caracteriza o valor obtido na medição realizada em 29/06/08, no ponto 1.



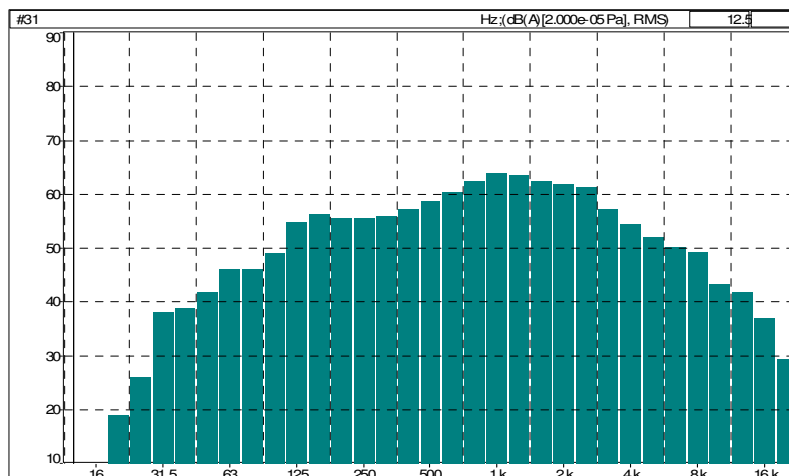
**Gráfico 3** – Valores máximos de LAeq medidos aos sábados e domingos em ambos os pontos.

Nesse trabalho avaliaram-se os níveis de ruído urbano com componente veicular em área mista (residencial/comercial), na Rua Riachuelo, em Santa Maria – RS. O resultado final dos maiores valores obtidos em todas as medições realizadas está expresso no gráfico 4, onde observa-se que o horário de maior incidência de ruído é o final da tarde. Os dois primeiros valores são oriundos do ponto de medição 1, totalizando 72,6 dB (A) em terça-feira e 73,3 dB (A) em quinta-feira. Os demais valores foram obtidos nas medições realizadas no ponto 2: 70 dB (A) no sábado e 69,9 dB (A) no domingo.

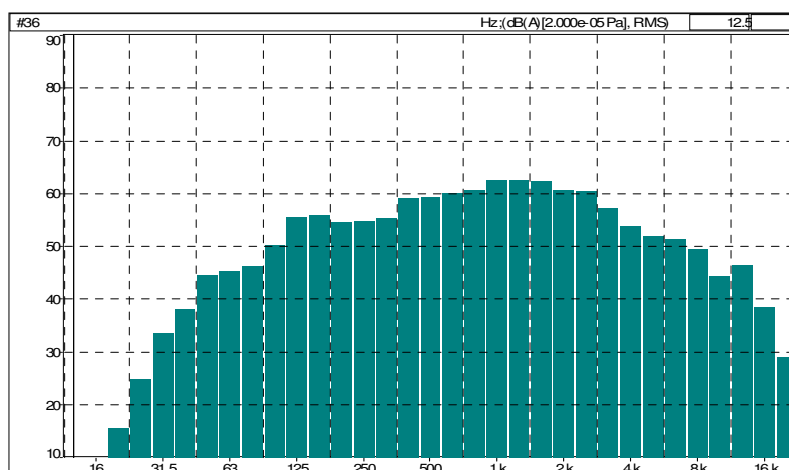


**Gráfico 4** – Valores máximos de LAeq das medições realizadas em todos os dias analisados.

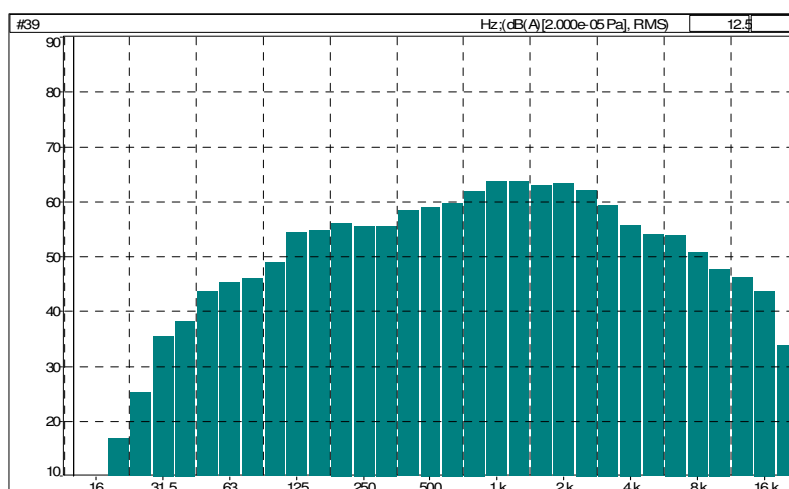
Os gráficos 5, 6 e 7 exemplificam os espectros obtidos nos períodos de maiores LAeq em três turnos de uma terça-feira. No eixo das abscissas estão representadas as frequências em Hz, enquanto que no eixo das ordenadas apresentam-se as oscilações obtidas em cada estágio, em dB(A), das medições elaboradas por períodos de quinze minutos.



**Gráfico 5** – Espectro dos valores máximos de LAeq em dB(A) obtido na medição do 1º turno de 17/06/2008



**Gráfico 6** – Espectro dos valores máximos de LAeq em dB(A) obtido na medição do 2º turno de 17/06/2008



**Gráfico 7** – Espectro dos valores máximos de LAeq em dB(A) obtido na medição do 3º turno de 17/06/2008

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na comparação dos níveis de pressão sonora equivalente com os valores determinados pela legislação que estabelece níveis de conforto acústico em comunidades, concluiu-se que os valores encontrados estão acima dos estabelecidos pela NBR 10.151/2000 e pelo Código de Posturas da cidade de Santa Maria-RS em ambos os pontos medidos, inclusive em horários noturnos e em finais de semana. Os valores da NBR 10151/2000 e do Código de Posturas coincidem em 55 dB (A) para horário noturno e 60 dB (A) para diurno na zona considerada. Nas medições realizadas os níveis equivalentes ponderados em "A" foram superiores a 60 dB (A) nas medições noturnas e nas diurnas superiores a 68 dB (A), exceto em domingos pela manhã, quando houve um valor de 61 dB (A), no primeiro horário medido em 29/06/08, no intervalo entre 07h15min às 07h 30min.

Ressalta-se que em todas as medições os valores máximos de LAeq não possuíram uma relação direta com a maior passagem no total de veículos e nem com a classificação com os tipos por categoria (leves, pesados, motocicletas).

O maior LAeq medido foi de 73,3 dB (A), quando constatou-se a passagem de 254 veículos no intervalo entre 18h25min e 18h40min, no dia 06/12/07, em quinze minutos. É importante salientar que o número máximo entre todos os totais de passagem de veículos foi de 266, quando o LAeq constatado foi de 71,4 dB (A), menor em relação ao número de passagens que constatou o maior LAeq.

Observou-se que o fluxo total de veículos nos dias de semana variou de 135 a 266 com exceção de um período noturno quando chegou a totalizar apenas 78 unidades. No caso dos ônibus observou-se que o número de passagens em dias de semana, nos diversos horários medidos, variou de 21 a 40, exceto no período noturno, quando há um decréscimo, chegando a um intervalo de 7 a 12 veículos.

No confronto dos níveis obtidos nos ensaios em diferentes dias e distintos horários, percebeu-se que, nos turnos de medições realizadas em finais de tarde / entardecer, foram obtidos os valores máximos de LAeq, demonstrando situações de maior flutuação nos índices. Os horários noturnos e medições de finais de semana caracterizaram-se por valores menores de LAeq.

Nos resultados obtidos aos finais de semana, em ambos os pontos de medição, observou-se que os índices encontrados no ponto de medição 2 foram os mais altos. Nas medições referentes aos sábados, nesse local, o maior LAeq foi de 70 dB (A) e em domingos, o maior LAeq foi de 69,9 dB (A), no entardecer.

Desta forma, constata-se que embora tenha havido redução de níveis sonoros, em comparação com trabalhos realizados em anos anteriores (NUNES, 1998; PAIXÃO, 2006a; PAIXÃO, 2006b; COLVERO, 2006) e em locais próximos ao estudado, o ruído de trânsito na cidade de Santa Maria - RS ainda se mantém fora do que é estabelecido pelos os órgãos de fiscalização.

No Brasil, o ruído de tráfego não é tratado de forma adequada, pois quase nunca é considerado na implementação dos instrumentos de planejamento e gestão urbanos. As medidas a serem tomadas com o propósito de inverter esse processo não podem ser incipientes pela gestão e pela comunidade que precisa ter conhecimento da importância de sua participação no processo de redução de níveis sonoros em zonas urbanas.

## 6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.152:** Níveis de ruído para o conforto acústico. Rio de Janeiro, 1987.

\_\_\_\_\_. **NBR 10.151:** Avaliação do nível de ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Rio de Janeiro, 2000.

\_\_\_\_\_. **NBR 15.145:** Medição de ruído emitido por veículos rodoviários automotores em aceleração – Método de engenharia. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR 6067:** veículos rodoviários automotores, seus rebocados e combinados. Rio de Janeiro, 1989.



COLVERO, J. L.; BARBO, M. N.; POLL, B. J. ; TANURI, E. P.; MENDONZA, E. ; DONDE, A.; PIMENTEL, J. M.; PAIXÃO, D. X. . NÍVEIS DE RUÍDO EM CRUZAMENTOS SEMAFORIZADOS DE SANTA MARIA - RS. In: XXI Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica e I Simpósio de Acústica de Salas, 2006, São Paulo. XXI Encontro da SOBRAC e I SIBRASE, 2006.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução CONAMA nº. 01/93, de 11 de fevereiro de 1993. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=124>>. Acesso em: fev. 2009.

\_\_\_\_\_. Resolução CONAMA nº. 272/2000, de 14 de setembro 2000.. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=270>> Acesso em: fev. 2009.

GERGES, S. N. Y. **Ruídos: fundamentos e controle**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1992. 600p.

NUNES, M. F. O. **Estudo do ruído de tráfego veicular urbano em interseções semaforizadas no centro de Santa Maria – RS**. 1998. 75 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) -Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1998.

PAIXÃO, D. X. ; NUNES, M. F. O. ; COLVERO, J. L. ; BARBO, M. N. ; POLL, B. J. ; TANURI, E. P. ; MENDONZA, E. ; DONDE, A. ; PIMENTEL, J. M. . A EVOLUÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO URBANO EM SANTA MARIA/RS - O caso de cruzamentos semaforizados. In: XXI Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica e I Simpósio de Acústica de Salas, 2006, São Paulo. A evolução dos níveis de ruído urbano em Santa Maria/RS - O caso de cruzamentos semaforizados, 2006a.

PAIXÃO, D. X. ; NUNES, M. F. O. . RUÍDO URBANO: MONITORAMENTO E CONSCIENTIZAÇÃO. In: 2º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, 2006, Braga - Minho. Anais do II PLURIS, 2006b.

PINTO, R. **Uma proposta para viabilizar as medições necessárias à vistoria do ruído veicular na condição de parado, nos postos do DETRAN, no Estado do Rio de Janeiro**. 2006. 184 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, 2006.

SANTA MARIA. Câmara Municipal. **Lei municipal nº 2237/81**, de 30 de dezembro de 1981. Institui o Código de Posturas do Município e dá outras providências. Santa Maria, 1981. Disponível em: [http://www.camara-sm.rs.gov.br/index.php?option=com\\_content&task=category&sectionid=9&id=198&Itemid=73](http://www.camara-sm.rs.gov.br/index.php?option=com_content&task=category&sectionid=9&id=198&Itemid=73). Acesso em: dez. 2008.

SOUZA, D. da S. **Instrumentos de gestão de poluição sonora para a sustentabilidade das cidades brasileiras**. 2004. 562 f. Tese (Doutorado em Ciências em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro, 2004.

TABOADA, D. B. **Efectos del ruído sobre la salud**. Madrid, Spain, 2007. Disponível em: < [http://www.ruidos.org/Documentos/Ruido\\_y\\_Salud.pdf](http://www.ruidos.org/Documentos/Ruido_y_Salud.pdf)>. Acesso em: dez. 2008.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, **Guidelines for Community Noise**, 1999. Disponível em: < <http://www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html> >. Acesso em: dez. 2008.