

Avaliação do Ruído em Diferentes Tipologias de Pavimentos no Município de Frederico Westphalen/RS

Klamt. Rodrigo A.^{a,*}, Da Silva. Bruna^b, Schovanz. Dioice^c

^a *Professor e mestre da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões URI – Campus de Frederico Westphalen.*

^b *Graduanda em Engenharia Civil na Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões URI – Campus de Frederico Westphalen.*

^c *Mestranda em Engenharia Civil na IMED*

^d *URI, Rua Assis Brasil 709, Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, Brasil*
e-mails: klamt@uri.edu.br, brunasilva133@hotmail.com, dioice.s@hotmail.com

Resumo

Com o crescimento desordenado das cidades tornam-se evidentes problemas de âmbito social e econômico, essencialmente na infraestrutura de urbanização. Assim ocorre um impacto decorrente do aumento do nível de ruído, principalmente em locais densamente povoados. Dessa forma, buscou-se avaliar a influencia das tipologias de revestimento de algumas vias no município de Frederico Westphalen/RS, quanto ao nível de ruído emitido. utilizando embasamento na metodologia imposta na norma ISO 11819-1 (1997), o Método Estatístico de Passagem (SPB), foi possível verificar que as vias com revestimento paralelepípedo em estado de conservação precário apresentaram-se com índice estatístico de passagem mais elevado. No estudo das vias com revestimento asfáltico, o trecho ASF2, apresentou o menor índice de ruído, concluindo-se que na tipologia de revestimento asfáltico a velocidade influencia no nível de ruído gerado pelo contato pneu/pavimento. Por fim, em termos gerais, analisando as 8 vias em estudo, o pavimento com revestimento paralelepípedo é a melhor opção em centros urbanos, com valor médio de ruído 72,5 dB, enquanto o revestimento asfáltico apresentou ruído médio de 72,9 dB. Mas, destaca-se que o ruído em revestimentos de paralelepípedo é menor que em revestimento asfáltico pela tendência dos veículos circularem em menor velocidade na vias de pedra irregular.

Palavras Chave – Conservação, Pavimento, Ruído, Usuário.

1. Introdução

Com o grande crescimento das cidades tornam-se evidentes problemas de âmbito social e econômico, essencialmente na infraestrutura de urbanização. Aliado a isso, o aumento desenfreado da frota automobilística é destaque nos problemas gerados neste meio, que é o aumento do nível de ruído, principalmente em locais com volume de tráfego elevado [1].

Para [2], a constante emissão de poluentes e ruídos, provenientes de fontes domésticas e industriais, afetam diretamente as cidades nos dias atuais, tendo como o mais importante emissor de ruído o tráfego motorizado, podendo comprometer a saúde e o conforto dos habitantes.

Vários estudos vêm sendo realizados no âmbito de poluição sonora do meio em que se vive, sendo que as descobertas tornaram-se de maior preocupação por parte da população. Para [3] além de afetar a qualidade de vida, a poluição sonora acaba provocando alguns danos severos para a saúde humana, como por exemplo: perturbação do sono, perturbação na falta de atenção, perda auditiva, estresse, cansaço, aumento da pressão arterial, dores de cabeça, entre outros.

*Autor en correspondencia.

Como já se é sabido o modal rodoviário possui importantíssimo papel na economia e no cotidiano dos brasileiros, porém não se pode deixar de citar o grandioso efeito ambiental causado pela implantação das vias e, posteriormente, pelo uso operacional dos veículos. Pode-se observar o aumento dos índices de desvalorização das residências situadas em localidades com alta poluição sonora, apresentando assim um novo conjunto de fatores a serem estudados, almejando alternativas capazes de minimizar o ruído emitido pela modal rodoviária [4].

Entretanto a correlação entre ruído emitido pelo veículo para com o desempenho da via é substancial, estando ligada á conservação que o revestimento possui. Ou seja, pavimentos urbanos e rodoviários apresentam defeitos relacionados a deterioração dos materiais que o compõem, apresentando, então, a necessidade de manutenção, para sua correção, para assim, fornecer condições de circulação para o usuário, além de segurança, conforto e economia [5].

Com o crescente aumento de pesquisas relacionadas a métodos que visam melhorar a qualidade dos pavimentos, tanto no caso de medição de ruídos quanto do índice de Serventia Atuarante, busca-se aqui mostrar que é possível chegar a soluções adequadas para o conforto do usuário das vias.

Dessa forma, busca-se avaliar a influencia das tipologias de revestimentos de algumas vias do perímetro urbano no município de Frederico Westphalen/RS, quanto ao nível de ruído causado nas vias em estudo. Especificamente, nesta primeira etapa, buscou-se avaliar a ruído em vias com revestimento asfáltico e de paralelepípedo, de forma a apontar qual dos revestimentos em estudo é o mais indicado para o perímetro urbano, considerando o bem comum dos usuários.

2. Metodologia

O Método Estatístico de Passagem (SPB) avalia a influência da superfície da rodovia sobre o ruído gerado pelo tráfego. Segundo [6] este método consiste em medir pressão sonora (com filtro ponderador tipo A) de veículos individuais que estão passando por um ponto de referencia na rodovia, bem como a sua velocidade. Cada veículo medido é classificado em leve, pesado com dois eixos ou pesado com mais de dois eixos.

As rodovias, por sua vez, são classificadas em três categorias, de acordo com a velocidade de uso. As velocidades de referencia são as seguintes [7]:

- Rodovias de baixa velocidade: de 45 a 64 km/h e velocidade de referencia de 50 km/h (Áreas Urbanas);
- Rodovias de média velocidade: de 65 a 99 km/h e velocidade de referencia de 80 km/h (Áreas suburbanas ou Estradas Rurais);
- Rodovias de alta velocidade: de 100 km/h ou mais e velocidade de referencia de 110 km/h (Área Rural ou Suburbanas).

Cabe destacar que as rodovias em estudo são classificadas em rodovias de baixa velocidade, por estarem situadas em vias urbanas.

A normativa ainda apresenta alguns fatores importantes a serem observados durante a realização das medições:

- a) A extensão da pista deve ter no mínimo 30 m para ambos os lados a partir da posição do microfone, para velocidades altas esta distância deve ser de 50 m;
- b) O trecho deve ser nivelado e plano;

- c) A rodovia deve estar em boas condições, a não ser que a intenção seja estudar o efeito de tal condição;
- d) O volume de tráfego deve conter o mínimo de veículos necessários para atender á [7].

A [7] aborda também a separação de categorias de veículos para a realização do ensaio (Fig. 1), quanto á classificação dos veículos, para assegurar que não ocorram erros aleatórios em números inaceitavelmente elevados. Portanto, deve-se medir-se o seguinte número de veículos, dentro de cada categoria de veículos:

- Categoria 1 (automóveis): mínimo 100;
- Categoria 2a (veículos pesados de eixo duplo): Mínimo 30;
- Categoria 2b (veículos pesados de eixo múltiplo): mínimo 30;
- Categorias 2a e 2b em conjunto (veículos pesados): mínimo 80.

Ou seja, se houver 30 veículos na categoria 2a, serão necessários 50 veículos dentro da categoria 2b a fim de que as categorias 2a e 2b conttenham em conjunto, pelo menos, 80 veículos. A estipulação de número mínimo deve-se ás exigências de precisão, por oposição ao tempo necessário para medir o número desejado de veículos no tráfego real.

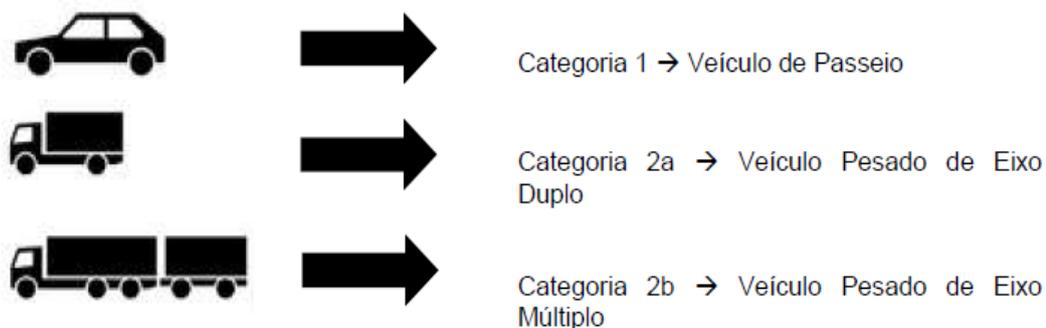


Fig. 1. Classificação dos veículos de acordo com a ISO 11819-1 (1997)

As medições foram efetuadas apenas para veículos com suas passagens individuais, podendo assim ser distinguido acusticamente de outro tráfego na rodovia [8].

Após a escolha das vias urbanas, foram realizadas as avaliações dos níveis de pressão sonora, utilizando o Método Estatístico de Passagem (SPB).

A metodologia empregada foi escolhida com embasamento de que o decibel (dB) é a unidade logarítmica que expressa à razão entre pressão sonora que está sendo medida e uma referencia. Partindo do princípio que o som é composto por uma variedade de frequências, todavia o ouvido humano é capaz de sentir apenas parte desta frequência, e os medidores de ruído são capazes de selecionar tais frequências e a escala A dos sonômetros é a que melhor representa a percepção humana.

Para realizar a avaliação do ruído conforme a normativa, o sonômetro foi posicionado a 1,20 m de altura em relação ao nível da rodovia e a 7,50 m do centro da faixa de rolamento.

Segundo [9] os métodos SPB têm vantagens, mas também algumas desvantagens que entram em vigor especialmente em ambientes urbanos, abordando que as principais fontes de problemas são o tráfego denso com poucas passagens de veículos e a presença de objetos refletoras e/ou de rastreamento próximos da posição do microfone. Mediante a esta problemática, [9] retrata que parte destes reflexos podem ser removidos se o microfone for usado com uma placa de apoio de chamada, que

funciona protegendo o microfone de qualquer ruído vindo de trás enquanto capta os níveis de ruídos medidos.

Neste estudo foi utilizado o Método da Variante de Placa de Apoio, indicado na Fig. 2, para complementar à exatidão do SPB, o qual consiste na utilização de um microfone embutido em uma placa retangular de madeira com lados de 1,20 metros de altura e 1,00 metro de largura, que reflete o som para realizar medições de ruído em área urbana.



Fig. 2. Utilização do método da Placa de Apoio

Para este ensaio, realizado no perímetro urbano, segundo a [7] definiu-se que a velocidade de referência é 50 km/h. Logo foi delimitada uma distância nas vias urbanas escolhidas para realizar o cálculo da velocidade do veículo passante, onde foram medidos apenas os veículos que se encaixaram em qualquer uma das categorias. A equação (1) foi utilizada para calcular a velocidade do veículo.

$$V_{média} = \frac{100}{t} \times 3,6 \quad (1)$$

Onde:

- $V_{média}$: Velocidade média (Km/h)
- t: Tempo (s)

Houve a necessidade de realizar uma subtração na medida de ruído encontrada para cada veículo no ensaio SPB, chamada de diferença entre os níveis de pressão sonora ponderada para as medidas de apoio e campo livre. Esta adequação no valor encontrado foi de 5 dB, sendo este o valor descontado da pressão sonora encontrada [9].

Para o cálculo do índice estatístico de passagem (SPBI) fez-se uso da (2), levando em consideração o uso dos fatores preponderantes e as velocidades que a norma impôs, que estão expressos na Tabela 1.

$$SPBI = 10 \log [W_1 \times 10^{\frac{L_1}{10}} + W_{2a} \left(\frac{V_1}{V_{2a}}\right) \times 10^{\frac{L_{2a}}{10}} + W_{2b} \left(\frac{V_1}{V_{2b}}\right) + 10^{\frac{2b}{10}}] \quad (2)$$

Onde:

- SPBI: índice estatístico de passagem (*Statistical Pass-By Index*), para uma média entre veículos leves e pesados;
- L_1, L_{2a}, L_{2b} : valores de pressão sonora para as respectivas categorias de veículo, em dB(A);
- W_1, W_{2a}, W_{2b} : fatores que presumem as proporções das respectivas categorias de veículo, de acordo com a Tabela 1;
- V_1, V_{2a}, V_{2b} : velocidades de referência das respectivas categorias dos veículos, de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1: Velocidade de Referência (Vref) e Fatores Preponderantes

Categoria do Veículo	Nível de Velocidade do Veículo					
	Baixa		Média		Alta	
	Vref (km/h)	Wx	Vref (km/h)	Wx	Vref (km/h)	Wx
Ligeiro	50	0,900	80	0,800	110	0,700
Pesado de 2 eixos	50	0,075	70	0,100	85	0,075
Pesado multi-eixos	50	0,025	70	0,100	85	0,225

Para tanto, os níveis de ruído dos veículos passantes foram gravados, assumindo-se determinadas proporções das categorias dos veículos, fornecendo um único índice que constituiu o resultado final, ou seja, o Índice Estatístico de Passagem (SPBI), sendo que este índice foi usado na comparação de superfícies das vias estudadas.

2.1. Escolha das Vias

As vias urbanas a serem avaliadas estão localizadas na cidade de Frederico Westphalen/RS, sendo que as mesmas foram selecionadas seguindo os critérios especificados em [7], para avaliação do ruído do pavimento pelo Método Estatístico de Passagem.

Para a aplicação prática deste estudo foram escolhidas quatro vias por tipo de revestimento (revestimento asfáltico e revestimento paralelepípedo), duas vias com o estado do revestimento mais precário, para que assim possibilite a realização comparativa com o estado do revestimento quanto ao ruído.

Assim, as oito vias selecionadas estão descritas conforme segue:

- Rua Maurício Cardoso – Revestimento Asfáltico (denominação: ASF1). Este trecho apresenta-se visualmente em um bom estado de conservação, com característica de fluxo médio de veículos pesados.
- Avenida João Muñiz Reis – Revestimento Asfáltico (denominação: ASF2). Este trecho apresenta-se visualmente em um estado de conservação mais deteriorado, com característica

de funcionamento de faixa simples, possuindo grande fluxo de veículos leves e fluxo médio de veículos pesados.

- Rua Um – Revestimento Asfáltico (denominação: ASF3). Este trecho apresenta-se visualmente em um bom estado de conservação, com característica de funcionamento de faixa simples, possuindo médio fluxo de veículos leves e médio fluxo de veículos pesados.
- Rua Duque de Caxias – Revestimento Asfáltico (denominação: ASF4). Este trecho apresenta-se visualmente em um estado de conservação mais precário, com característica de funcionamento de faixa simples, possuindo fluxo médio de veículos leves e fluxo médio de veículos pesados.
- Rua Presidente Kenedy – Revestimento Paralelepípedo (denominação: PAR1). Este trecho apresenta-se visualmente em um bom estado de conservação, com característica de funcionamento de faixa simples, possuindo médio fluxo de veículos leves e fluxo baixo de veículos pesados.
- Rua Carlos Gomes – Revestimento Paralelepípedo (denominação: PAR2). Este trecho apresenta-se visualmente em um estado de conservação mais deteriorado, com característica de funcionamento de faixa simples, possuindo médio fluxo de veículos leves e fluxo baixo de veículos pesados.
- Avenida Industrial – Revestimento Paralelepípedo (denominação: PAR3). Este trecho apresenta-se visualmente em um bom estado de conservação, com característica de funcionamento de faixa simples, possuindo médio fluxo de veículos leves e médio fluxo de veículos pesados.
- Rua Monsenhor Vitor Batistella – Revestimento Paralelepípedo – (denominação: PAR4). Este trecho apresenta-se visualmente em um estado de conservação mais precário, com característica de funcionamento de faixa simples, possuindo médio fluxo de veículos leves e baixo fluxo de veículos pesados.

A localização das vias em estudo, na cidade de Frederico Westphalen/RS, são mostradas na Fig.

3.

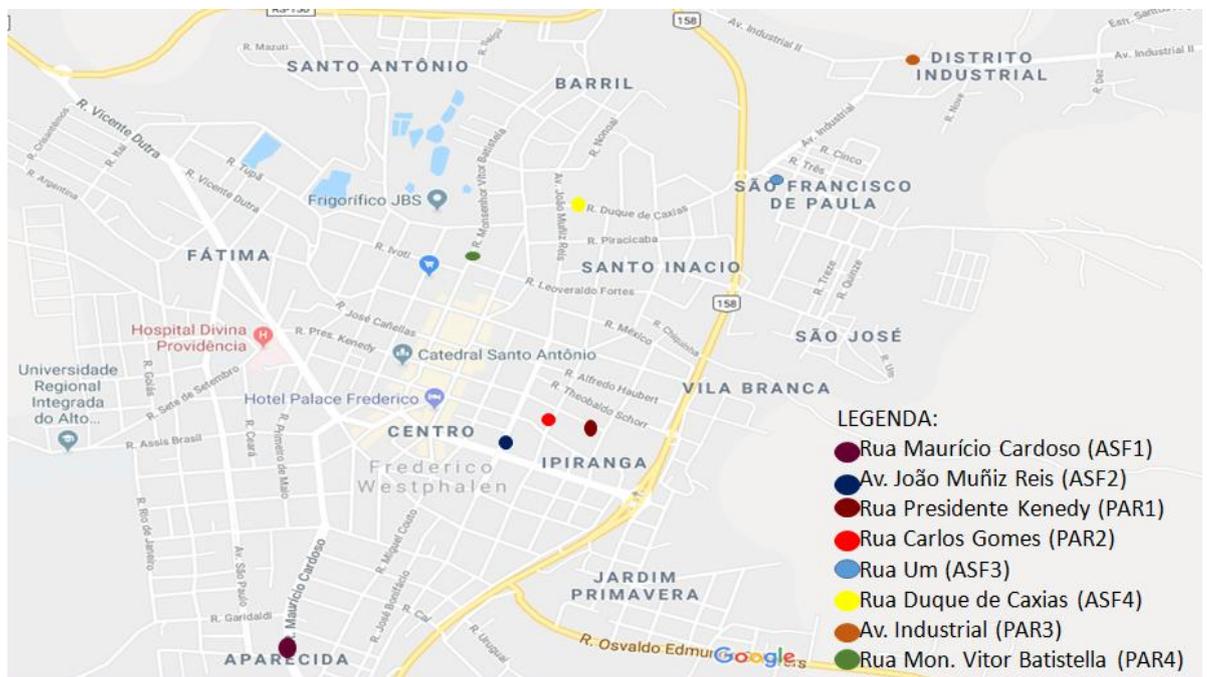


Fig. 3. Identificação das vias no município de Frederico Westphalen.

3. Resultados e Discussões

Com a compilação dos resultados segundo a metodologia SPBI, resultou-se na comparação apresentada na Fig. 4, que apresenta a diferença do índice estatístico de passagem entre as oito vias em estudo.

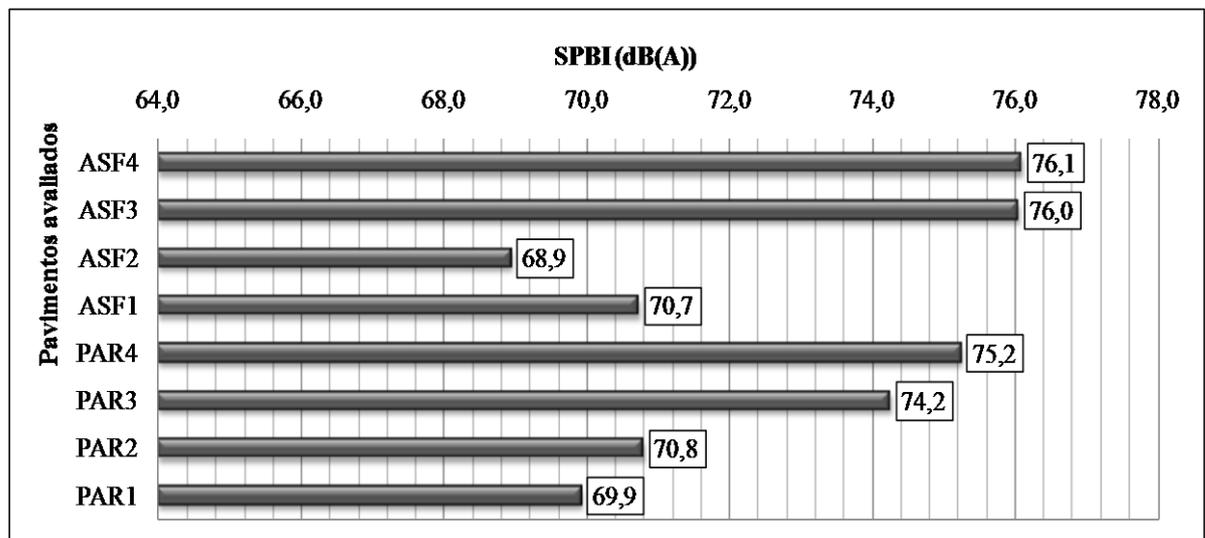


Fig. 4. Gráfico com o Resultado Comparativo do Nível de Pressão Sonora (dB-A)

Ao analisar a Fig. 4, a qual apresenta os diferentes níveis de ruídos emitidos pelos pavimentos, com os dados já qualificados, ou seja, o SPBI de cada pavimento estudado, observa-se que, ASF4 apresentou o maior índice estatístico de ruído emitido, no entanto, os pavimentos de revestimento asfáltico em estado ótimo (ASF1 e ASF3) apresentaram ruído maior se comparado ao ASF2,

evidenciando neste caso que o pavimento em melhores condições visualmente não apresentou o melhor desempenho perante o ruído eminente.

Já, para os pavimentos com revestimento de paralelepípedo registrou-se um melhor desempenho o trecho denominado PAR1 (paralelepípedo em estado regular), assim como foi pré-determinado visualmente. O trecho PAR4 (paralelepípedo em estado ruim) teve um índice mais elevado de ruído, o qual ocorreu pela irregularidade do pavimento.

Em todos os casos analisados, a influência da velocidade do veículo foi percebida como um fator que pode ter ocasionado diferença de ruído gerado em algumas das vias em estudo.

4. Conclusões

Com o estudo foi possível ter uma conclusão de que o ruído do contato pneu/pavimento não depende apenas do estado de conservação da via, mas também de outros fatores, sendo o principal deles a velocidade. No estudo as vias com revestimento paralelepípedo em estado de conservação precário apresentaram-se com um índice estatístico de passagem mais elevado. No estudo das vias com revestimento asfáltico, o trecho ASF2 (trecho com estado de conservação precário), apresentou o menor índice de ruído, pode-se assim concluir que na tipologia de revestimento asfáltico a velocidade tem grande influência no nível de ruído gerado pelo contato pneu/pavimento, pois em estados de conservação melhores os veículos tendem a andar em velocidades maiores, influenciando o valor de ruído de contato pneu-pavimento.

Por fim, em termos gerais, analisando as 8 vias em estudo, o pavimento com revestimento paralelepípedo é a melhor opção em centros urbanos, com valor médio de ruído 72,5 dB, enquanto o revestimento asfáltico apresentou ruído médio de 72,9 dB. Mas, é importante destacar que o ruído em revestimentos de paralelepípedo é menor que em revestimento asfáltico pela tendência de os veículos circularem em menor velocidade na via de pedra irregular, pois se comparasse os dois tipos de revestimento com veículos em mesma velocidade a tendência era de o revestimento asfáltico gerar menor ruído.

Referências

- [1] KNABBEN, Ramon Mendes. Estudo do Ruído Pneu-Pavimento e da Absorção Sonora em Diferentes Revestimentos de Pavimento. Universidade Federal de Santa Catarina – Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Florianópolis, 2012.
- [2] TORRES, Margarida et al. Saúde e bem-estar em meio urbano: das políticas à prática. Revista Portuguesa de Saúde Pública, v. 31, n. 1, p. 95-107, 2013.
- [3] CRUZ, Cindy Johanna Ferreira. Avaliação do Impacto Acústico Produzido pela Intervenção Urbanística na Praça do Toural e Envolvente, Guimarães. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil/ Planejamento e Infraestrutura de Transporte – Universidade do Minho. Setembro de 2013.
- [4] SPECHT, Luciano Pivoto et al. Causas, formas de medição e métodos para mitigação do ruído decorrente do tráfego de veículos. Revista Tecnologia, v. 30, n. 1, p. 12-26, 2009.
- [5] PEREIRA, Antonio Carlos Oquendo. Influência da Drenagem Subsuperficial no Desempenho de Pavimentos Asfálticos. Escola Politécnica de São Paulo – Dissertação de Mestrado para obtenção do título de Mestre em Engenharia. São Paulo, 2003.
- [6] SPECHT, Luciano Pivoto, et al. Avaliação do ruído através do SPBI (*Statistical Pass-By Index*) em diferentes pavimentos. Rem: Revista Escola de Minas 62.4 (2009): 439-445.

- [7] ISO 11819-1. Acoustics – Method for Measuring the Influence of Road Surfaces on Traffic Noise – Part 1: Statistical Pass-By Method. Geneva, Switzerland, 1997.
- [8] SANTOS, Adriana Paula da Silva. Estudo da eficácia na redução do ruído de tráfego em pavimentos Drenantes. 2007. Tese de Mestrado, Universidade do Minho.
- [9] HAIDER, Manfred. Noise classification methods for urban road surfaces. User manual: Measurement methods. European Commission dg Research Sixth framework Programmed priority 6 sustainable development, global change & ecosystems integrated project. 2006.