

## DETERMINAÇÃO DE NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA PARA DIFERENTES TIPOS DE PAVIMENTOS

**Igor Marques F. Costa**  
**Edwin Francisco F. Silva**  
**Wesley Cândido de Melo**  
**Fabiana Serra de Arruda**  
**Pedro S. Aguiar Malheiros**  
**Renato Alves Duarte**  
Universidade de Brasília

### RESUMO

Este trabalho pretende obter, de forma integrada, o ruído ambiental, ocasionado pelo fluxo de tráfego e as características acústicas de vários pavimentos rodoviários, sob o ponto de vista de indicadores acústicos e psicoacústicos. Atualmente, são vários os métodos que possibilitam avaliar o ruído de interação pneu-pavimento, sendo o mais vantajoso, do ponto de vista da gestão da qualidade da rede rodoviária, o da proximidade imediata (CPX). O método CPX consiste essencialmente na medição do ruído resultante da interação de um pneu de ensaio e o pavimento, recorrendo ao uso de 2 ou mais microfones colocados nas proximidades do pneu, montados num veículo. Nas análises, as patologias encontradas no pavimento flexível, foram classificadas em médias e altas. Pode-se observar que nas patologias do pavimento flexível de grau médio, quanto maior for a velocidade, menor será a variação do nível da pressão sonora. No pavimento flexível de grau alto será o inverso.

### 1. INTRODUÇÃO

No que tange à poluição sonora causada pelo tráfego veicular, observa-se que ela é uma das principais formas de poluição ambiental, sendo responsável por impactos negativos que geram prejuízos ao meio ambiente e à qualidade de vida. Pode, ainda, interferir no sono e nas atividades dos indivíduos, incluindo a concentração e a comunicação (Berglund, 1999). O ruído na fonte provocado pela interação pneu/pavimento depende de muitos fatores: modelo e idade do veículo; peso por eixo; pressão de inflação dos pneus; tipo e tamanho dos pneus (para neve, esportivo, para lama etc.); temperatura; textura e material de composição dos pneus e; superfície da rodovia (textura, qualidade, umidade e temperatura). Seus mecanismos de geração são bastante complexos e não são completamente entendidos, principalmente por acontecerem de maneira simultânea (Callai *et al.*, 2009).

A exposição humana a altos níveis de ruído ocasiona respostas involuntárias e inconscientes do organismo a esse estímulo. As principais alterações fisiológicas reversíveis são: dilatação das pupilas; hipertensão sanguínea; mudanças gastrintestinais; reações musculares e; vasoconstrição das veias. Além dessas alterações fisiológicas, também existem as bioquímicas, que estão relacionadas a mudanças na produção de cortisona, do hormônio da tireoide e de adrenalina; além de alterações na glicose sanguínea e na proteína do sangue. O ruído também provoca efeitos cardiovasculares, dentre os quais o aumento da pressão sanguínea, que causa hipertensão arterial. Todos esses problemas convergem para o aumento nos gastos com saúde e em perdas expressivas no potencial produtivo (Fernandes, 2005).

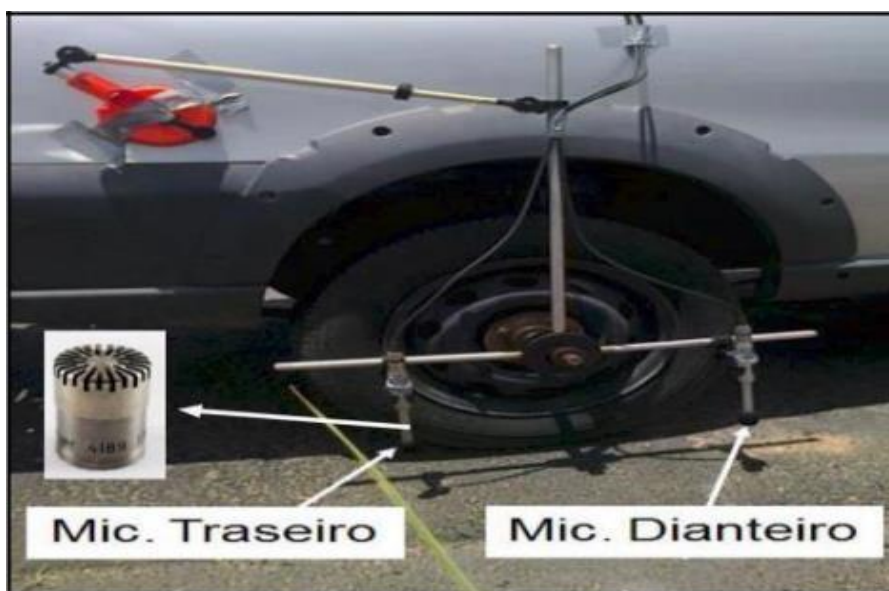
Diante dos efeitos negativos à saúde decorrentes dos grandes fluxos de tráfego, a poluição sonora tornou-se uma questão de extrema relevância para vários centros de pesquisa ao redor do mundo, principalmente por ser um dos fatores de degradação da qualidade de vida das populações. Com base nas informações demonstradas, para a análise dos níveis de pressão sonora, faz-se necessária uma avaliação completa que requer consideração cuidadosa de diferentes parâmetros, que vão desde a avaliação do ruído na interface

pneu/pavimento até os fatores relacionados as condições das vias.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A aquisição de dados dos níveis de pressão sonora referente à interação pneu/pavimento foi realizada para diferentes tipos de pavimentos, pelo método da proximidade imediata (CPX), segundo a norma ISO/DIS 11819-2:2012 Acoustics – Method for measuring the influence of road surfaces on traffic noise – Part2: Close-proximity method .

Para realização dos testes foram demarcados três trechos do pavimento Flexível de aproximadamente 1 km em áreas distintas. Onde foi avaliado o tipo do pavimento, as condições de desgastes do trecho e a pressão sonora gerada com a passagem do veículo com as velocidades 50 km/h, 60 km/h e 80 km/h. Para o processo, foram utilizados dois microfones presos a um suporte na roda de um veículo Renault Sandero Stepway - ano 2017, presos cerca 10 cm acima do pavimento, afim de obter os níveis de pressão sonora devido a interação pneu. Durante a realização do procedimento os dados coletados foram transmitidos através de um cabo conectados aos microfones para um sonômetro onde os mesmos eram armazenados para posterior análise. A figura 1 mostra a representação da montagem do sistema que foi utilizado para coletar os níveis de pressão sonora devido à interação pneu/pavimento.



**Figura 1:** Esquema da montagem a ser realizada no reboque para coletar os níveis de pressão sonora devido à interação pneu/pavimento.

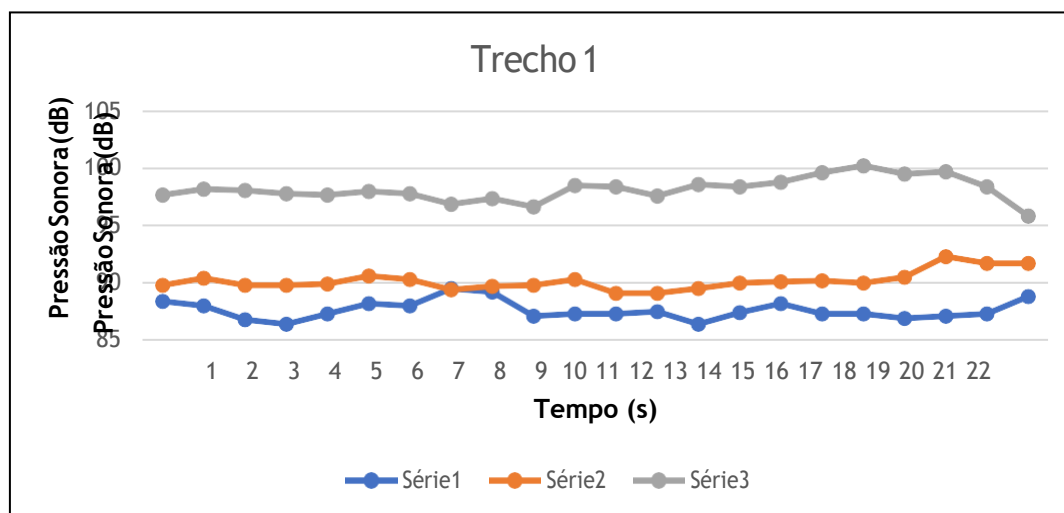
O pavimento analisado foi o Flexível. Sendo o primeiro trecho na Estrada Parque EPTG, ondem foram encontradas patologias classificadas como médias. O segundo trecho será na Estrada Parque Indústrias Gráficas próxima à Delegacia da Policia Civil do Distrito Federal, onde foram encontradas patologias classificadas como médias. O terceiro trecho analisado será na Estrada Parque Setor Policial, onde foram encontradas patologias médias. A norma DNIT 005/2003 – TER fornece definições para as patologias encontradas em revestimentos asfálticos. Porém, Danieleski (2004, p.56) além de definir os efeitos em pavimentos asfálticos urbanos, identifica a causa da patologia e ainda classifica quanto a severidade. Na tabela 1 foram apresentadas as patologias encontradas nos pavimentos flexíveis analisados, onde foram classificados de acordo com a sua classe e agressividade.

**Tabela 1:** Classificação das Patologias

Pavimento	Classe	Patologia	Grau da patologia
Flexível	Deformações	Ondulações	Grave
Flexível	Deformações	Buracos	Grave
Flexível	Fendilhamento	Fendas Isoladas longitudinais ou transversais à via	Média
Flexível	Fendilhamento	Pele de Crocodilo	Média
Flexível	Degradação da camada de desgaste.	Exsudação	Média

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ensaios foram realizados em locais definidos de acordo com a descrição da Tabela 1, onde foi relacionado os níveis de pressão sonora gerados pela interface pneu-pavimento através método CPX, analisados nos gráficos Pressão Sonora x Tempo nas velocidades de 50km/h, 60km/h e 80km/h. Foi analisado desde os níveis de pressão sonora mais altos aos mais baixos para os diferentes cenários, observando que quanto maior a velocidade e mais grave a classificação das patologias, mais intensos são os níveis de pressão sonora gerados conforme pode ser observado no Gráfico 1.



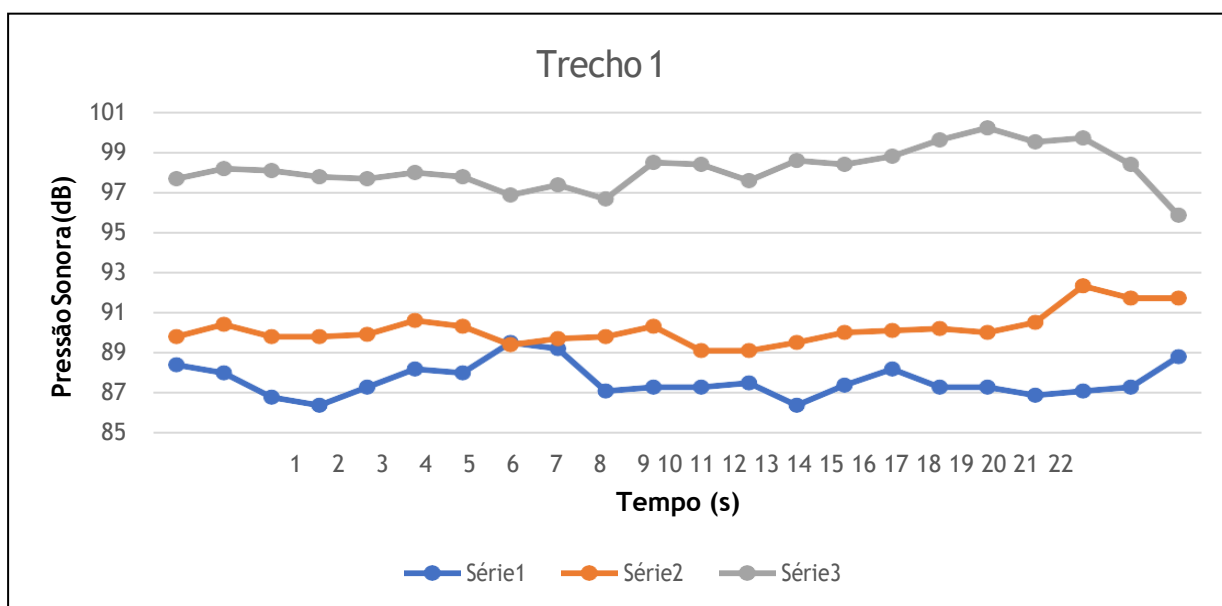
**Gráfico 1:** Pressão Sonora X Tempo

Gráfico 1 com velocidades de 50km/h série 1, 60km/h série 2 e 80 km/h série 3 que foi apresentado, mostra a variação em dB de acordo com as patologias na via. Pode-se observar que conforme a velocidade vai aumentando a curva de variação fica mais uniforme. No primeiro trecho analisado foram encontradas patologias da Família Degradação da Camada de Desgaste classificadas como Exsudação (Figura 3).



**Figura 3:** Esxudação no Pavimento

No Gráfico 2 para a velocidade de 50 km/h série 1 ouve uma variação de 3,3dB entre os intervalos de 7 á 10 segundos. Na velocidade de 60km/h série 2 a variação foi de 2,9dB entre os intervalos 18 á 21 segundos. Na última velocidade de 80km/h série 3 a variação da curva permaneceu mais constante durante o percurso, variando cerca de 2,4dB entre os intervalos 16 à 19 segundos. É observado que ao passar por uma patologia no pavimento a uma velocidade menor o aumento dos níveis de pressão sonora registrados são mais significativos, ou seja, quanto maior a velocidade menor será as variações no gráfico.



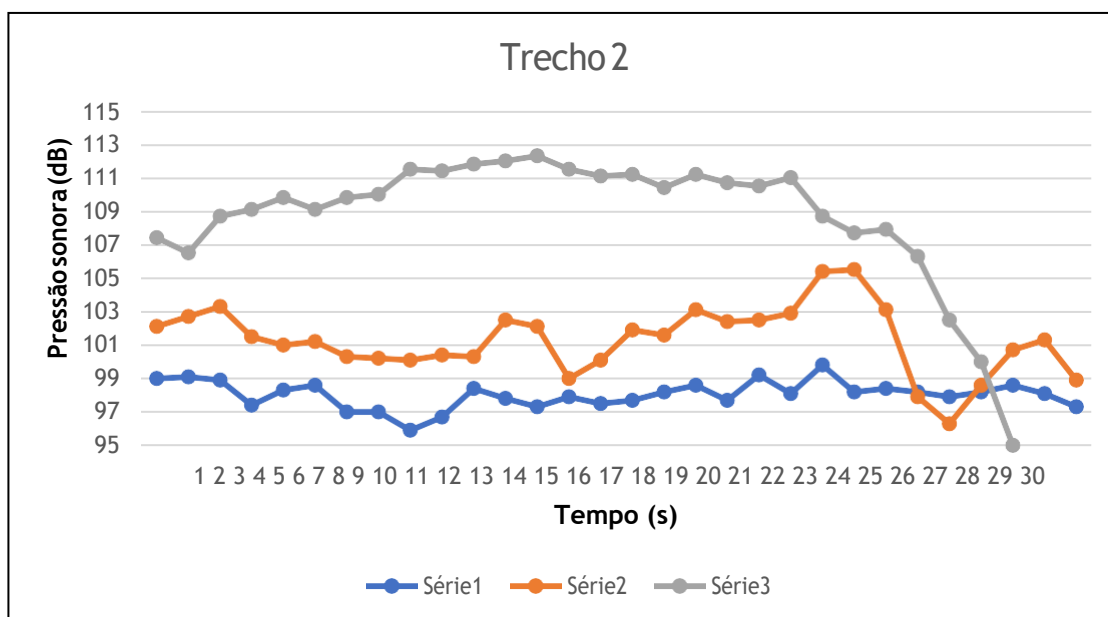
**Gráfico 2:** Relação entre a Pressão Sonora X Tempo

No segundo trecho analisado, pode-se observar por meio do Gráfico 3 patologias da Família do Fendilhamento classificadas como Fendas Isoladas longitudinais ou transversais e Pele de Crocodilo como se pode observar na Figura 4.



**Figura 4:** Fendas Transversais e Pele de Crocodilo

Na velocidade de 50 km/h série 1 ouve uma variação de 3dB entre os intervalos 21 à 23 segundos. Em 60km/h série 2 a maior variação foi de 2,3dB entre os intervalos 21 à 24 segundos. E na velocidade de 80km/h série 3 a curva permaneceu com uma variação de cerca de 1dB de 1 à 22 segundo e a partir de 22 à 28 segundos, ouve um decaimento onde possivelmente a roda do veículo tenha caído em um buraco. No terceiro trecho analisado foram encontradas patologias da Família das Deformações classificadas como Ondulações e Buracos como se pode observar na Figura 5.



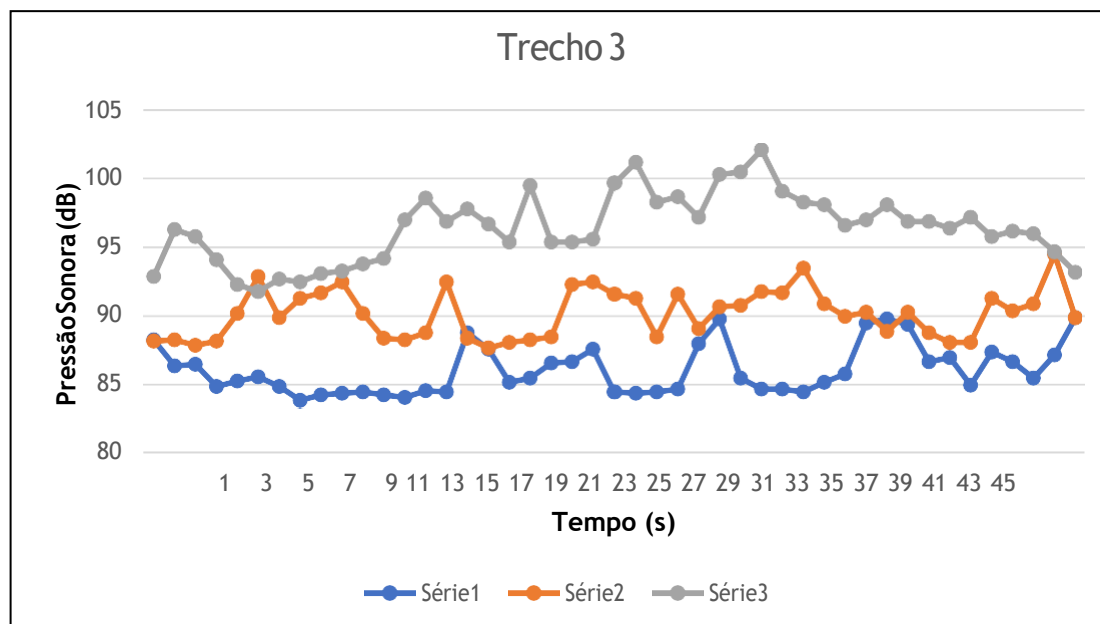
**Gráfico 3:** Relação entre a Pressão Sonora X tempo





**Figura 5:** Ondulações e Buracos

Devido à classificação que o pavimento recebeu, ocorreram grandes variações na curva durante o percurso, conforme observado no Gráfico 4. Assim, pode-se observar que na velocidade de 50km/h série 1, o intervalo que sofreu maior variação de pressão sonora foi de 27 à 29 segundos, equivalente à 6,4dB. Em 60km/h série 2 a curva sofreu menos variação, cerca de 2,6dB de 31 à 35 segundos. Na máxima velocidade que foi de 80km/h série 3 a máxima variação foi de 4,9dB de 27 à 31 segundos.



**Gráfico 4:** Relação entre a Pressão Sonora X Tempo

As condições patológicas dos pavimentos flexíveis foram classificadas em baixa, média e alta de acordo com o seu grau como mostra na tabela 1.2. Nos gráficos analisados, as patologias foram classificadas em médias e altas.

## CONCLUSÃO

De forma geral, pode-se concluir que o ruído proveniente da interação pneu / pavimento é influenciado significativamente pela velocidade e que as diferentes patologias presentes nos pavimentos analisados contribuem para um aumento nos níveis de pressão sonora de até 3,3 dB.

Podendo assim observar que nas patologias de grau médio, quanto maior for à velocidade, menor será a variação do nível da pressão sonora. Com as patologias de grau alto, será o inverso, pois quanto maior for à velocidade mais intensa será a variação do nível da pressão sonora.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Berglund, B.; Lindvall, T.; Schwela, D. H. (1999). Guidelines for Community Noise. London, United Kingdom.

Callai, S. C., Specht, L. P., Kohler, R., & Pozzobon, C. E. (10 de Março de 2009). Causas, formas de medição e métodos para mitigação do ruído decorrente do tráfego de veículos.

Danieleski, M. L. (2004) Proposta de metodologia para avaliação superficial de pavimentos urbanos: aplicação à rede viária de Porto Alegre.

DNIT (2003). Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos Terminologia. IPR 005/2003 – TER. Departamento nacional de infraestrutura de transportes, Instituto de pesquisas rodoviárias.

Fernandes, J. C Acústica e Ruído. (2005). Apostila do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual Paulista – UNESP. Disponível em: >  
<http://wwwp.feb.unesp.br/jcandido/acustica/apostila.htm>>. Acesso em: 01 de Jan. 2017.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION: ISO 1996/2: Acoustics: Method for measuring the influence of road surfaces on traffic noise.

ISO/DIS 11819-2:2012, Acoustics — Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise — Part 2: The close-proximity method