

ANÁLISE DOS NÍVEIS DE RUÍDO DO METRÔ DO DISTRITO FEDERAL

José Matsuo Shimoishi
Glenda Benita Gonzales Taco
Regina Célia Brabo Ferreira
Mônica Soares Velloso
Cristiano Ricardo Vaz de Melo

Mestrado em Transportes
Universidade de Brasília

RESUMO

A poluição sonora é um problema ambiental nos centros urbanos, originada principalmente pelo sistema de transporte e, neste universo, pode-se citar o transporte metroviário. Desta forma, o presente artigo apresenta um diagnóstico do nível de ruído interno das composições do Metrô do Distrito Federal, analisando as situações mais críticas, comparando com estudos anteriores e indicando sugestões para adoção de medidas que possam colaborar na diminuição dos níveis de ruído neste ambiente.

ABSTRACT

The noise pollution is a serious environmental problem, and its main reason is due to the current transportation system. One of the noise's generation sources are, no doubt, the subway trains. This present paper makes diagnoses of the inner noise level concern to the District Federal subway trains, analyzing critical situations and comparing the results with previous researches. Besides, suggestions of new measures in order to mitigate the noise's level in this environment will be presented.

1. INTRODUÇÃO

As fontes sonoras móveis provenientes de veículos automotores e aeronaves são as que causam maior incômodo à população dos centros urbanos. Ainda, referindo-se à mobilidade urbana, o transporte metroviário tem sido uma alternativa de transporte rápida, segura e pontual, apesar da possibilidade de ocorrência de prejuízos à saúde dos usuários e funcionários causada pelo excesso de ruído.

O nível de ruído gerado pelo deslocamento de uma composição metroviária está diretamente relacionado com as características de veículos e da via, além das suas condições de manutenção e velocidades de operação.

Assim, para avaliar ou prever o ruído proveniente da circulação de uma composição é necessária uma série de estudos relacionada às intensidades de ruído e os parâmetros intervenientes.

O presente artigo tem como objetivo apresentar os resultados obtidos das medições dos níveis de ruído realizados no Metrô do Distrito Federal, suas análises, comparações com dados já existentes e a indicação de sugestões para adoção de algumas medidas que possam colaborar na diminuição dos níveis de ruído neste ambiente.

2. POLUIÇÃO SONORA

A poluição sonora pode ser definida como a emissão de barulhos, de ruídos e de sons limites perturbadores da comodidade auditiva (Silva, 1981).

As fontes naturais de emissão do som geralmente não causam poluição sonora, apenas mal-estar passageiro, dado ao caráter ocasional do barulho emanado. Por outro lado, as fontes artificiais de emissão de som são geralmente causadoras da poluição sonora, como ocorrem

com as emanções provenientes dos veículos automotores, tráfegos aéreos, ferroviários e metroviários, dado a intensidade e a ininterrupção do barulho (CETESB, 2000).

Pelas reações fisiológicas conhecidas, a Organização Mundial da Saúde - OMS considera que 55 dB(A) seja o início do estresse auditivo. O estresse em estágios iniciais pode até ser considerado benéfico na medida em que funciona como excitante ocasional, mas quando se torna crônico, o estresse começa a degradar o corpo e o cérebro, conduzindo à exaustão rapidamente. Nos trabalhadores têm sido constatados alguns casos de efeitos psicológicos, distúrbios neuro-vegetativos, náuseas, cefaléias, irritabilidade, instabilidade emocional, redução da libido, ansiedade, nervosismo, perda de apetite, sonolência, insônia, aumento da prevalência de úlcera, hipertensão, distúrbios visuais, alto consumo de tranquilizantes, perturbações labirínticas, fadiga, redução da produtividade, aumentos do número de acidentes, de consultas médicas, do absenteísmo etc.

Segundo Babisch (1991), o excesso de colesterol produzido pelo ruído justifica resultados como os do artigo apresentado em Congresso Médico realizado na Alemanha, em que populações submetidas a níveis entre 60 e 70 dB(A) tiveram 10% a mais de enfarte. Infelizmente, esse é mais um fator de risco que estão sujeitas às populações de centros urbanos, agravando doenças cardiovasculares e infecciosas, além de dificultar a recuperação de outros pacientes.

Constata-se, segundo Sousa (2004), que a aparição de doenças induzidas pelo ruído se explica a partir de três fatores: o tempo de exposição (TE), o nível de pressão sonora (NPS) e a característica pessoal do indivíduo. Da inter-relação de dois desses fatores - NPS e TE - surgiu o conceito de doses de ruído. Sabe-se, que o prejuízo à saúde é proporcional às doses de ruído acumuladas ao longo da vida e à susceptibilidade do indivíduo ao ruído (CETESB, 2000).

A OMS qualifica a poluição sonora como sendo a terceira mais grave do ambiente urbano perdendo, apenas, para as poluições da água e do ar, uma vez que a poluição sonora gera impactos negativos na saúde dos habitantes das grandes cidades.

3. ASPECTOS FÍSICOS DO RUÍDO

O som pode ser definido como uma variação da pressão atmosférica dentro dos limites de amplitudes e faixas de frequências que o ouvido humano pode perceber. Assim, pode-se dizer que ruído é todo som indesejável que invade o meio ambiente, atingindo níveis de intensidade não aceitáveis, ameaçando a saúde, a produtividade, o conforto e o bem estar das pessoas. O ruído pode ser caracterizado por duas grandezas físicas:

- a intensidade, que é a quantidade de energia vibratória que se propaga a partir da fonte emissora, e que é expressa em Watt dividido pela área expressa em metros quadrados (W/m^2);
- a frequência, que é representada pelo número de vibrações completas em um segundo, e que é expressa em Hertz (Hz). Quanto maior a frequência das vibrações, mais alto (mais agudo) é o som, e maior é o desconforto causado ao ouvinte.

A Legislação Federal Brasileira é regulamentada pela Norma NR-15 de junho de 1978 – Atividades e Operações Insalubres – onde são estabelecidos os níveis máximos de ruídos associados ao tempo de exposição que o trabalhador pode estar sujeito. Além da Legislação

Federal, existem as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) - NBR 13067 e NBR 13068. A primeira descreve o método de medição do nível de ruído e a segunda limita os níveis máximos de pressão sonora nos carros metropolitanos (metrô) e dos veículos leves sobre trilho (VLT). Neste caso, o nível de pressão sonora no interior do veículo de passageiros não deve ultrapassar 80 dB(A) e na cabine do condutor deve ser inferior a 75 dB(A). As medições são obtidas por um aparelho medidor de pressão sonora denominado decibelímetro. O decibelímetro mede os Níveis de Pressão Sonora (uma grandeza física) e os transformam, através de cálculos, em números relativos denominados decibéis (que não tem grandeza física). Desta forma, o equipamento mede a grandeza "pressão" e apresenta o resultado em uma unidade de referência chamada "dB".

4. CARACTERIZAÇÃO DO METRÔ DO DISTRITO FEDERAL

O projeto metroviário do Distrito Federal prevê a construção de 41 km de linha, dos quais aproximadamente 31 km estão em operação. São 13 estações em atividades do total de 29 projetadas (Figura 1). Com 28 composições, a sua capacidade de transporte é de 180 mil a 220 mil passageiros por dia. Suas linhas se caracterizam por possuir trechos subterrâneos, semi-enterrados e de superfície.

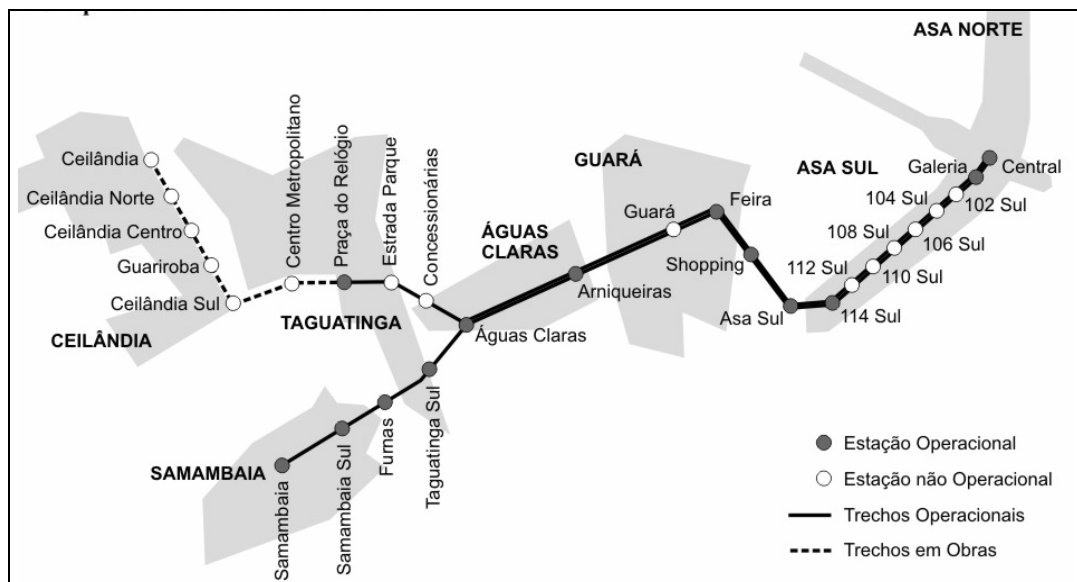


Figura 1: Mapa ilustrativo do Metrô do Distrito Federal

Fonte: www.metro.df.gov.br

As composições são formadas por quatro carros, sendo os dois das extremidades com cabine de condutor. A capacidade máxima de cada composição é de 1.356 passageiros e sua velocidade máxima de operação é de 80 km/h. Cada carro possui três portas de cada lado, com janelas basculantes, além de possuírem um sistema de ventilação / exaustão de ar natural.

Os veículos metroviários utilizados são os tradicionais, isto é, com rodas metálicas, o que torna um dos transportes terrestres mais ruidosos. Portanto, o estudo dos fatores que influenciam na geração de ruído é importante para que se possa reduzi-lo, e fornecer aos seus usuários e funcionários um transporte metroviário mais confortável.

Foram feitas várias medições no interior dos veículos para que fossem analisadas as influências de algumas variáveis na produção de ruídos como a característica dos trechos de via, a velocidade de operação, a influência das janelas abertas ou fechadas e a disposição dos carros nas diferentes composições.

5. COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada no período de uma semana, em condições normais de operação, em horário de funcionamento comercial, com a presença de passageiros nas proximidades dos equipamentos, causando interferência nos resultados da medição. Foram utilizados 3 decibelímetros NL-04. Os níveis de ruído foram medidos em decibéis ponderados na curva “A” (dB(A)). A técnica de medição obedeceu à norma NBR 13067 de Novembro de 1997, da Associação Brasileira de Normas Técnicas. A coleta de dados foi dividida da seguinte forma: 12 medições de 30 minutos cada uma, sendo 6 com as janelas abertas e 6 fechadas, no interior da composição nº 10 utilizada como veículo de pesquisa. Além disso, foram realizadas medições de 10 minutos, em cada vagão de diferentes composições, com janelas abertas, por serem as responsáveis pelas condições mais desfavoráveis ao ruído. As análises desses dados foram realizadas separadamente e descritas a seguir:

5.1. Influência da operação com janelas abertas ou fechadas

Para analisar a influência de trafegar com as janelas abertas ou fechadas foram realizadas 12 medições de 30 minutos cada uma, cobrindo o trajeto “Estação Praça do Relógio → Estação Central” utilizando um mesmo carro (carro 1101). A Figura 2 mostra as medições, sendo 6 realizadas com as janelas fechadas e 6 com as janelas abertas.

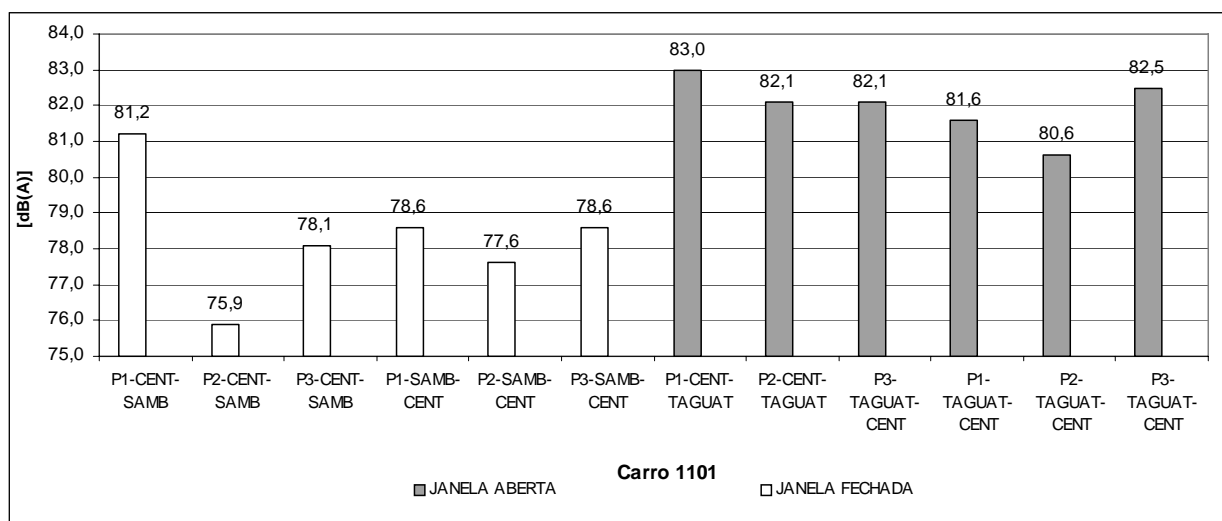


Figura 2: Níveis de ruído interno no Carro 1101 – Janelas fechadas ou abertas

A pesquisa avaliou, também, o nível de ruído em três diferentes vagões da composição, nas posições P1, P2 e P3. Foram realizadas quatro viagens, duas com janelas fechadas e duas com janelas abertas. O sentido percorrido foi “Estação Central - Estação Samambaia” e vice-versa. Os resultados obtidos com as janelas fechadas são menores do que os encontrados com as janelas abertas. Entre os dados obtidos com as janelas fechadas, destacam-se os da posição P1 que apresentou um valor elevado em relação aos demais, apresentando uma diferença de mais de 5 dB(A) em relação ao menor valor. Este fato pode ter relação com o número de passageiros concentrados no vagão, sendo maior que os demais.

Quanto as janelas abertas, observou-se um equilíbrio maior, com a diferença entre o maior e o menor valor aproximando-se de pouco mais de 2 dB(A). A Figura 3 apresenta os valores médios de ruído por viagem.

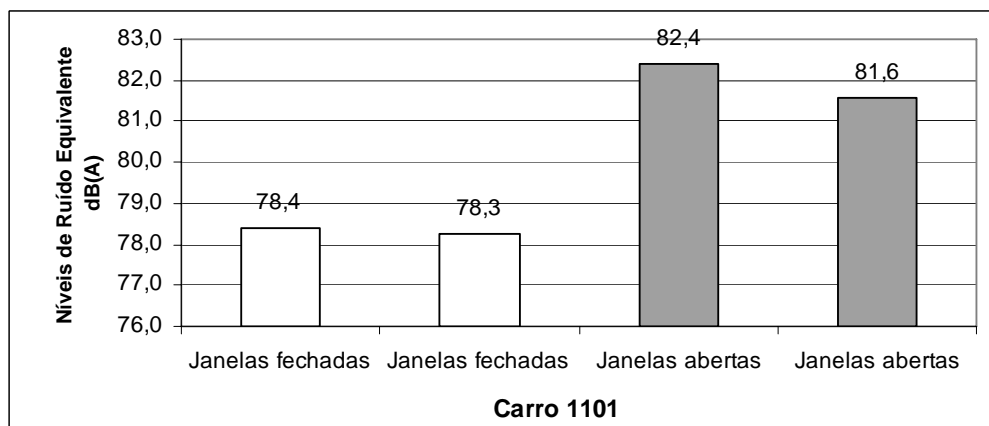


Figura 3: Nível Médio de ruído interno no Carro 1101 – Janelas fechadas ou abertas

É possível inferir da figura anterior (Figura 3), que o nível de ruído dentro dos carros eleva-se bastante quando o veículo trafega com as janelas abertas. A diferença encontrada entre o máximo medido com janela aberta e o mínimo medido com janela fechada ultrapassa 4 dB(A).

Com os dados obtidos da composição nº 10, foi possível comparar com a pesquisa realizada em 2001, no mesmo veículo, nas mesmas condições de tempo, de percurso e de operação. Em 2001, os níveis de ruídos foram registrados em duas posições (P1 e P2). Desta forma, para fazer a comparação do nível de ruído, realizou-se em 2004 os registros nas mesmas posições, apresentado na Figura 4.

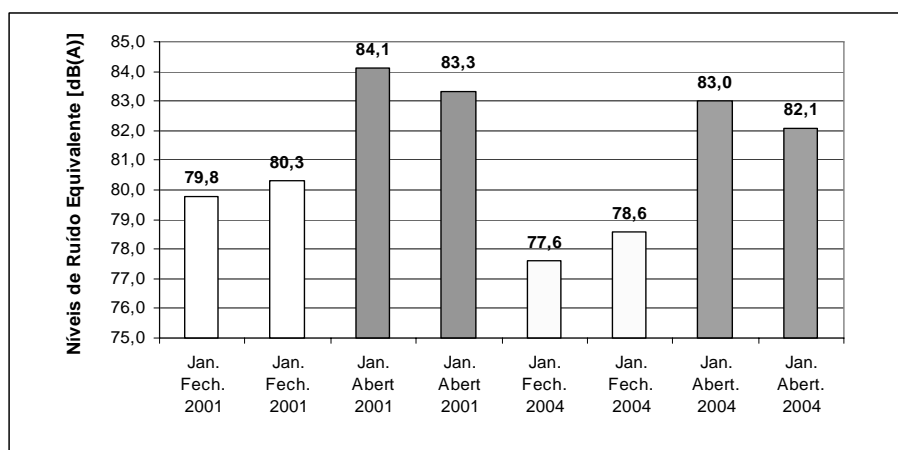


Figura 4: Variação do nível de ruído interno no Carro 10 (2001-2004).

A Figura 4 apresenta os resultados obtidos em 2001 e 2004, onde se observa que houve uma redução no nível de ruído. Entretanto, os técnicos do Metrô/DF não sabem afirmar, sem uma análise mais profunda, qual seria a possível causa da queda dos níveis de ruído, posto que não houve adoção de nenhuma medida mitigadora no passado que pudesse justificar tais resultados. Por outro lado, estes mesmos técnicos, informaram que os trens do Metrô/DF

tiveram as pastilhas de freio trocadas recentemente, o que despertou interesse desta mesma Companhia para a realização de novas pesquisas sobre ruído no complexo metroviário.

5.2. Influência dos níveis de ruído entre diferentes carros

O estudo consistiu em comparar os níveis de ruído nos diferentes carros para verificar se há variação considerável entre eles. As medições foram executadas em todos os vagões da composição, com um total de 10 carros de passageiros pesquisados em condições operacionais normais, no qual foram realizadas medições de 10 minutos, obtendo um total de 61 medições, conforme apresentado nas Figuras 5 e 6.

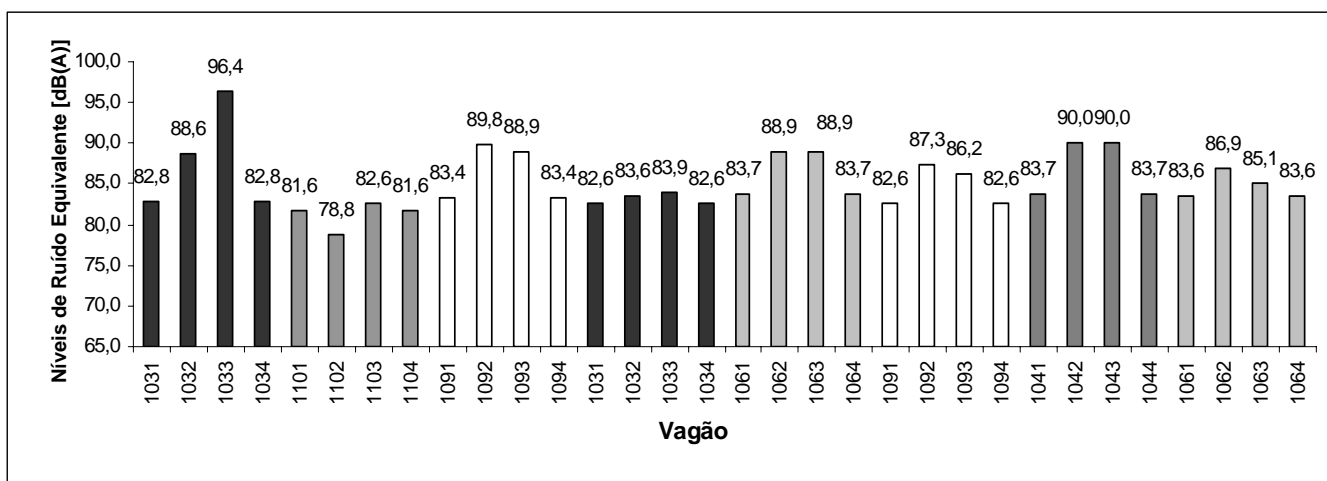


Figura 5: Níveis de Ruído – por carros (03,10, 09, 06 e 04).

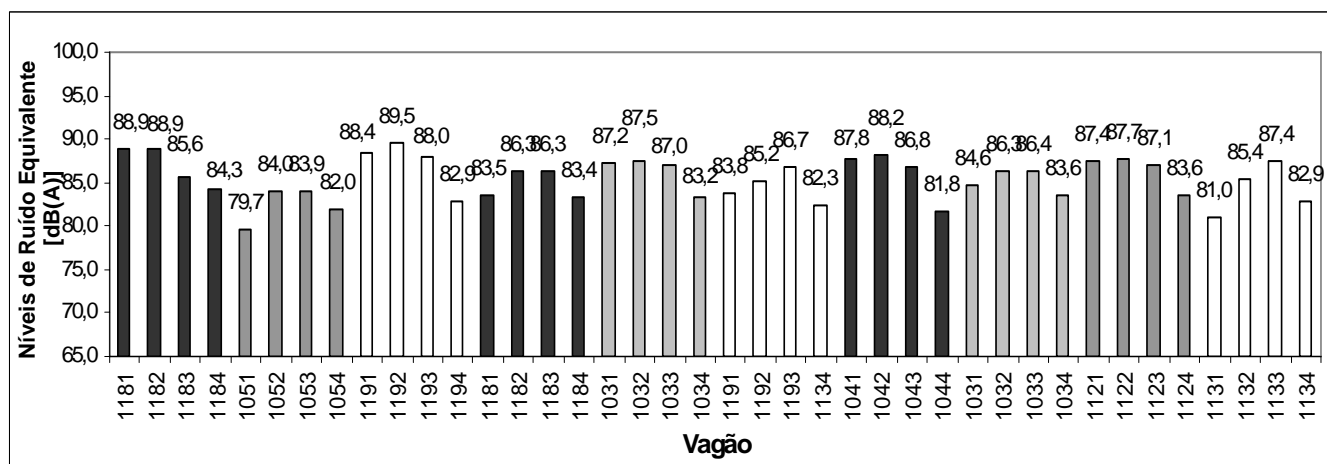


Figura 6: Níveis de Ruído – por carros (18, 05, 19, 03, 04, 12 e 13).

Ao contrário do que se imaginava, os vagões que apresentaram maior nível de ruído foram os centrais e o sentido da viagem não influenciou na variação do nível de ruído. Comparando o nível médio de ruído por carro, observou-se que o trem nº 03 possui o maior nível de ruído, atingindo 96,4 dB(A). Este nível de ruído está muito acima do permitido pela norma NBR 13068 que indica os níveis máximos de pressão sonora dos carros metropolitanos (metrô), que não deve ultrapassar 80 dB(A). O trem que apresentou menor nível médio de ruído foi o nº 05, com um valor de 81,9 dB(A) porém, ainda acima do limite estipulado pela norma.

O fato de um trem apresentar resultados mais satisfatórios em relação a outros, muitas vezes, é devido à forma do condutor "dirigir" o trem. A forma de conduzir ou mesmo de entrar na estação pode modificar completamente o resultado.

Observou-se que, quando o veículo entra no trecho em túnel, especialmente próximo à estação 114 Sul, o nível de ruído aumenta consideravelmente (EFEITO PISTÃO), alcançando um valor $L_{máx}$ de 117 dB (A).

Sente-se o efeito pistão quando o trem entra no túnel com alta velocidade. No trecho em túnel o trem alcança a velocidade de 80 km/h, tornando o nível de ruído insuportável, principalmente quando a janela está aberta. Neste caso, é comum os passageiros fecharem as janelas no referido trecho.

Os trechos entre a “Galeria dos Estados e a Estação 102” e entre a “Estação 114 e a Estação Asa Sul” apresentaram níveis de ruídos maiores, tendo em vista a velocidade de 80 km/h desenvolvida pelo trem - a maior do itinerário - o que vem a comprovar que velocidades maiores aumentam o nível de ruído.

Outro fato observado foi em relação ao "apito" que informa aos passageiros sobre o fechamento das portas, que é agudo e estridente. O seu volume é regulado pelo condutor. Observou-se, na pesquisa, que este ruído pontual pode chegar a 85dB(A).

6. CONCLUSÃO

A pesquisa teve como objetivo identificar os níveis de ruído nas composições do metrô do DF. Os resultados mostraram os altos níveis de poluição sonora que funcionários e usuários do metrô estão submetido, chegando em alguns momentos da medição, a ultrapassar o nível de 96 dB(A).

Os funcionários são, de fato, as pessoas mais prejudicadas pela poluição sonora, uma vez que convivem com altas doses de ruído em uma jornada inteira de trabalho. O usuário, por seu turno, caso realize uma viagem completa, não permanece submetido ao ruído por mais de 40 minutos - tempo considerado entre a espera do trem e seu deslocamento.

Em relação ao trecho crítico, os usuários ficam sujeitos a altos níveis de ruído em um tempo máximo de 9 minutos. Realizando um paralelo com a norma da ABNT (que estabelece níveis máximos de 75 dB(A) para a cabine do condutor e de 80 dB(A) para o interior do veículo de passageiros) há trechos onde, em altas velocidades, esses limites são superados em níveis superiores a 16 dB(A). Nas plataformas, a equipe de operação já trabalha com abafadores auriculares.

Verifica-se, portanto, a necessidade de que sejam tomadas algumas medidas mitigadoras. Não foi objeto deste estudo apresentar soluções para a redução dos níveis de ruído percebidos no interior dos carros. No entanto, sugere-se a instalação de sistemas de climatização dentro dos veículos para que possibilite o fechamento das janelas sob diversas condições de operação.

A forma de o condutor conduzir o trem pode, também, melhorar os níveis de ruído. Verifica-se a contínua necessidade de reciclagem da mão-de-obra através de processos educacionais e

de sensibilização para o problema. Aponta-se a necessidade de um estudo aprofundado dos diversos tipos de superestrutura (sub-lastro, lastro, dormentes, aparelhos de fixação do trilho, a forma do boleto do trilho, etc.) e relacioná-los ao nível de ruído no metrô. Sugere-se a utilização de material a ser utilizado no revestimento das estações de modo a melhorar a dissipação do som nessas áreas.

Por fim, sugere-se que para diminuir o efeito pistão próximo à Estação 114, o trem acesse o túnel com uma velocidade inferior a 80km/h.

8. BIBLIOGRAFIA

- ABNT (1997) *NBR-13067 – Carro metropolitano e veículo leve sobre trilhos – Determinação dos níveis de ruído*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.
- ABNT (1997) *NBR-13068 – Ruído interno e externo em carro metropolitano e veículo leve sobre trilhos (VLT)*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.
- Babisch, W (1991). *Traffic noise as a risk factor for myocardial infraction*. Symposium on "Noise and Disease", Berlin.
- CETESB (2000) *Avaliação de Níveis Sonoros: Noções Básicas*. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, São Paulo.
- Silva, J. A, (1981). *Direito Urbanístico Brasileiro*. Revista dos Tribunais 4ª Edição, São Paulo.
- Sousa, F.P. *Efeitos da Poluição Sonora no Sono e na Saúde em Geral - Ênfase Urbana* [on-line] url: <http://www.icb.ufmg.br/lpf/2-1.html> capturado em 12/2004
- Metrô do Distrito Federal [on-line] url: <http://www.metro.df.gov.br> capturado em 12/2004
-

Endereço dos autores:

Jose Matsuo Shimoishi (matsuo@unb.br)

Glenda Benita Gonzales Taco (glendataco@unb.br)

Regina Célia Brabo Ferreira (reginacbf@yahoo.com.br)

Mônica Soares Velloso (monica_der@bol.com.br)

Cristiano Ricardo Vaz de Melo (cristiano@apis.com.br)

Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Mestrado em Transportes.
70910-900 Brasília - DF, Brasil; Tel: (061) 307-2714 / 307-2857 / Fax: (061) 307-3065