

COMPARAÇÃO DAS NORMAS UTILIZADAS PARA AVALIAÇÃO DO RUÍDO FERROVIÁRIO NO BRASIL

Thiago Antonio Fiorentin¹
Yesid Ernesto Asaff Mendoza²

Legislação e Direito ambiental

Laura Dacoreggio Volpato Braz³
Amanda Conradt⁴
Giovana Gorniack⁵
Iara Cosmo da Rocha⁶

Resumo

A exposição aos altos níveis de ruído provenientes de sistemas de transportes pode ser prejudicial à saúde. Para evitar esses problemas existem normas que devem ser atendidas. Neste artigo, são aplicadas e comparadas as norma ABNT NBR 10151 e ABNT NBR 16425-4, que ainda está em fase de projeto, para avaliação de ruído ferroviário. É realizada uma medição do NPS gerado durante a passagem de composições ferroviárias na cidade de Joinville - SC. Os dados obtidos são aplicados conforme as duas normas e os resultados são comparados buscando identificar as principais diferenças entre elas. Essa análise indica maior flexibilidade no nível de ruído aceitável de acordo com a NBR 16425-4 e maior detalhamento da metodologia de medição a ser empregada quando comparada com a NBR 10151.

Palavras-chave: Ruído; Normas; Ferrovias; Poluição Sonora;

¹Prof. Dr. Universidade Federal de Santa Catarina – Departamento de Engenharias da Mobilidade, thiago.antonio@ufsc.br.

²Prof. Dr. Universidade Federal de Santa Catarina – Departamento de Engenharias da Mobilidade, yesid.a@ufsc.br.

³Aluna do curso de mestrado em Engenharia e Ciências Mecânicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento XXXXXX, laura.dacoreggio@gmail.com.

⁴Aluna do curso de graduação em Engenharia Ferroviária e Metroviária, Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento XXXXXX, conradtamanda@gmail.com.

⁵Aluna do curso de graduação em Engenharia Ferroviária e Metroviária, Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento XXXXXX, gi.gorniack@gmail.com.

⁶Aluna do curso de graduação em Engenharia Ferroviária e Metroviária, Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento XXXXXX, iara.cosmo.da.rocha@gmail.com.

INTRODUÇÃO

A exposição ao ruído gerado por sistemas de transporte pode ser prejudicial à saúde, especialmente quando o nível de pressão sonora (NPS) excede 60 dB(A). Doenças cardiovasculares, distúrbios do sono e incômodo são os efeitos nocivos mais relatados resultantes dessa exposição (STASSEN; COLLIER; TORFS, 2008; BARREIRO; SÁNCHEZ; VILADRICH-GRAU, 2005). Sistemas ferroviários têm grande potencial de geração de ruído e costumam causar incômodo à população que vive em áreas próximas, um dos motivos para oposição à implantação de novas linhas. Por isso, foram elaboradas leis que limitam o nível de ruído aceitável visando o conforto da comunidade (JIANG; HANSON; DOWDELL, 2015; THOMPSON, 2009).

Como as medições de NPS em ferrovias estão sujeitas a variações causadas por mudanças de temperatura, umidade, vento, velocidade dos trens, quantidade de vagões, entre outros fatores, a obtenção de resultados comparáveis se torna uma tarefa complexa (THOMPSON, 2009; DITTRICH; JANSSENS, 2000). Por conta disso, organizações de padronização desenvolveram normas para fixar as condições necessárias para medição dos níveis de ruído emitidos por sistemas de transporte. No Brasil, a norma utilizada para medição de ruído de fontes móveis é a NBR 10151, que estabelece as condições para avaliação do ruído em comunidades, especificando o método de medição, e limites para avaliação sonora (ABNT, 2000). Essa norma, porém, não é específica para avaliar ruído ferroviário. A NBR 16425-1, em vigor desde 2016, aborda os aspectos gerais para medição e avaliação do NPS proveniente de sistemas de transportes. A Parte 4 desta norma diz respeito, especificamente, à medição de ruído em sistemas ferroviários e esteve em consulta pública no ano de 2017, porém ainda não entrou em vigor. Ela define os descritores sonoros para análise do NPS gerado por sistemas ferroviários, o procedimento de medição a ser executado, e os limites de ruído permitidos (ABNT, 2016).

Objetiva-se, então, a análise e aplicação das normas ABNT NBR 10151 e NBR 16425-4 para medição de ruído ferroviário na Estação da Memória em Joinville. Serão comparados os resultados dos níveis de ruído ambiente/residual e também dos níveis de ruído gerado durante a passagem dos trens obtidos a partir da utilização das normas.

METODOLOGIA

O Quadro 1 apresenta as principais condições de medição exigidas pelas normas estudadas. Além das condições descritas no quadro, ambas exigem que as medições sejam realizadas em períodos de operação normal da ferrovia e em condições meteorológicas favoráveis - ausência de chuvas fortes, trovões e vento. Deve-se equipar o microfone com um para-vento e posicioná-lo em um local onde a influência de fontes de ruído externas seja a menor possível.

Quadro 1 - Síntese das condições de medição exigidas pela NBR 10151 e NBR 16425-4

	NBR 10151	NBR 16425-4
Ponto de medição	Fora do limite da ferrovia, ou em local indicado pelo reclamante.	Junto a receptores potencialmente críticos (RPC).
Altura do medidor	1,2 m	1,2 – 1,5 m
Intervalo de medição	Não especificado. Deve ser definido de maneira que possibilite a caracterização do ruído em questão.	A partir do momento em que o NPS da ferrovia superar em 5 dB o NPS do som residual, até voltar a esse valor.
Cálculo do NPS gerado pela ferrovia	Nível de pressão sonora equivalente medido durante a passagem de uma composição. Pode envolver uma única amostra ou uma sequência.	Média do NPS medido durante a passagem de mais de três trens. Considera o tempo médio de passagem do trem e a quantidade de trens que trafegam pelo trecho em cada período.
Ruído residual	Deve ser medido no local e horário considerados, na ausência do ruído investigado. Não é especificado um intervalo de tempo.	Deve ser medido durante 60 minutos no período diurno e 30 minutos no período noturno, contínuos ou não.
Critério de avaliação	Valores estabelecidos em função da ocupação da área em que é feita a medição.	Valores de referência dependem do ruído residual medido.

A metodologia utilizada neste estudo consiste no registro de dados de pressão sonora durante a passagem de composições ferroviárias para posterior aplicação nas duas normas investigadas, seguida da comparação entre os resultados obtidos. Foi registrado o NPS gerado durante a passagem de três trens, bem como o nível de ruído ambiente/residual, na região da Estação da Memória, em Joinville - SC. Foi utilizado um medidor de pressão sonora tipo 2270 e um microfone tipo 4189, fabricados pela Brüel&Kjaer. O equipamento foi posicionado a 1,2 m do solo e 37 m de distância do centro da ferrovia, local escolhido como RPC a ser estudado. O ruído ambiente foi medido durante 30 min à noite, e no período diurno foram realizadas duas medições totalizando 60 min. Os resultados obtidos foram aplicados conforme as orientações das

duas normas estudadas e serão apresentados na seção a seguir.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para sintetizar a apresentação dos resultados, estes serão descritos na forma de quadros comparativos dos valores obtidos pela aplicação de cada norma e seus métodos de medição e cálculo. Primeiro serão comparados os resultados de nível de ruído ambiente/residual, seguidos do nível de ruído gerado durante a passagem dos trens, e por fim a avaliação sonora proposta pelas normas.

O Quadro 2 mostra os resultados do NPS do ruído ambiente/residual. Para esse caso, a NBR 10151 não especifica intervalos de medição, nem indica como calculá-lo caso seja necessária mais de uma amostra. Por isso, foi considerada, neste estudo, a média logarítmica das medições feitas no período diurno. Já a NBR 16425-4 indica tempos de medição para cada período, além do cálculo do NPS do ruído residual em 24 h. No entanto, não é especificado o cálculo do ruído residual em cada período caso as medições não sejam contínuas. Nesse caso, optou-se por utilizar a média logarítmica das medições realizadas durante o período diurno. Os valores de NPS do ruído ambiente/residual foram 68,32 dB(A) e 73,79 dB(A) para a NBR 10151 e NBR 16425-4, respectivamente.

Quadro 2 - Comparação entre NPS do ruído ambiente/residual

	NBR 10151	NBR 16425-4
Método de medição	Não especificado	30 min no período noturno e 60 min no período diurno
Método de cálculo	Não especificado	Média ponderada do NPS registrado no período diurno e noturno
NPS do ruído ambiente/residual	68,32 dB(A)	73,79 dB(A)

O Quadro 3 compara o método de medição e cálculo adotado por cada norma para obter o NPS gerado pela ferrovia, bem como os valores resultantes obtidos. A NBR 10151 não define o número de amostras necessário para caracterizar o ruído investigado, tampouco especifica o método de cálculo caso seja utilizada mais de uma amostra. Sendo assim, optou-se por utilizar a média logarítmica do NPS gerado pelas três composições analisadas, que resultou em 75,7 dB(A). A NBR 16425-4 indica que deve ser registrada a passagem de, no mínimo, três trens, exceto quando a densidade de tráfego for inferior a 3

composições/dia, e o método de cálculo leva em consideração o nível de ruído ambiente e o número de composições que circula em cada período, resultando em 64,02 dB(A).

Quadro 3 - Comparação entre NPS gerado pela ferrovia

	NBR 10151	NBR 16425-4
Método de medição	Uma ou várias amostras	No mínimo, três amostras, exceto caso a densidade de tráfego seja inferior a esse valor
Método de cálculo	Não especificado	Considera a média logarítmica do NPS registrado durante a passagem dos trens, o número de trens circulando em cada período e a duração de cada período
NPS gerado pela ferrovia	75,7 dB(A)	64,02 dB(A)

O Quadro 4 apresenta o método de cálculo do nível de ruído aceitável por cada norma. A NBR 10151 apresenta valores tabelados em função do zoneamento da região estudada, exceto quando o ruído ambiente medido superar os valores tabelados - nesse caso, o nível de ruído limite assume valor igual ao nível de ruído ambiente. De acordo com a NBR 16425-4, a definição do nível de ruído aceitável depende do nível do ruído residual/ambiente medido.

Quadro 4 - Comparação entre nível de ruído aceitável pelas normas

	NBR 10151	NBR 16425-4
Método de cálculo	Valores tabelados em função do zoneamento, ou igual ao nível de ruído ambiente medido	Definido em função do ruído residual/ambiente medido
Nível de ruído aceitável	68,32 dB(A)	78,79 dB(A)

No Quadro 5 são apresentados os resultados finais obtidos pela aplicação de cada norma. A aplicação da NBR 10151 indica que o ruído gerado pela operação ferroviária na região estudada está fora dos limites permitidos pela norma. Já segundo a NBR 16425-4, o nível de ruído gerado pela ferrovia está dentro dos limites aceitáveis. Portanto, nota-se que a norma que está sendo proposta pela ABNT é menos rigorosa que a NBR 10151, que já se encontra em vigor.

Quadro 5 - Comparação entre o resultado obtido a partir da aplicação das normas

	NBR 10151	NBR 16425-4
NPS gerado pela ferrovia	75,7 dB(A)	64,02 dB(A)
Nível de ruído aceitável	68,32 dB(A)	78,79 dB(A)
Ruído ferroviário atende os limites definidos pela norma?	Não	Sim

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos através da aplicação das normas refletem a maior flexibilidade apresentada pela NBR 16425-4, devido à consideração dos ruídos de fundo noturnos e diurnos em suas equações e NBR 10151 optou-se por utilizar a média logarítmica do NPS gerado pelas três composições analisadas, que resultou em 75,7 dB(A). A NBR 16425-4 indica que deve ser registrada a passagem de, no mínimo, três trens, exceto quando o trecho analisado tiver densidade de tráfego inferior a 3 composições/dia, e o método de cálculo leva em consideração o ruído ambiente e o número de composições que circula em cada período, resultando em 64,02 dB(A).

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a empresa VALE S.A pelo suporte financeiro dedicado a este trabalho.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151**: Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento. Rio de Janeiro, 2000.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16425**: Medição e avaliação de níveis de pressão sonora provenientes de sistemas de transportes. Rio de Janeiro, 2016.
- BARREIRO, Jesús; SÁNCHEZ, Mercedes; VILADRICH-GRAU, Montserrat. How much are people willing to pay for silence? A contingent valuation study. **Applied Economics**, [s.l.], v. 37, n. 11, p. 1233-1246, 20 jun. 2005. Informa UK Limited.
- DITTRICH, M. G.; JANSSENS, M. H. A. Improved measurement methods for railway rolling noise. **Journal of Sound and Vibration**, Elsevier BV, v. 231, n. 3, p. 595–609, mar. 2000.
- JIANG, J.; HANSON, D.; DOWDELL, B. At-source control of freight rail noise: A case study. **Acoustics Australia**, Springer Nature, v. 43, n. 3, p. 233–243, 2015.
- STASSEN, Kristien Ria; COLLIER, Pieter; TORFS, Rudi. Environmental burden of disease due to transportation noise in Flanders (Belgium). **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, [s.l.], v. 13, n. 6, p. 355-358, ago. 2008. Elsevier BV.
- THOMPSON, D. J. **Railway Noise and Vibration**: Mechanisms, modelling and means of control. Oxford: Elsevier, 2009.