

RUÍDO CAUSADO PELO TRÁFEGO VEICULAR: QUAL É A APLICABILIDADE E EFICIÊNCIA DA NBR 10151/2000 COMPARADA À NORMA ALEMÃ RLS-90?

Juliana Aparecida Biasi¹
Roberta Vicenzi Nercolini²
Marta Veronica Buss³
Jeferson Eduardo Suckow⁴

RESUMO

A crescente poluição sonora causada principalmente pelo tráfego de veículos necessita de normas reguladoras eficientes para garantir a saúde e o bem-estar dos habitantes locais. Para tanto, neste estudo teve-se como objetivo comparar a aplicabilidade e eficiência da norma brasileira NBR 10151/2000 à alemã RLS-90 no quesito de avaliação de ruídos provenientes do tráfego urbano de veículos e verificar, por meio de estudos realizados, qual pode ser a aplicabilidade da norma RLS-90 para atender aos níveis de critérios de avaliação das normas brasileiras. Com a análise, conclui-se que as normativas utilizadas no Brasil podem buscar melhorias no quesito investigado, tomando como base a RLS-90.

Palavras-chave: Normativas acústicas. NBR 10151/2000 e RLS-90. Ruído urbano. Ruído de tráfego.

1 INTRODUÇÃO

Estudos mostram que distúrbios de sono podem ser causados pela exposição a altos níveis de poluição sonora gerada pelo tráfego urbano de veículos, mais especificamente durante o período noturno (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2009; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2011). Com o aumento das áreas urbanas e consequentemente da malha viária, existe a necessidade de gerenciar a poluição sonora resultante do tráfego de vias e rodovias. O planejamento adequado, utilizando mapas de ruído urbano, facilita o entendimento do nível de ruído de cada região ou área e a identificação de pontos de altos níveis de ruídos aos quais a população está exposta para que políticos e planejadores urbanos possam embasar planos de ação. Estudos como o de Valadares et al. (2007) e de Bressane et al. (2015) explanam a necessidade de se considerar a atmosfera acústica por meio do mapeamento de ruído urbano na elaboração de planos diretores das cidades.

Os veículos automotores revelam-se a principal fonte de ruídos urbanos, sendo responsáveis por cerca de 80% das perturbações sonoras (FIORILLO, 2004). Entre os anos de 2001 e 2012 o Brasil teve um aumento de 138,6% da sua frota de veículos automotores, e o mesmo estudo aponta ainda que a concentração de veículos é maior em áreas urbanas (INSTITUTO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2013). Em 1950, o Brasil possuía somente 20% de sua população vivendo em áreas urbanas, em 2014 esse número estava em 63% e deverá subir para 79% até o ano de 2050 (United Nations, 2014). Tudo indica que a poluição sonora tende a aumentar a cada ano nas cidades, mas como a normativa brasileira está preparada para enfrentar essa questão?

¹ Pós-graduada em Engenharia e Gestão de Projetos pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná; mestranda em Engenharia Civil pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná; Professora na Universidade do Oeste de Santa Catarina; arquiteturabiasi@gmail.com

² Pós-graduada em Gestão de Negócios Imobiliários e da Construção Civil pela Fundação Getúlio Vargas; Pós-graduada em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná; mestranda em Engenharia Civil pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná; roberta.vicenzi@gmail.com

³ Mestre em Ciência e Biotecnologia pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; Graduada em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; Professora na Universidade do Oeste de Santa Catarina de Videira; marta.buss@unoesc.edu.br

⁴ Pós-graduada em Geopolítica e Educação Ambiental pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; Graduado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Santa Catarina; Professor na Universidade do Oeste de Santa Catarina de Videira; jeferson.suckow@unoesc.edu.br

2 METODOLOGIA

A partir de pesquisa documental e bibliográfica, no presente estudo aplica-se a metodologia de caráter descritivo-exploratório (GIL, 2006), utilizando pesquisas bibliográficas para a análise qualitativa de conteúdo. Tal tipo de estudo possibilita a compreensão de suas características sem a pretensão de explicá-lo (VERGARA, 2009).

Para verificar a eficiência das normativas brasileiras, esta será comparada à norma alemã RLS-90. A RLS-90 avalia veículos leves, pesados e é a única norma que avalia também o ruído emitido por estacionamentos, e por esses motivos, essa foi a norma escolhida para a comparação.

3 NORMAS

3.1 A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

Segundo o inciso II do artigo 6º da Lei 6.938/81, são atribuídos ao Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) a normatização e o estabelecimento de padrões compatíveis com o meio ambiente equilibrado e necessário à sadia qualidade de vida dos níveis excessivos de ruídos sujeitos ao controle de poluição ambiental.

A Resolução do Conama n. 001/90 adota os padrões estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e pela Norma Brasileira Regulamentar (NBR) 10151, de junho de 2000, reedição.

A Resolução n. 001/90 do Conama, nos seus itens I e II, dispõe:

I – A emissão de ruídos, em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política. Obedecerá, no interesse da saúde, do sossego público, aos padrões, critérios e diretrizes estabelecidos nesta Resolução.

II – São prejudiciais à saúde e ao sossego público, para os fins do item anterior os ruídos com níveis superiores aos considerados aceitáveis pela norma NBR 10.151/2000 - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 1990).

Considerando o grande crescimento demográfico dos centros urbanos e suas diversas fontes de poluição sonora e a necessidade do estabelecimento de normas, métodos e ações para controlar o ruído excessivo, o Conama estabeleceu a Resolução 002, de 08 de março de 1990, que veio a instituir o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora – Silêncio.

A coordenação do Programa Silêncio é de responsabilidade do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (Ibama), que deverá contar com a participação de Ministérios do Poder Executivo, órgãos estaduais e municipais do Meio Ambiente.

3.1.1 NBR 10151/2000

A norma tem como objetivo fixar as condições exigíveis para a avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades. Especifica um método de medição de ruído, a aplicação de correções nos níveis medidos, quando apresentar características especiais, e uma comparação dos níveis corrigidos com um critério que considera vários fatores.

A ABNT utilizou para o desenvolvimento da NBR 10151/2000 as seguintes normas que têm a leitura recomendada:

- a) IEC – 60651: 1979 – *Sound level meters*;⁵
- b) IEC – 60804: 1984 – *Integrated averaging sound level meters*;⁶
- c) IEC – 60942: 1998 – *Sound calibrators*.

⁵ Substituída pela IEC – 61672.

⁶ Substituída pela IEC – 61672.

Essas normas esclarecem definições gerais e fornecem o padrão que os medidores de nível de pressão sonora e os calibradores acústicos devem atender. A NBR 10151/2000 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2000) ainda prevê a calibração desses instrumentos segundo a certificação do INMETRO, renovada no mínimo a cada dois anos.

O método de avaliação é baseado em medições do nível de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}), em decibéis ponderados em “A”, comumente chamados de dB(A).

O levantamento dos níveis de pressão sonora deve ser efetuado em pontos afastados aproximadamente 1,2 m do piso e pelo menos 2 m do limite da propriedade e de quaisquer outras superfícies refletoras, como muros, paredes, etc. Caso não houver a possibilidade de seguir esses parâmetros, as medidas deverão constar no relatório. O tempo de medição não é definido pela norma, esta somente orienta que o tempo escolhido deve permitir a caracterização do ruído em questão. A quantidade de pontos de medição também não é especificada, há somente a observação de que a medição pode envolver uma única amostra ou uma sequência delas.

Os levantamentos dos níveis de pressão sonora não devem ser efetuados enquanto houver interferências audíveis advindas de fenômenos naturais, como trovões, chuvas fortes, etc.

Correções são previstas para ruídos com características especiais: para ruídos com características impulsivas ou de impacto,⁷ o nível corrigido (L_c) é determinado pelo valor máximo de nível de pressão sonora medido e ajustado para a resposta rápida (*fast*), acrescido de 5dB(A); para ruídos com componentes tonais,⁸ o nível corrigido (L_c) é determinado pelo valor de L_{Aeq} acrescido de 5dB(A); em ocasiões em que o ruído apresenta ambas características, impulsiva ou de impacto e com componentes tonais, deve-se aplicar os procedimentos para as duas correções separadamente e adotar a que resultar em maior valor.

A avaliação do ruído baseia-se na comparação entre o nível de pressão sonora corrigido (L_c) e o nível do critério de avaliação (NCA), conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A)

Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Áreas estritamente residenciais urbanas ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (2000).

Os períodos diurno e noturno são definidos pelas autoridades com base nos hábitos da população, e fica definido o período noturno das 22 horas às 7 horas da manhã do dia seguinte para os dias úteis, e o período noturno das 22 horas às 9 horas da manhã do dia seguinte para domingos e feriados.

3.2 RLS-90

A RLS-90 (*Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen*), norma para a proteção de ruídos em vias, é a sucessora da RLS-81. Foi desenvolvida pelo Departamento de Construção de Rodovias Alemão e é o método de cálculo mais relevante utilizado na Alemanha. Seus objetivos são:

- a) proteção de ruídos advindos de rodovias incluindo planejamento, construção e medições que estão mutuamente inter-relacionados, os quais possibilitam o planejamento e auxiliam o processo de tomada de decisões;

⁷ Ruído que contém picos de energia acústica com duração menor que 1 s e que se repetem a intervalos maiores que 1 s. Exemplos: martelagens, bate-estacas, tiros e explosões.

⁸ Ruído que contém tons puros, como apitos ou zumbidos.

- b) prevenção de ruídos durante uma nova construção ou mesmo da futura construção, se necessário alterando significativamente a rodovia;
- c) amenizar a poluição sonora existente. (DER BUNDESMINISTER FÜR VERKEHR, 1990).

Esse método de cálculo é capaz de determinar o nível de classificação do ruído do tráfego de uma via. O modelo necessita de dados como:

- a) o fluxo horário médio de tráfego, separado em motocicletas, veículos pesados e leves;
- b) a velocidade média de cada grupo;
- c) a dimensão, geometria, tipo da estrada e quaisquer obstáculos naturais e artificiais;
- d) principais características que influenciam a propagação do ruído, como obstáculos, vegetação, absorção de ar, reflexos e difração.

Esse é um dos poucos modelos presentes na literatura capaz de avaliar a emissão sonora de um estacionamento. Permite verificar a redução de ruído produzida por barreiras e considera também as reflexões produzidas pelas barreiras opostas.

O ponto de partida do cálculo é um nível médio (L_{mE}), mensurável a uma distância de 25 m do centro da pista viária e a 4 m acima do solo. Este $L_{mE}^{(25)}$ é uma função da quantidade de veículos por hora (Q) e da percentagem de caminhões pesados (P) – peso > 2,8 toneladas, em condições idealizadas (isto é, uma velocidade de 100 km/h, um gradiente de estrada abaixo de 5% e uma superfície de estrada especial). Analiticamente $L_{mE}^{(25)}$ é dada por:

$$L_{mE}^{(25)} = 37.3 + 10 \text{Log} [Q (1 + 0.082P)] \quad (1)$$

O próximo passo é quantificar os diversos desvios dessas condições idealizadas por meio de correções. Em particular, essa correção depende dos horários, diurno (6h às 22h) ou noturno (22h às 6h). Assim, para cada pista, o nível médio em dB(A) L_m é calculado como:

$$L_m = L_{mE}^{(25)} + R_{SL} + R_{RS} + R_{RF} + R_E + R_{DA} + R_{GA} + R_{TB} \quad (2)$$

Em que:

R_{SL} é uma correção para o limite de velocidade;

R_{RS} é uma correção para superfícies rodoviárias. É dado em uma tabela e depende do tipo de superfície e velocidade do veículo. Ele varia de 0 a 6 dB. Em particular:

- $R_{RS} = 0.6|g| - 3$ para $|g| > 5\%$
- $R_{RS} = 0$ para $|g| \leq 5\%$ onde $|g|$ é a inclinação longitudinal

R_{RF} é uma correção para elevações e quedas ao longo das ruas;

R_E é uma correção para as características de absorção das superfícies de construção;

R_{DA} é um coeficiente de atenuação que considera a distância do receptor e a absorção de ar;

R_{GA} é um coeficiente de atenuação em razão das condições terrestres e atmosféricas;

R_{TB} é um coeficiente de atenuação em decorrência da topografia e das dimensões dos edifícios.

R_{SL} é obtido por meio da fórmula:

$$R_{SL} = L_{pkw} - 37.3 + 10 \text{Log} \left(\frac{100 + (10^{0.1D} - 1)P}{100 + 8.23P} \right) \quad (3)$$

Na qual:

$$L_{pkw} = 27.7 + 10\text{Log}[1 + (0.02v_{pkw})^3]$$

$$L_{Lkw} = 23.1 + 12.5\text{Log}(v_{Lkw})$$

$$D = L_{Lkw} + L_{pkw}$$

Onde v é o limite de velocidade na gama de 30 a 130 km/h para veículos ligeiros e v é o limite de velocidade na gama de 30 a 80 km/h para veículos pesados. Avaliando o $L_{mE}^{(25)}$ para cada pista como descrito, pode-se obter:

$$L_m = 10\text{Log}[10^{0.1L_{m,n}} + 10^{0.1L_{m,f}}] \tag{4}$$

Onde n representa a mais próxima e f a pista adicional, respectivamente. Finalmente, o nível de pressão sonora para a rua é dado por:

$$L_r = L_m + K \tag{5}$$

Sendo K o termo adicional para o efeito aumentado de semáforos, cruzamentos controlados e outras interseções.

4 A APLICABILIDADE DA NORMA RLS-90 PARA ATENDER AOS NÍVEIS DE CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA NBR 10151/2000

Calixto, Diniz e Zannin (2003) realizaram um estudo de ruído proveniente de tráfego de veículos em rodovias situadas na região metropolitana da Cidade de Curitiba, PR, comparando os níveis sonoros medidos no local com os níveis de pressão sonora gerados por programa de computador desenvolvido de acordo com os padrões da norma alemã RLS-90. Sua conclusão foi que a norma alemã pode ser utilizada para o cálculo de emissão de ruídos das rodovias brasileiras. Desde então, diversos estudos de mapeamento acústico utilizam a mesma metodologia.

Mapa 1 – Mapa estratégico de ruído da área central de Florianópolis para o período noturno utilizando parâmetros da RLS-90 para o software SoundPLAN®



Fonte: Nardi (2008).

Embora as pesquisas sobre mapas de ruído ainda estejam no estágio inicial em relação aos países desenvolvidos, o método desenvolvido pela Alemanha, a RLS-90, vem sendo testado e aplicado em diversos trabalhos que apresentam cenários acústicos e impactos do ruído veicular em centros urbanos. Alguns exemplos se referem às cidades de médio e grande portes como Florianópolis (NARDI, 2008), Natal (PINTO, 2013) e Distrito Federal (CORREIA et al. 2016). Outros exemplos de aplicações mais diferenciadas são também encontrados em Guedes, Bertoli e Zannin (2011), que utilizaram o software *SoundPLAN* e o método alemão RLS-90 para realizar o mapeamento acústico.

5 CONCLUSÃO

Ao analisar a legislação brasileira, fica clara a descentralização das atividades relacionadas à poluição sonora. Parte da responsabilidade fiscalizadora está com o Conama e parte da responsabilidade fomentadora está com o Ibama. Não existe órgão conciso que concentre todas as funções e que possa, assim, realizar um melhoramento na pesquisa especializada na área de acústica.

A RLS-90 providencia dados de prova que apontam a necessidade de medidas para proteção de ruído, para que sejam tomadas medidas efetivas e econômicas para o desconforto acústico gerado por rodovias. Enquanto a NBR 10151/2000 aponta somente parâmetros a serem atendidos após a medição in loco, a norma alemã consegue simular matematicamente as condições reais do local com antecedência, prevenindo o ruído gerado e possibilitando o estudo de diversas medidas cabíveis, das quais se pode escolher a alternativa mais efetiva e em alguns casos a mais econômica, antes do problema ser causado. Isso faz com que a norma alemã seja mais eficiente do que a brasileira.

Embora a norma brasileira não esteja em um nível altamente desenvolvido, estudos comprovam que é possível utilizar a norma alemã para a aplicação em softwares e realizar simulações das condições acústicas urbanas para um melhor planejamento e tomada de decisões quanto à poluição sonora, atendendo à normativa brasileira.

Noise caused by vehicle traffic: what is the applicability and efficiency of NBR 10151/2000 compared to german RLS-90 standard?

Abstract

The increasing noise pollution caused primarily by vehicular traffic requires efficient regulatory standards to ensure the health and well-being of the local residents. This study aims to compare the applicability and efficiency of the Brazilian standard NBR 10151/2000 to the German RLS-90 in the field of evaluation of noise from urban vehicular traffic and to verify, through studies carried out, what may be the applicability of the RLS standard-90 to meet the levels of evaluation criteria of Brazilian standards. With the analysis, it is concluded that the regulations used in Brazil can seek improvements in the research question, taking the RLS-90 as a starting point.

Keywords: Acoustics regulations. NBR 10151/2000 and RLS-90. Urban noise. Traffic noise.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151**: Acústica – Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas, Visando o Conforto da Comunidade – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

BRASIL. Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 02 set. 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm>. Acesso em: 04 dez. 2016.

BRESSANE, A. et al. Zoneamento Ambiental Acústico como Estratégia de Gestão e Controle da Poluição Sonora Urbana. **Revista Ra'e Ga**, Curitiba, v. 35, p. 147-168, dez. 2015.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução 001 de 1990**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0190.html>>. Acesso em: 04 dez. 2016.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução 002 de 1990**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0290.html>>. Acesso em: 04 dez. 2016.

- CORREIA, L. A. et al. Caracterização da Paisagem Sonora Noturna de uma Superquadra no Plano Piloto de Brasília – DF. In: CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, 7., 2016, Maceió. **Anais...** Maceió, 2016.
- DER BUNDESMINISTER FÜR VERKEHR. **RLS-90: richtlinien für den lärmschutz an straben** (Diretrizes para Controle do Ruído em Rodovias) – Norma Alemã. Bonn, Alemanha, 1990.
- FIORILLO, C. A. P. **Curso de Direito Ambiental Brasileiro**. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2004.
- GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2006.
- GUEDES, I. C. M.; BERTOLI, S. R.; ZANNIN, P. H. T. Influence of urban shapes on environmental noise: A case study in Aracaju Brazil. **Science of the Total Environment**, Barcelona, v. 412, p. 66-76, 2011.
- INSTITUTO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Evolução da Frota de Automóveis 2001-2012**. Rio de Janeiro: INCT, 2013.
- NARDI, A. S. L. V. **Mapeamento Sonoro em Ambiente Urbano – Estudo de Caso: Área Central de Florianópolis**. 2008. 162 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)–Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.
- PINTO, D. N. **Mapeamento Acústico como Ferramenta para Predição de Ruído Urbano na Área de Influência do Estádio Arena das Dunas, Natal/RN**. 2013. 145 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)–Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.
- UNITED NATIONS. **World Urbanization Prospects**. 2014.
- VALADARES, V. M. et al. Considerando a atmosfera acústica na elaboração de planos diretores. In: ENCONTRO NACIONAL NO V AMBIENTE CONSTRUÍDO E ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., 2007, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto, 2007.
- VERGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. São Paulo: Atlas, 2009.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Burden of Disease from Environmental Noise: Quantification of Healthy Life Years Lost in Europe**. Copenhagen: World Health Organization Regional Office for Europe, 2011.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Night Noise Guidelines for Europe**. Copenhagen: World Health Organization Regional Office for Europe, 2009.

