

REVISTA AMERICANA DE URBANISMO PARA JURISTAS Y TÉCNICOS

DIRECTOR • D. FERNANDO GARCÍA-MORENO RODRÍGUEZ



CELSO MARAN DE OLIVEIRA

RUÍDO FERROVIÁRIO EM ÁREA URBANA: PROBLEMA DE SAÚDE PÚBLICA
Railway noise in urban area: public health problem



JESÚS MORA MORA

LA INTEGRACIÓN SOCIO-URBANA DE LOS PUEBLOS ORIGINARIOS Y
LA PERCEPCIÓN ENDÓGENA A RAÍZ DE ESTE HECHO. LA VISIÓN DE
JOCOTÁN, JALISCO
*The socio-urban integration of native peoples and endogenous
perception at the root of this fact. The vision of Jocotan, Jalisco*



LEDY HELENA NORIEGA MORENO

LOS PROBLEMAS DE LA VIVIENDA DIGNA Y ADECUADA EN EL MARCO
DEL SISTEMA URBANÍSTICO COLOMBIANO
*The problems of decent and adequate housing in the framework of the
colombian urban system*



EMILIO J. URBINA MENDOZA

LAS NUEVAS TENDENCIAS DEL DERECHO URBANÍSTICO GLOBAL EN EL
CONTEXTO DE LA SOCIEDAD DEL RIESGO GLOBAL. ¿PUEDE HABLARSE
DE UN DERECHO URBANÍSTICO ALGORÍTMICO, POST COVID-19?
*New trends in global urban law in the context of the global risk society.
Can we speak of an algorithmic urban law, post-COVID-19?*

AÑO III • ENERO-JUNIO 2020 • NÚMERO 3



**RUÍDO FERROVIÁRIO EM ÁREA
URBANA: PROBLEMA DE SAÚDE
PÚBLICA**

*RAILWAY NOISE IN URBAN AREA: PUBLIC
HEALTH PROBLEM*

Por CELSO MARAN DE OLIVEIRA.

**REVISTA AMERICANA
DE URBANISMO**
PARA JURISTAS Y TÉCNICOS

RESUMO

O objetivo do trabalho é verificar quais políticas públicas brasileiras no domínio do ruído ferroviário em área urbana precisam ser aprimoradas, com base no direito nacional e lançando olhar na experiência europeia. Para tanto, fez uso do método hermenêutico; estudo de caso; pesquisa bibliográfica; levantamento e análise de normas jurídicas no âmbito da União Europeia e Brasil para se discutir o assunto da poluição sonora advindo do transporte ferroviário e quais as políticas públicas necessárias a evitar a exposição das pessoas a esse problema de saúde pública. Chegou-se a resultados que demonstram a necessária atuação estatal por meio de políticas públicas regulatórias, de planejamento urbano e de licenciamento.

PALAVRAS-CHAVE: Ambiente; Poluição sonora; Políticas públicas; Ruído ferroviário; Saúde pública.

ABSTRACT

The objective of this work is to verify which Brazilian public policies in the field of rail noise in urban areas need to be improved, based on national law and looking at the European experience. Therefore, it made use of the hermeneutic method; case study; bibliographic research; survey and analysis of legal norms within the European Union and Brazil to discuss the issue of noise pollution from rail transport and what public policies are necessary to avoid exposing people to this public health problem. Results were reached that demonstrate the necessary state action through regulatory public policies, urban planning and licensing.

KEYWORDS: Environment; Noise pollution; Public policies; Railway noise; Public health.

SUMARIO

I.- INTRODUÇÃO

II.- EFEITOS DA POLUIÇÃO SONORA DO TRAFEGO FERROVIÁRIO

II.1.- ALTERAÇÕES DE AUDIÇÃO OU PERDA AUDITIVA

II.2.- HIPERTENSÃO

II.3.- DOENÇAS CARDIOVASCULARES - IHD (ISCHAEMIC HEART DISEASE)

II.4.- ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL – AVC

II.5.- ABORRECIMENTO

II.6.- PERTURBAÇÃO DO SONO

III.- REGULAÇÃO DO RUÍDO FERROVIÁRIO NA UE

IV.- ESTUDO DE CASO: ANÁLISE E DISCUSSÃO

V.- CONCLUSÕES

VI.- BIBLIOGRAFIA

I.- INTRODUÇÃO

A Organização Mundial da Saúde (OMS) define ruído ambiental como ruído emitido de todas as fontes, exceto o ruído no local de trabalho industrial¹; a União Europeia é mais específica, e define como “som indesejado ou prejudicial ao ar livre criado por atividades humanas, incluindo ruídos de estradas, ferrovias, aeroportos e de locais industriais”². Sons dentro de limites toleráveis não afetam ou perturbam as pessoas, passando a ser denominados de ruído a partir do momento que são elevados e que causam perturbação e incômodo³. O ruído é um som desagradável e indesejado⁴.

Para a medicina preventiva o nível equivalente de ruído de 65 dB é considerado o limiar de conforto acústico⁵. Pessoas expostas continuamente a valores acima desse limite podem sofrer diversos distúrbios psico-fisiológicos⁶.

Consoante recomendação da OMS, em áreas residenciais o nível de ruído não deve ultrapassar o nível sonoro equivalente Leq de 55 dB (A). Em uma escala crescente de impacto, o nível sonoro de até Leq=50 dB (A) pode causar perturbação, mas com fácil adaptação do organismo; acima de 55 dB (A) pode haver a ocorrência de estresse leve, e acompanhado de desconforto; o nível de Leq=70 dB (A) é considerado nível de desgaste do organismo, aumentando os riscos de derrame cerebral, hipertensão arterial, infecções, e outras patologias; em Leq=80 dB (A) ocorre a liberação de endorfinas, causando sensação

1 ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, Guidelines for community noise, World Health Organization, Genebra, 1999. <http://www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html> [recuperado el 26 Febrero de 2020].

2 UNIÃO EUROPEIA, Directiva 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente, Jornal Oficial L 189/12 de 18.7.2002, pág. 13.

3 GRANDJEAN, E., *Manual de ergonomia*, 4. ed., Artes Médicas Sul Ltda., Porto Alegre, 1998.

4 GERGES, S. N. Y., *Ruído: fundamentos e controle*, Editora NR, Florianópolis, 1992.

5 PAZ, E. C., FERREIRA, A. M. C., y ZANNIN, P. H. T., “Estudo comparativo da percepção do ruído urbano”, *Rev Saúde Pública*, num. 39, 2005, págs. 467 y ss.

6 MASCHKE, C., “Preventive medical limits of chronics traffic noise exposure”, *Acustica*, núm. 85, 1999, págs. 444 y ss.

de prazer momentâneo; e níveis sonoros de $Leq=100$ dB (A) podem levar a danos e ou perda da acuidade auditiva⁷.

São muitas as fontes possíveis de causar poluição sonora nos ambientes urbanos, sendo que o transporte ferroviário contribui enormemente para a geração de ruídos ambientais urbanos. Sendo uma situação comum nas áreas urbanas dos municípios brasileiros a passagem de linhas férreas para o transporte de cargas, ocasionado, muitas vezes, pelo crescimento desordenado das cidades.

Esse meio de transporte pode ser considerado mais sustentável do que o rodoviário, quando se compara as emissões de gases na atmosfera, mas pode causar poluição sonora, por meio da emissão de ruídos ambientais produzidos pelo atrito das rodas em contato com os trilhos, funcionamento de suas máquinas, e até mesmo pelo uso da buzina, utilizada normalmente como sinal sonoro de segurança.

Os impactos desse tipo de poluição sonora na saúde da população justifica a busca por políticas públicas de modo a evitar danos à saúde. O Estado brasileiro não conta com legislação específica e suficiente a respeito do ruído ferroviário, porque as normas giram em torno do licenciamento ambiental (Resolução CONAMA 479/2017). Assim, o presente trabalho objetiva verificar quais políticas públicas nesse domínio precisam ser aprimoradas, com base no direito nacional e com um olhar na experiência europeia, por regular o assunto há mais tempo e de forma mais ampla, podendo o direito europeu contribuir com o nacional, além de identificar os principais efeitos sobre a saúde pública de forma a embasar as possíveis soluções.

A pesquisa partiu do método hermenêutico, com o levantamento e análise de dados da OMS e UE em seus documentos oficiais sobre poluição sonora em decorrência de transporte ferroviário em área urbana, com sua regulação e efeitos; foi realizado um estudo de caso (Inquérito Civil), para caracterizar a situação da passagem de linha férrea em área urbana com afetação às pessoas, e para que seja possível discutir o estado atual e futuro dessa forma de impacto ambiental; acesso à literatura especializada sobre os impactos à saúde das pessoas expostas a níveis excessivos de ruído ambiental e

7 ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, *Résumé d'orientation des directives de l'oms relatives au bruit dans l'environnement*, Genebra, 2003.

ferroviário. Houve, igualmente, o levantamento e análise de normas jurídicas no âmbito da UE e as nacionais para se discutir o assunto da poluição sonora e quais as políticas públicas necessárias a evitar a exposição das pessoas a esse problema de saúde pública.

II.- EFEITOS DA POLUIÇÃO SONORA DO TRAFEGO FERROVIÁRIO

Segundo estudos da OMS, o ruído excessivo prejudica seriamente a saúde humana, com interferência nas atividades diárias das pessoas na escola, no trabalho, em casa, no lazer, perturba o sono; causa efeitos cardiovasculares e psicofisiológicos; causa comprometimento cognitivo; deficiência auditiva e zumbido; resultados adversos ao nascimento; afeta a qualidade de vida, saúde mental e bem-estar⁸.

Em crianças, o ruído excessivo provoca pressão alta e comprometimentos cognitivos⁹. Um estudo de crianças de 9 a 10 anos de idade nas áreas rurais dos Alpes constatou que níveis modestos de ruído comunitário (ruído de tráfego de trens e estradas acima de 60 dB estavam associados a um desempenho inferior da memória¹⁰. E os efeitos do ruído elevado do trem na capacidade de leitura das crianças¹¹.

FIORILLO, baseado em dados científicos, chama atenção para os inúmeros efeitos dos ruídos, para além de ficar surdo:

“que o resultado mais traiçoeiro ocorre em níveis moderados de ruído, porque lentamente vão causando estresse, distúrbios físicos, mentais e psicológicos, insônia e problemas auditivos. Além disso, sintomas secundários aparecem: aumento da pressão arterial, paralisção do estômago e intestino, má irrigação da pele e até mesmo impotência sexual.”¹²

8 ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, *Environmental Noise Guidelines for the European Region*, 2018. http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0008/383921/noise-guidelines-eng.pdf?ua=1 [recuperado el 20 Febrero de 2020].

9 STANSFELD, S., y CLARK, C., “Health Effects of Noise Exposure in Children”, *Curr Envir Health Rpt* 2, 2015, págs. 171 y ss.

10 LERCHER, P., EVANS, G. W., y MEIS, M., “Ambient Noise and Cognitive Processes among Primary Schoolchildren”, *Environment and Behavior*, núm. 35, 2003, págs. 725 y ss.

11 BRONZAFI, A. L., y MCCARTHY, D. P., “The effects of elevated train noise on reading ability”, *Environ Behav.*, núm. 7, 1975, págs. 517 y ss.

12 FIORILLO, C. A. P., *Curso de Direito Ambiental Brasileiro*, 13. ed., Saraiva, São Paulo, 2012, pág. 337.

Estudos empíricos apontam diversos efeitos da exposição média das pessoas ao ruído acima dos limites aceitáveis, sendo os mais comuns:

II.1.- ALTERAÇÕES DE AUDIÇÃO OU PERDA AUDITIVA

Para SANTOS¹³ são três as alterações de audição causadas pela exposição ao som intenso:

- a) Trauma acústico, que é a perda auditiva provocada pela exposição a ruído abrupto e muito intenso. O nível de ruído que pode provocar o trauma acústico é da ordem de 120 dB, provocando lesões intensas na cóclea, como ruptura da membrana basilar, mas a pessoa pode recuperar a audição “social” em alguns dias¹⁴.
- b) Alterações transitórias da audição, em decorrência da exposição prolongada a sons intensos, causando uma redução na sensação auditiva, com restabelecimento ao fim da exposição. No caso de perda auditiva temporária a pessoa normalmente precisa permanecer em silêncio de 11 a 14 horas para o retorno da audição. Mas se a perda temporária for recorrente, pode levar à perda permanente¹⁵.
- c) Alterações permanentes da função auditiva, devido a exposições prolongadas e repetidas a sons de intensidade elevada, sem tempo de repouso. Nesse caso, os estudos de YEROUT, KWIATKOWSKI, LISNERSKI, SPRAGUE e DAVIS demonstram que a exposição contínua a um alto nível de ruído tende a que o indivíduo perda a audição, por meio de um quadro crescente de evolução dessa perda¹⁶.

13 SANTOS, U. P., *Ruído e Prevenção*, Hucitec, São Paulo, 1999.

14 SILVA, A. P., COSTA, E. A., RODRIGUES, S. M. M., SOUZA, H. L. R., MASSAFERA, V. G. “Avaliação do perfil auditivo de militares de um quartel do Exército Brasileiro”, *Rev. Bras. Otorrinolaringol*, número 3, 2004, págs., 344 y ss.

15 SALIBA, T. M., *Manual prático de avaliação e controle do ruído*, 3ª ed., LTr, São Paulo, 2004.

16 YEROUT, R., KWIATKOWSKI, C., LISNERSKI, D, SPRAGUE, K y DAVIS, S, “Continuous Exposure to Noise Work Environments Does Affect Preferred Leisure Noise Levels”, *International Journal of Industrial Ergonomics*, núm. 17, 1996, págs. 499 y ss.

CALIXTO considera que a perda da audição influencia diretamente na comunicação, fazendo com a pessoa tenha dificuldades em entender bem algumas palavras¹⁷.

Há influências no comportamento individual, social e psíquico do doente, com possíveis alterações de sua autoestima, motivação e eficácia com que o indivíduo desenvolve seu trabalho¹⁸. Então, além dos graves danos à saúde da pessoa acometida, causa impactos econômicos e sociais, por exemplo, na forma de afastamento do doente de seu ambiente laboral, piores rendimentos escolares dos estudantes, dificuldade para interagir com a comunidade.

II.2.- HIPERTENSÃO

Estudo sobre a relação entre ruído ferroviário e hipertensão avaliou a incidência entre as pessoas residentes na Dinamarca, envolvendo 7.249 participantes, incluindo 3.145 casos¹⁹. Os autores não encontraram associação entre exposição ao ruído ferroviário e incidência de hipertensão arterial. Esta evidência foi avaliada de baixa qualidade. Ainda, estudos transversais avaliaram a prevalência de hipertensão arterial em 15.850 participantes, incluindo 2059 casos²⁰. Além disso, houve inconsistência entre os resultados por meio de estudos. A evidência foi avaliada de baixa qualidade.

17 CALIXTO, A, O ruído gerado pelo tráfego de veículos em “rodovias-grandes avenidas” situadas dentro do perímetro urbano de Curitiba, analisado sob parâmetros acústicos objetivos e seu impacto ambiental, Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica), Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, 2002.

18 KOMNISKI, T. M., y WATZLAWICK, L. F., “Problemas causados pelo ruído no ambiente de trabalho”, *Revista Eletrônica Lato Sensu*, num. 2, 2007, págs. 147 y ss.

19 SÖRENSEN, M., HVIDBERG, M., HOFFMANN, B., ANDERSEN, Z. J., NORDSBORG, R. B., LILLELUND, K. G., JAKOBSEN, J., TIÖNNELAND, A., OVERVAD, K, y RAASCHOU-NIELSEN, O., “Exposure to road traffic and railway noise and associations with blood pressure and selfreported hypertension: a cohort study”, *Environ Health.*, núm. 10, 2011.

20 BARREGARD, L., BONDE, E., y OHRSTROM, E. “Risk of hypertension from exposure to road traffic noise in a population-based sample”, *Occup Environ Med.*, núm. 66, 2009, págs. 410 y ss. ERIKSSON, C., NILSSON, M. E., WILLERS, S. M., GIDHAGEN, L., BELLANDER, T., y PERSHAGEN, G., “Traffic noise and cardiovascular health in Sweden: the roadside study”, *Noise Health*, núm. 14, 2012, págs., 140 y ss. van POLL, R., AMELING, C., BREUGELMANS, D. HOUTHUIS, D, van KEMPEN, E, MARRA, M, y SWART, W, *Gezondheidsonderzoek Vliegbasis Geilenkirchen (Desk Research) I. Hoofdrapportage: samenvatting, conclusies en aanbevelingen Gezondheidsonderzoek Vliegbasis Geilenkirchen*, National Institute for Public Health and the Environment, Bilthoven, 2014.

Porém, os estudos de LUSK, HAGERTY, GILLESPIE e CARUSO correlacionam o aumento da pressão sanguínea sistólica e diastólica aos altos níveis de ruído²¹. CHANG, JAIN, WANG E CHAN, com o uso do modelo de regressão linear, demonstram que cada acréscimo de 1 dB no nível de ruído corresponde ao aumento de 1 mm/Hg da pressão sanguínea²².

II.3.- DOENÇAS CARDIOVASCULARES - IHD (ISCHAEMIC HEART DISEASE)²³

Estudos transversais avaliaram a prevalência do IHD, em um total de 13.241 participantes, incluindo 283 casos, tendo a evidência sido classificada de qualidade muito baixa²⁴.

BABISCH, ISING e GALLACHER desenvolveram estudos epidemiológicos que sugerem que a exposição ao ruído em excesso pode causar estresse crônico, e em consequência disfunções cardiovasculares²⁵.

II.4.- ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL – AVC

Não havia evidências sobre a relação entre ruído ferroviário e incidência ou mortalidade por acidente vascular cerebral. No entanto, um estudo transversal que avaliou a prevalência de AVC em 9.365 participantes, incluindo 89 casos, tendo a evidência sido avaliada de baixa qualidade²⁶.

21 LUSK, S. L., HAGERTY, B. M., GILLESPIE, B., y CARUSO, C. C., "Chronics effects of workplace noise on blood pressure and heart rate", *Arch Environ Health*, núm. 57, 2002, págs. 273 y ss.

22 CHANG, T, JAIN, R. M., WANG, C. S, CHAN, C.C., "Effects of occupational noise exposure on blood pressure", *J. Occup. Environ. Med.*, num. 45, 2003, págs. 1289 y ss.

23 Doença cardíaca isquêmica

24 HEIMANN, D., CLEMENT, M., ELAMPE, E., OLNLY, X., Air pollution, traffic noise and related health effects in the Alpine space: a guide for authorities and consulters. ALPNAP comprehensive report, Universita degli Studi di Trento, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Trento, 2007. LERCHER, P., BOTTELDOOREN, D., WIDMANN, U., UHRNER, U., y KAMMERINGER, E. "Cardiovascular effects of environmental noise: research in Austria", *Noise Health*, núm. 13, 2011, págs. 234 y ss.

25 BABISCH, W., ISING, H., y GALLACHER, J. E. J. "Health status as a potencial effect modifier of the relation between noise annoyance and incidence of ischaemic heart disease", *Occup Environ Med.*, núm. 60, 2003, págs. 739 y ss.

26 VAN POLL, R., AMELING, C., BREUGELMANS, D. HOUTHUIS, D, van KEMPEN, E, MARRA, M, y SWART, W, *Gezondheidsonderzoek Vliegbasis ...*, 2014.

II.5.- ABORRECIMENTO

Foram identificados estudos com ERFs (exposure–response function²⁷) sobre a associação entre ruído ferroviário e aborrecimento²⁸. A categoria mais baixa de ruído exposição considerada em qualquer um dos estudos, e, portanto, incluída na revisão sistemática é de 40 dB. A evidência geral foi classificada de qualidade moderada. Análises estatísticas adicionais de desfechos aborrecimentos apoiaram esses achados. Ao comparar exposição ao ruído ferroviário a 50 dB e 60 dB, as análises revelaram evidências classificadas de qualidade moderada para uma associação entre ruído ferroviário e %HA²⁹ para aumento por 10 dB.

Estudos em um projeto pré/post relataram desfechos de aborrecimento nas moradias das pessoas³⁰. Eles poderiam ser categorizados como uma intervenção de origem, uma intervenção de infraestrutura nova/ fechada e uma intervenção de comunicação. Em dois dos estudos as mudanças de exposição após a intervenção foram pequenas, embora tenham apresentado efeitos significativos no aborrecimento do ruído.

27 Função de exposição-resposta

28 GIDLÖEF-GUNNARSSON, A., ÖGREN, M., JERSON, T., ÖHRSTRÖM, E., "Railway noise annoyance and the importance of number of trains, ground vibration, and building situational factors", *Noise Health*, núm. 14, 2012, págs., 190 y ss. CHAMPELOVIER, P., CREMEZI-CHARLET, C., LAMBERT, J., *Evaluation de la gêne due à l'exposition combinée aux bruits routier et ferroviaire [Assesment of annoyance from combined exposure to road and rail traffic noises] (Research Report 242)*. Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, Lyon, 2001. YANO, T., MORIHARA, T., y SATO, T. "Community response to Shinkansen noise and vibration: a survey in areas along the Sanyo Shinkansen Line", en *Proceedings. Forum Acusticum: 4th European Congress on Acoustics*, Budapeste, 2005. SATO, T., YANO, T., y MORIHARA, T. "Community response to noise from Shinkansen in comparison with ordinary railways: a survey in Kyushu, Japan", en *Proceedings. 18th International Congress on Acoustics (ICA 2004)*, Kyoto, 2004. SCHRECKENBERG, D. "Exposure-response relationship for railway noise annoyance in the Middle Rhine Valley", en *Proceedings. 42nd International Congress and Exposition on Noise Control Engineering 2013 (INTER-NOISE 2013)*, Innsbruck, 2013. YOKOSHIMA, S., MORIHARA, T., OTA, A., TAMURA, A., "Reanalysis of response curves of Shinkansen railway noise", en *Proceedings. 9th International Congress on Noise as a Public Health Problem 2008 (ICBEN 2008)*, Foxwoods, 2008.

29 Percentage of the population "highly annoyed" (porcentagem da população "altamente irritado")

30 LAM, K. C., y AU, W. H. "Human annoyance response to a step change in noise exposure following the opening of a new railway extension in Hong Kong", en *Proceedings. 9th International Congress on Noise as a Public Health Problem 2008 (ICBEN 2008)*, Foxwoods, 2008. MOEHLER, U., HEGNER, A., SCHUEMER, R., SCHUEMER-KOHR, A., "Effects of railway-noise reduction on annoyance after rail-grinding", en *Proceedings. 26th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (INTER-NOISE 1997)*, Budapeste, 1997.

O estudo sobre intervenções de origem e aborrecimento revelou que uma mudança de -10 dB na exposição ao ruído levou a uma redução significativa no aborrecimento, que persistiu durante um período de 12 meses após a intervenção.

As pesquisas de NELSON³¹ apontam que ruídos de transporte acima de 65 dB(A) afetam 25% das pessoas, uma vez que essas disseram estar altamente incomodadas.

II.6.- PERTURBAÇÃO DO SONO

O ruído pode encurtar período total do sono, influenciar no aumento de vezes que a pessoa desperta durante o sono, e afetar a duração dos vários estágios do sono. Pessoas expostas a baixos níveis de ruído tendem a uma aparente acomodação ao barulho, porém acima de 60 dB(A) a acomodação é muito difícil de ocorrer³².

Para o ruído ferroviário e os resultados autorrelatados do sono (desperta do sono, o processo de queda dormindo e distúrbio do sono), foram identificados estudos que incluíram um total de 7.133 participantes³³.

Os estudos foram transversais e conduzidos em adultos saudáveis, e o resultado da saúde foi medido por autorrelato por meio de inquéritos gerais de saúde e pesquisas de ruído que incluíam perguntas sobre o sono em geral, e outras questões sobre como o ruído afeta o sono. O modelo na revisão sistemática³⁴ foi baseado em níveis Lnight ao ar livre entre 40 dB e 65 dB apenas; 40 dB foi escolhido como o limite inferior por causa de possíveis imprecisões em prever níveis de ruído

31 NELSON, P. M., *Transportation Noise Reference Book*, Butterworth-Heinemann Ltd., Londres, 1987.

32 NELSON, P. M., *Transportation Noise ...*, op. cit.

33 BODIN, T., BJÖRK, J., ARDÖ, J., y ALBIN, M., "Annoyance, sleep and concentration problems due to combined traffic noise and the benefit of quiet side", *Int J Environ Res Public Health*, núm. 12, 2015, págs. 1612 y ss. HONG, J., KIM, J., LIM, C., LEE, S., "The effects of long-term exposure to railway and road traffic noise on subjective sleep disturbance", *J Acoust Soc Am.*, núm. 128, 2010, págs., 2829 y ss.

34 BASNER, M., y MCGUIRE, S. "WHO environmental noise guidelines for the European Region: a systematic review on environmental noise and effects on sleep", *Int. J. Environ. Res. Public Health*, núm. 15, 2018, pág. 519.

mais baixos. A faixa de exposição sonora relatada nos estudos foi de 27,5 a 82,5 dB Lnight. Cerca de 2% da população foi caracterizada como altamente perturbada pelo sono para níveis Lnight de 40 dB. Foram realizadas análises adicionais para medidas de qualidade do sono, que forneceram evidências de apoio sobre a relação geral entre o ruído ferroviário e o sono. Quando a fonte de ruído não foi especificada na questão, a relação entre ruído ferroviário e resultados autorrelatados do sono ainda era positivo, mas não mais estatisticamente significativo.

Uma vez que o ruído ferroviário pode causar inúmeros malefícios à saúde da população está-se diante um problema de saúde pública, e estudos sobre os efeitos do ruído reconhecem como questão de saúde pública³⁵. Segundo o princípio que deve ser atendido para implantação de medida de rastreamento, sendo a carga de mortalidade, morbidade e sofrimento causado pela condição, sendo caracterizada nas áreas: do impacto na pessoa “em termos de anos potenciais de vida perdidos, a extensão de incapacidade, dor e desconforto, o custo do tratamento, e o impacto na família do indivíduo”, bem como o “impacto na sociedade – mortalidade, morbidade e custos do tratamento para a sociedade.”³⁶. Com isso, os impactos que o ruído em excesso provocado pelo transporte ferroviário nas áreas urbanas em relação a todos os aspectos indicados, sendo, portanto, um problema de saúde pública. Em sendo assim, há necessidade de políticas públicas serem implementadas para diminuir ou até mesmo evitar tal problema na sociedade.

Esse assunto tem sido considerado problema de saúde pública pela UE, com conseqüente regulação. Por isso, torna-se necessário verificar o teor dessa regulação para que possa ser considerada, dentro de certos limites, pelos países como o Brasil que ainda carece de um acervo normativo robusto nesse domínio.

35 BRESSANE, A., MOCHIZUKI, P. S., CARAM, R. S. y ROVEDA, J. A. F., “Sistema de apoio à avaliação de impactos da poluição sonora sobre a saúde pública”, *Cad. Saúde Pública*, num. 5, 2016, págs. 1 y ss.

36 COSTA, J. S. D., y VICTORA, C. G., “O que é “um problema de saúde pública”?”, *Rev. bras. epidemiol.*, num. 1, 2006, pág. 145.

III.- REGULAÇÃO DO RUÍDO FERROVIÁRIO NA UE

O processo de integração regional europeu, que teve início no início da segunda metade do século passado, apresentava objetivos eminentemente econômicos, em uma busca pelo crescimento econômico sem preocupações diretas com o ambiente, como pode ser visto nos textos de seus principais tratados constitutivos - Tratado que institui a Comunidade Europeia do Carvão e do Aço (1951), Tratado que institui a Comunidade Europeia da Energia Atômica (1957), e Tratado que institui a Comunidade Econômica Europeia (1957) -, embora que neste seja possível identificar referência ao ambiente “muito lateralmente nos objetivos e nas acções indicadas nos artigos 2º e 3º³⁷.

Os países que iniciaram o processo integracionista europeu estavam inicialmente comprometidos em alcançar as primeiras fases do processo de integração econômica, especialmente o mercado comum, e por isso não estabeleceram normas jurídicas ambientais comunitárias.

ARAGÃO³⁸ explica que a preocupação com a mudança de comportamento ocorreu a partir da década de 1970, em decorrência de dois grandes fatores: problemas de poluição em países europeus industrializados; e de alguns acidentes ambientais de grande magnitude, como os naufrágios de petroleiros e suas mares negras, explosões de instalações industriais e fugas de produtos tóxicos. Com isso, esses países começaram a adotar políticas públicas ambientais nacionais de controle da poluição, com impactos para o comércio intra-comunitário.

Em decorrência dos compromissos assumidos na Convenção de Estocolmo de 1972, os Estados-membros se reuniram neste mesmo ano na cidade de Paris para discutir as questões ambientais no âmbito do processo de integração regional, tendo dado origem a uma De-

37 ARAGÃO, A, O princípio do poluidor pagador: pedra angular da política comunitária do ambiente, Inst. O Direito por um Planeta Verde, São Paulo, 2014, pág. 44.

38 ARAGÃO, A, *O princípio do ...*, op. cit., pág. 44.

claração, o que marca o início da política comunitária do ambiente³⁹, seguida de uma série de programas de ação em matéria do ambiente.

Nessa sequência, e com previsão explícita no domínio do ambiente, merecem destaque o Acto Único Europeu, que em seu artigo 25 insere no Tratado da Comunidade Econômica Europeia um título específico sobre meio ambiente; e a Carta dos Direitos Fundamentais da União Europeia, com inclusão dos direitos ambientais, nos seguintes termos: “Todas as políticas da União devem integrar um elevado nível de proteção do meio ambiente e a melhoria da sua qualidade, e assegurarlos de acordo com o princípio do desenvolvimento sustentável”⁴⁰.

O Tratado da União Europeia estabelece no artigo 2º “um crescimento sustentável e não inflacionista que respeite o ambiente”, por meio de uma política no domínio do ambiente (artigo 3º, “k”), de modo a alcançar os seguintes objetivos:

“- a preservação, a protecção e a melhoria da qualidade do ambiente ; — a protecção da saúde das pessoas; — a utilização prudente e racional dos recursos naturais; — a promoção, no plano internacional, de medidas destinadas a enfrentar os problemas regionais ou mundiais do ambiente. (artigo 130º-R).”⁴¹

O Tratado sobre o Funcionamento da União Europeia disciplinou a política ambiental da União Europeia no artigo 11.º: “As exigências em matéria de proteção do ambiente devem ser integradas na definição e execução das políticas e ações da União, em especial com o objetivo de promover um desenvolvimento sustentável.”, e em um título próprio para o ambiente, composto dos artigos 191.º ao 193.º⁴².

O atual Programa de Ação da União em matéria de Ambiente (PAA) orienta a política ambiental europeia até 2020, com identificação de

39 CARPENTIER, M., “La naissance de La politique de l’ environnement”, *Revue des affaires européennes*, núm. 9, 1999, págs. 284 y ss. MEYER, J., y PONCHARAL, B., “L’européanisation de la politique environnementale dans les années 1970”, *Vingtième Siècle. Revue d’histoire*, núm. 113, 2012, págs. 117 y ss.

40 FONSECA, F. E., “A convergência entre a proteção ambiental e a proteção da pessoa humana no âmbito do direito internacional”, *Rev. Bras. Polít. Int.*, núm. 50, 2007, pág., 132.

41 UNIÃO EUROPEIA, *Tratado da União Europeia*, Jornal Oficial C 191/1 de 29.7.1992.

42 UNIÃO EUROPEIA, *Tratado sobre o Funcionamento da União Europeia*, Jornal Oficial C 326/47 de 26.10.2012.

nove objetivos prioritários e definição de uma perspectiva em longo prazo para 2050, no chamado “Viver bem, dentro dos limites do nosso planeta”. Este Plano identifica como áreas de ação prioritárias para a UE: capital natural, economia eficiente na utilização dos recursos, e ambiente saudável para pessoas saudáveis. Esta abrange os desafios relacionados com a saúde e o bem-estar humanos, como a poluição atmosférica e da água, o ruído excessivo e os produtos químicos.

Em relação ao ruído, o PAA apresenta dados sobre uma exposição média em longo prazo mostram que 65% dos europeus que vivem em grandes áreas urbanas estão expostos a níveis elevados de ruído (definidos como níveis de ruído acima de 55dB Lden e de 50dB Lnight), e mais de 20% a níveis de ruído noturno que com frequência têm efeitos adversos na saúde. Dados que igualmente aparecem no documento da Agência Europeia do Ambiente (AEA), denominado “Conclusões por problema ambiental”, acrescido de que “cerca de 9,7 milhões de pessoas estão expostos a níveis de ruído inaceitáveis (Leq de 24h superiores a 75dB(A))”⁴³.

Nos países europeus a exposição a níveis elevados de ruído é uma infeliz realidade, sendo um grande problema de saúde ambiental.

Segundo dados da AEA, estima-se que aproximadamente 113 milhões de pessoas nos Estados-membros estejam expostas a níveis de ruído do tráfego rodoviário iguais ou superiores a 55dB. Destes, 36 milhões estão expostos a níveis de ruído muito altos de pelo menos 65 dB. Além disso, muitas pessoas também são expostas ao ruído ferroviário, aéreo e industrial. A exposição a outras fontes, a ruídos iguais ou superiores a 55 dB são: em ferrovias, mais de 21 milhões de pessoas; ruído da aeronave, mais de 4 milhões de pessoas; ruído industrial, aproximadamente um milhão de pessoas; Durante a noite a fonte dominante de ruído é o tráfego rodoviário (78 milhões), seguido de ferrovias (17 milhões), aeronaves (1,3 milhão), e ruído industrial (0,4 milhões)⁴⁴.

43 UNIÃO EUROPEIA, *Conclusões por problemas ambientais*, Agência Europeia do Ambiente, 2008a., pág. 18. <https://www.eea.europa.eu/pt/publications/92-9167-087-1/page014.html>, recuperado el 20 Febrero de 2020.

44 UNIAO EUROPEIA, *Exposure of Europe's population to environmental noise*, 2019. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/exposure-to-and-annoyance-by-2/assessment-4>, recuperado el 15 Febrero de 2020.

Assim, a saúde e bem-estar humanos estão sendo afetados pelo ruído, e para proteger os cidadãos da UE contra pressões de caráter ambiental e riscos para a saúde e o bem-estar, o 7º PAA assegura que até 2020 é necessário: “ii) aplicar uma política atualizada da União em matéria de ruído, alinhada pelos conhecimentos científicos mais recentes, e as medidas de combate à poluição acústica na fonte, incluindo melhorias na concessão urbanística.”⁴⁵.

Então, no campo da regulação, parte-se da premissa que constitui parte da política europeia atingir um elevado nível de proteção da saúde e do ambiente, sendo a proteção contra o ruído um dos objetivos a atingir. A Comissão Europeia lançou em 1996 o Livro Verde Sobre a Futura Política de Ruído, considerando que o ruído, causado pelo tráfego e pelas atividades industriais e de recreio, constitui um dos principais problemas ambientais na Europa, com um número crescente de queixas por parte da população.

Neste Livro Verde, o ruído no meio ambiente foi apontado como um dos principais problemas ambientais na Europa⁴⁶, tendo sido estabelecidas as ações futuras. Em geral, sugere uma proposta de Directiva que prevê a harmonização dos métodos de avaliação da exposição ao ruído e o intercâmbio mútuo de informações (podendo incluir recomendações sobre a elaboração de mapas de ruído e o fornecimento de informação ao público sobre a exposição ao ruído); e em uma segunda fase, será considerada a possibilidade de se estabelecerem valores-limite associados a uma obrigação de atuação para os alcançar.

Em relação ao ruído ferroviário⁴⁷, o Livro Verde prevê que esta forma de ruído deve receber maior atenção, área em que alguns Estados-membros estão a preparar legislação nacional e em que se assiste a uma considerável oposição à expansão das capacidades ferroviárias devido ao excesso de ruído. Além de apoiar a pesquisa neste

45 UNIAO EUROPEIA, Decisão n. 1386/2013/UE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa a um programa geral de ação da União para 2020 em matéria de ambiente «Viver bem, dentro dos limites do nosso planeta» Texto relevante para efeitos do EEE. Jornal Oficial L 354/171 de 28.12.2013, pág. 54.

46 SOUSA, D. S, *Instrumentos de gestão de poluição sonora para a sustentabilidade das cidades brasileiras*, Tese (Doutorado em Engenharia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

47 O ruído ferroviário diz respeito tanto ao transporte de passageiros quanto ao frete, mas é mais grave para os vagões de carga.

domínio, a Comissão Europeia investigará a viabilidade de introdução de legislação que estabeleça valores-limite para as emissões, de negociação de acordos com a indústria ferroviária sobre objetivos em termos de emissões e de instrumentos econômicos, tais como taxas variáveis em função das vias.

Em julho de 2002 o Parlamento Europeu e o Conselho publicaram uma Directiva relativa à avaliação e gestão do ruído ambiental, no sentido de proporcionar uma base para desenvolver e completar o conjunto de medidas europeias em vigor em matéria de ruído emitido pelas principais fontes, em especial veículos e infraestruturas rodoviárias e ferroviárias, aeronaves, equipamento industrial e de exterior e maquinaria móvel, e para desenvolver medidas adicionais, em curto, médio e longo prazo. Algumas categorias de ruído, como o ruído no interior dos meios de transporte e o ruído proveniente de atividades domésticas não foram abrangidas pela Directiva.

Ficou estabelecido que, baseado no princípio da subsidiariedade⁴⁸, os objetivos de obter um elevado nível de proteção do ambiente e da saúde serão melhor realizados complementando a ação dos Estados-membros por meio de uma ação europeia que consubstancie um entendimento comum em relação ao problema do ruído. Devendo haver, por consequência, recolha, compilação e comunicação dos dados relativos aos níveis de ruído ambiental, segundo critérios comparáveis, o que implica a utilização de indicadores e de métodos de avaliação harmonizados, bem como de critérios de alinhamento dos mapas de ruído; e estabelecimento de métodos comuns de avaliação do ruído ambiental e uma definição dos chamados “valores-limite”, em termos de indicadores harmonizados para determinação dos níveis de ruído, sendo os números concretos de qualquer valor-limite determinados pelos Estados-Membros, baseado no princípio da prevenção, com o objetivo de preservar as zonas tranquilas das aglomerações.

Estabeleceu-se que os indicadores comuns de ruído selecionados são o Lden⁴⁹, para avaliar o incômodo; e o Lnight⁵⁰, para avaliar as

48 LOPES, D., “O princípio da subsidiariedade: o seu contributo para a organização administrativa”, em *Organização administrativa: novos actores, novos modelos*, AAFDL, Lisboa, 2018, pág. 129 y ss.

49 Indicador do nível de pressão sonora dia-noitecer-noite

50 Indicador do nível de pressão sonora noite.

perturbações do sono. E que seria conveniente permitir que os Estados-membros utilizem indicadores suplementares, a fim de acompanhar ou controlar situações especiais de ruído.

A Directiva 2002/49/CE é aplicável ao ruído ambiental a que os seres humanos se encontram expostos, em especial em áreas construídas, parques públicos ou em outras zonas tranquilas de uma aglomeração, em zonas tranquilas em campo aberto, nas imediações de escolas, hospitais e outros edifícios e zonas sensíveis ao ruído. Excetuam-se de seu campo de aplicação os ruídos produzidos pela própria pessoa exposta, a ruídos provenientes de atividades domésticas, a ruídos produzidos por vizinhos, a ruídos em locais de trabalho ou dentro dos meios de transporte ou ainda devidos a atividades militares em zonas militares (artigo 1º).

Apresenta duplo objetivo: a) definir uma abordagem comum com vista a evitar, prevenir ou reduzir os efeitos prejudiciais do ruído ambiental; e b) proporcionar uma base para o desenvolvimento de medidas destinadas a reduzir as emissões de ruído das principais fontes, por meio das seguintes ações: determinação da exposição ao ruído ambiente, por meio da elaboração de mapas de ruído, com base em métodos de avaliação comuns aos Estados-membros; informação do público sobre o ruído ambiente e seus efeitos; e aprovação, pelos Estados-membros, de planos de ação baseados nos resultados da elaboração de mapas de ruído, a fim de prevenir e reduzir o ruído ambiente, sempre que necessário e em especial quando os níveis de exposição forem suscetíveis de provocar efeitos nocivos para a saúde humana, e preservar a qualidade do ambiente acústico, quando seja boa (artigo 1º).

O artigo 11 da Directiva 2002/49/CE estabelece que a Comissão Europeia, de cinco em cinco anos, deve elaborar um relatório de aplicação. Esse relatório deve incluir para além das questões relativas à aplicação, uma análise do ambiente acústico e dos seus objetivos e medidas em matéria de redução do ruído ambiental, bem como uma avaliação da necessidade de outras ações europeias.

O atual relatório de aplicação da Directiva foi publicado em 2017. Segundo ele, a AEA, órgão incumbido pelos Estados-membros de proceder a uma avaliação da exposição dos cidadãos europeus ao

ruído, abrangendo 467 aglomerações (incluindo estradas, caminhos de ferro, aeroportos e instalações industriais) e 86 grandes aeroportos, bem como 186.600 km de estradas e 44.320 km de grandes eixos ferroviários fora das aglomerações⁵¹.

O ponto marcante deste diploma legal (Directiva 2002/49/CE) é a imposição às autoridades nacionais da obrigação de elaborar mapas estratégicos de ruído e planos de ação para as principais ferrovias e grandes aglomerações. Por meio da existência desses mapas estratégicos de ruído é possível identificar e atuar diretamente nos *hotspots* que se apresentem mais problemáticos. Um ponto merecedor de críticas é a não previsão de valores-limite para todo o território da UE. Mesmo assim, o material circulante ferroviário foi obrigado a atender a determinadas emissões de ruído limites desde o ano de 2006, aplicável para os vagões recém construídos, por determinação da Directiva 2008/57/CE sobre a interoperabilidade ferroviária⁵², por meio de uma especificação técnica para interoperabilidade sobre o ruído, adotada pela Comissão Europeia⁵³.

Em relação ao ruído ferroviário produzido pela frota existente, a Comissão aprovou uma Comunicação sobre as medidas de redução do ruído ferroviário que tratam da frota existente⁵⁴, com proposta para introduzir taxas de acesso de pista diferenciadas por ruído como um incentivo econômico para a adaptação de vagões de carga com blocos de freio compostos.

51 UNIAO EUROPEIA, Relatório da comissão ao parlamento europeu e ao conselho relativo à aplicação da Directiva Ruído Ambiente em conformidade com o artigo 11.º da Directiva 2002/49/CE. 2017, Jornal Oficial 30.3.2017 COM(2017) 151 final de 30.3.2017.

52 UNIAO EUROPEIA, Directiva 2008/57/CE do Parlamento Europeu e do Conselho sobre a interoperabilidade do sistema ferroviário dentro da Comunidade, Jornal Oficial L 191/1 de 17.6.2008.

53 UNIAO EUROPEIA. Comissão Europeia. Regulamentação da Comissão (UE) nº 1304/2014 sobre a especificação técnica para interoperabilidade relativa ao subsistema 'rolling stock - ruído' alterando a Decisão 2008/232/CE e revogando a Decisão 2011/229/EU, Jornal Oficial L 356/421 de 12.12.2014.

54 UNIAO EUROPEIA, Comissão Europeia. Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu e Conselho sobre as medidas de redução de ruído ferroviário para a frota existente, Jornal Oficial COM(2008) 432 final de 8.7.2008.

Segundo os dados do Relatório de 2017, o ruído do tráfego rodoviário, dentro e fora das aglomerações, é a principal fonte de exposição humana a níveis superiores aos níveis de notificação definidos na Directiva, estimando-se que, no total, haverá em torno de 100 milhões de pessoas (quase 70 milhões dentro das aglomerações e 30 milhões fora das aglomerações) expostas a níveis de ruído do tráfego rodoviário superiores a 55 dB Lden. O tráfego ferroviário é a segunda fonte de ruído mais importante, com um total de mais de 18 milhões de pessoas (cerca de 10 milhões dentro das aglomerações e oito milhões fora das aglomerações), seguido do tráfego aéreo com um total de cerca de quatro milhões de pessoas (quase três milhões dentro das aglomerações e um milhão fora das aglomerações).

Como efeitos pela exposição aos níveis de ruído superiores a 55 dB Lden (dados que dizem respeito apenas às aglomerações, aos eixos rodoviários e ferroviários e aos aeroportos abrangidos pela Directiva), 14,1 milhões de adultos sofrem grandes incômodos devido ao ruído ambiental; 5,9 milhões de adultos sofrem de grandes perturbações do sono; e o ruído ambiente é responsável por 69.000 hospitalizações e 15.900 casos de mortalidade prematura por ano.

Em relação ao ruído do tráfego ferroviário, a Comissão publicou um documento de trabalho relativo à redução do ruído do tráfego ferroviário de mercadorias⁵⁵, que impõe aos Estados-membros o recurso, tanto quanto possível, aos instrumentos e meios financeiros disponíveis. Neste documento ficou caracterizado que o ruído é um dos problemas de saúde pública mais difundidos na União Europeia, ficando atrás somente da poluição do ar em termos de causar doenças e no número de morte prematuras. Além desses custos à saúde e à vida das pessoas que vivem nos países da UE, somam-se os custos econômicos, como a desvalorização interna dos preços, perdas de produtividade por impactos relacionados à saúde e impactos distributivos.

A literatura científica aponta evidências suficientes sobre os efeitos adversos à saúde da exposição em longo prazo ao ruído ferroviário, sendo a segunda fonte mais dominante de ruído ambiental na Europa.

55 UNIAO EUROPEIA, COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT *Rail freight noise reduction*, Jornal Oficial SWD(2015) 300 final de 22.12.2015.

O número de pessoas expostas a L_{den} acima de 55 dB e L_{night} acima de 50 dB de ruído ferroviário é de 17 milhões e 15 milhões, respectivamente⁵⁶.

Preocupada com os impactos negativos da emissão excessiva de ruído ferroviário na UE, a OMS para a região Europeia publicou Relatório com uma forte recomendação para reduzir o ruído ferroviário abaixo de 54dB L_{den} e 44 L_{night} ⁵⁷. Esses limites de ruído são baseados nos estudos empíricos sobre o impacto sonoro na saúde.

O transporte ferroviário, além de proporcionar malefícios à saúde das pessoas, pode apresentar inúmeros benefícios ambientais e econômicos, como contribuição para menor poluição ambiental e emissão de carbono, comparado com o transporte rodoviário, refletindo em iguais benefícios à saúde das pessoas. Assim, há necessidade de buscar equilíbrio, e para afetar menos a saúde e vida das pessoas devem ser buscadas soluções para reduzir a exposição ao ruído ferroviário, por exemplo, por meio de políticas públicas que afastem pessoas próximas dos trilhos ferroviários (moradias, trabalho, lazer, entre outras), por estarem mais expostas ao ruído ferroviário.

Uma alternativa para a solução da exposição a ruído excessivo pode ser por políticas públicas de planejamento urbano, em parceria com instituições da União Europeia, que deve incentivar atividades destinadas a reduzir o ruído excessivo nas zonas urbanas, com a facilitação do intercâmbio de boas práticas, e apoio à pesquisa e a inovação nesse domínio.

Outras medidas podem ser implementadas de forma conjunta, como novos trilhos ferroviários; pastilhas ferroviárias, dorminhocos biblocos, pequenas barreiras de ruído e túneis, estacas ou barreiras de terraplenagem; moagem de trilhos acústicos, barreiras de ruído construídas ao lado dos trilhos, construção de locomotivas e vagões mais silenciosos e substituição de freios em trens de carga. A substituição de blocos de freio de ferro fundido por blocos de freio compostos inovadores foi considerada a maneira mais eficiente de

56 BLANES, N., FONS, J., HOUTHUIJS, D., SWART, W., SÁINZ DE LA MAZA, M., RAMOS, M. J., CASTELL, N., y KEMPEN, E., *Noise in Europe 2017: updated assessment*, European Topic Centre on Air Pollution and Climate Change Mitigation (ETC/ACM Technical Paper 2016/13), 2017.

57 ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, *Environmental Noise ...*, op. cit., 2018.

reduzir significativamente o ruído gerado pelos vagões de carga, e tem sido incentivada pela UE por meio de cofinanciamento⁵⁸.

Com essa substituição (blocos de freio de ferro fundido por blocos de freio compostos inovadores) a redução do ruído ferroviário poderá chegar a 50% (em torno de 8 a 10 dB), segundo documento de trabalho dos funcionários da Comissão Europeia sobre redução do ruído do frete ferroviário⁵⁹. Além dessa medida mais direta, outras alternativas têm sido consideradas, como: harmonização dos princípios de carga sonora, cofinanciamento europeu e nacional de retromontagem, aplicação do ruído *Technical Specifications for Interoperability* (TSI) aos vagões de carga existentes, padrões relacionados ao ruído da infraestrutura ferroviária.

IV.- ESTUDO DE CASO: ANÁLISE E DISCUSSÃO

Não se tem dados estatísticos seguros a respeito da malha ferroviária que passa por áreas urbanas nas cidades brasileiras. Porém, com o objetivo de analisar a afetação da população em decorrência dessa fonte, foi identificado um conflito institucionalizado nos municípios paulistas de São Carlos e Ibaté, que pode retratar bem essa situação. Trata-se de um Inquérito Civil instaurado pelo Ministério Público Federal (MPF) em 2011, motivado por denúncias de moradores, para apuração de possível ocorrência de poluição sonora no período noturno, passagem dos vagões e acionamento da buzina.

No Inquérito Civil os denunciantes relatam que têm se sentido afetados pela poluição sonora do transporte ferroviário, afetações essas relacionadas à saúde, bem-estar e ao sossego, e para tanto juntaram ao Inquérito Civil abaixo-assinados com 326 assinaturas. Isso representa uma afetação coletiva da população, que se sente prejudicada pela emissão de ruído ferroviário nas áreas urbanas de dois municípios paulistas. Importante frisar que o transporte de

58 UNIAO EUROPEIA, Regulamento (UE) nº 1316/2013 do Parlamento Europeu e do Conselho que cria o Mecanismo Interligar a Europa, altera o Regulamento (UE) n.o 913/2010 e revoga os Regulamentos (CE) n.o 680/2007 e (CE) n.o 67/2010, Jornal Oficial L 348/129 de 20.12.2013.

59 UNIAO EUROPEIA, *COMMISSION STAFF ...*, op. cit., 2015.

mercadorias nessas duas cidades ocorre ininterruptamente, o que denota uma constância na afetação à população.

No curso do Inquérito Civil a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) foi acionada pelo MPF para que medisse a emissão de ruído ferroviário nas duas cidades, nos períodos noturno e diurno. A CETESB realizou as medições pelo “procedimento para medição de níveis de ruído em sistemas lineares de transporte”⁶⁰, com o uso de medidor integrador de nível sonoro, microfone capacitivo ½’, para vento e calibrador acústico. Houve coleta de dados nas proximidades da passagem de nível existente em uma área residencial. Os resultados das medições demonstram que o nível de ruído ambiente em São Carlos foi de: 59,0, 56,5 e 57,6 dB(A); e em Ibaté foi de: 53,0, 53,0; 52,0 e 51,4 dB(A). E o nível de pressão acústica em decorrência do acionamento da buzina em São Carlos foi de: 103,2, 93,3 e 101,9 dB(A); e em Ibaté foi de: 94,1, 84,5 e 79,6 dB(A).

No caso de São Carlos, nos dois cenários (ruído ambiente, e com acionamento da buzina) são valores que ultrapassam o nível sonoro equivalente Leq de 55 dB(A) (OMS, 2003); e no caso de Ibaté, verificou-se que supera esse limite somente quando há o acionamento da buzina. Ao se analisar quanto ao limiar de conforto acústico para uma medicina preventiva, que o limite é de 65 dB, as duas cidades estão muito próximas desse teto no caso do ruído ambiente, e superam o limite quando ocorre o acionamento da buzina.

A denunciada alega cumprimento de norma técnica sobre acionamento de buzina (ABNT NBR 16447:2016), ao estabelecer que a buzina deve girar de 96 dB até 110 dB, de modo a descaracterizar poluição sonora por estar dentro dos limites de emissão estabelecidos pela legislação aplicável; e argumenta que a atividade ferroviária é preexistente à instalação de pessoas nos locais.

Ao se identificar esse caso, de passagem de locomotivas por linhas férreas em áreas urbanas, com reclamação dos moradores que se sentem afetados pela poluição sonora advinda da passagem dos trilhos, bem como pelo acionamento da buzina, vê-se que essa situação pode ser comum no país como um todo. Foram feitas medições por órgão ambiental competente onde se identificou proximidade e até

60 Baseado na Decisão de Diretoria CETESB nº 389/2010/P.

mesmo extrapolação de 55 dB, sem considerar o acionamento da buzina que superam em muito esse limite de segurança para a saúde das pessoas. No caso da buzina, houve reconhecimento de valores de emissão que podem chegar a 110 dB, amparado por norma técnica.

O estudo desse conflito transindividual⁶¹ pode servir para casos semelhantes, e por isso deve ser inicialmente considerado que a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), artigo 3º da Lei 6.938/81, conceitua poluição quando ocorre a degradação da qualidade ambiental como resultado de atividades que direta ou indiretamente se enquadrem em uma das quatro situações, sendo:

- a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;*
- b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;*
- c) afetem desfavoravelmente a biota;*
- d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;*
- e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos;"*

Os argumentos da denunciado são no sentido de que está dentro da legalidade, porque está emitindo de acordo com os padrões ambientais estabelecidos. Porém, é poluição quando se enquadra em uma das possibilidades estabelecidas pela PNMA, caracterizando um ambiente impactado. Posicionamento que encontra reforço na Resolução CONAMA 01/86, que em seu artigo 1º considera impacto ambiental quando afeta, alternativamente:

- I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;*
- II - as atividades sociais e econômicas;*
- III - a biota;*
- IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;*
- V - a qualidade dos recursos ambientais."*

61 OLIVEIRA, C. M., y SOUSA, I. C. N., "Teoria dos conflitos transindividuais: uma construção teórica a partir de case studies", em *Cidade e Meio Ambiente*, ANAP, Tupã, 2019, pág. 11 y ss.

Portanto, o conceito de poluição não ocorre somente quando extrapola os limites de emissão de matéria ou energia. No presente caso, além da própria reclamação da população da afetação à saúde, bem-estar e ao sossego, a literatura especializada é vasta no sentido de demonstrar os efeitos oriundos do ruído ambiental ferroviário produzido nas áreas urbanas, como problemas auditivos dos trabalhadores dos comboios ferroviários, desvalorização imobiliária⁶², e o mais importante, uma atuação direta na saúde da população, por ultrapassar os limites toleráveis e/ou o número de exposição excessivas⁶³.

De um modo geral, para a medicina preventiva o nível equivalente de ruído de 65 dB é o limiar de conforto acústico. Então, para se garantir saúde à população esse limite deve ser considerado, e eventuais normas técnicas ou jurídicas que estabelecem valores acima devem ser revistas.

Além dessa necessária adequação, importa destaca a atuação que deverá ocorrer por parte do poder público. É competência comum de todos os entes federativos o combate à poluição em qualquer de suas formas, conforme artigo 23 da Constituição Federal. Então, em nível local, os municípios poderão estabelecer normas jurídicas mais rigorosas para emissão de ruído ambiental.

Importante destacar que um dos municípios envolvidos no conflito estudado (São Carlos-SP) conta com normas jurídicas sobre controle da fiscalização das atividades que gerem poluição sonora. Segundo esta lei municipal do silêncio são considerados prejudiciais à saúde, à segurança e ao sossego público quaisquer ruídos que atinjam no ambiente (exterior ou interior do recinto) nível sonoro superior aos indicados nas normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas e Normas Brasileiras Regulamentares (artigo 2º da Lei nº 13.768/2006). Porém, no momento de sua regulamentação, o

62 LUZZI, F. C., CERVO, T. C., y SPECHT, L. P. "Comportamento e análise do ruído ferroviário na cidade de Santa Maria", *J. Transp. Lit.*, núm. 4, 2015, págs. 10 y ss.

63 FERNANDES, J. C., *O ruído ambiental: seus efeitos e seu controle*, Faculdade de Engenharia Mecânica da UNESP, São Paulo, 2002. JOB, R. F. S. "The Influence of subjective reactions to noise on health effects of the noise", *Environ Int.*, núm. 22, 1996, págs. 93 y ss. KOHLER, R., SPECHT, L. P., y BRONZATI, G. D., "Ruído causado pelo transporte ferroviário em um segmento urbano: estudo do caso da cidade de Ijuí-RS", *Teoria e Prática na Engenharia Civil*, núm.19, 2012, págs. 13 y ss.

município excluiu os sons provenientes de passagem de trem, entre outras (artigo 13 do Decreto nº 130/2010).

A literatura é vasta no sentido de elencar os prejuízos à saúde pública do ruído ferroviário em área urbana. Por conseguinte, o município em questão (São Carlos-SP) deve rever sua legislação para implementar normas mais restritivas e não excluir a passagem de trem dentre as exceções à regra.

Além das políticas públicas regulatórias, os municípios devem estabelecer políticas públicas de planejamento urbano, de modo a afastar as pessoas próximas dos trilhos ferroviários, seja para moradia, trabalho ou lazer. Outra solução seria a mudança dos trilhos ferroviários de áreas urbanas, priorizando os direitos das pessoas, mas alinhadas com as políticas de extensão do tecido urbano para que o problema não se repita no futuro. E cabe aos órgãos ambientais o estabelecimento de diversas obrigações para as empresas que desenvolvem atividade ferroviária no país, dentro do processo de licenciamento ambiental, como novos trilhos ferroviários; pastilhas ferroviárias, dorminhocos biblocos, pequenas barreiras de ruído e túneis, estacas ou barreiras de terraplenagem; moagem de trilhos acústicos, barreiras de ruído construídas ao lado das trilhas, construção de locomotivas e vagões mais silenciosos e substituição de freios em trens de carga, a exemplo do que vem sendo discutido na UE.

Outro exemplo europeu que poderá contribuir para a mitigação do impacto ambiental, em médio e curto prazo, é a imposição pelo poder público da obrigação de elaborar mapas estratégicos de ruído e planos de ação para as ferrovias brasileiras. Assim, o poder público poderá monitorar essa atividade econômica e atuar de modo a evitar danos à saúde da população.

V.- CONCLUSÕES

PRIMEIRA.- Diante dos inúmeros efeitos sobre a saúde de um grande número de pessoas, o ruído ferroviário é considerado uma questão de saúde pública. Para que os efeitos sejam minimizados, dentro da medicina preventiva, espera-se que o nível equivalente de ruído não ultrapasse 65 dB, e em áreas residenciais o nível de ruído não deve ultrapassar o nível sonoro equivalente de 55 dB.

SEGUNDA.- As cidades têm crescido de forma desordenada, avançando para áreas pré-ocupadas por linhas férreas. Dentre as diversas fontes possíveis de poluição sonora nos ambientes urbanos, o transporte ferroviário contribui de modo significativo para a geração de ruídos ambientais urbanos. Embora seja mais sustentável que o rodoviário sob alguns aspectos, mas seu funcionamento, atrito nos trilhos e acionamento de buzina acaba por impactar o ambiente na forma de poluição sonora.

TERCEIRA.- Estudos apontam inúmeros efeitos adversos da exposição a ruídos excessivos sobre a saúde humana (perturbação do sono, efeitos cardiovasculares e psicofisiológicos, comprometimento cognitivo; deficiência auditiva e zumbido, dentre outras), com afetação da qualidade de vida, saúde mental e bem-estar.

QUARTA.- A experiência europeia no tratamento da questão do ruído ferroviário, com sua regulação e propostas de solução, podem contribuir para o direcionamento das futuras políticas públicas brasileiras nesse domínio. Uma das principais contribuições é no sentido de exigir das autoridades a obrigação de elaborar mapas estratégicos de ruído e planos de ação, e o fornecimento de informação ao público sobre a exposição ao ruído.

QUINTA.- O estudo de caso realizado reflete uma infeliz realidade brasileira, que é a passagem de linha férrea por área urbana com afetação coletiva da população, quanto à saúde, bem-estar e sossego. Os índices de emissão de ruído ambiente demonstram que estão no limiar do que a literatura considera aceitável; e extrapolam de modo significativo quando analisado o acionamento da buzina. Ambas as situações são enquadradas legalmente como poluição sonora.

SEXTA.- A caracterização da poluição ocorre quando há o enquadramento em uma das situações elencadas na PNMA, e não somente quando lancem matérias ou energias em desacordo com os padrões ambientais. No caso analisado, a população reclama ser afetada em sua saúde, bem-estar e sossego, situações que encontram respaldo no conceito abrangente de poluição pela PNMA.

SÉTIMA.- Portanto, cabe ao poder público implementar ações no sentido de evitar ou diminuir esses danos à população. No caso dos municípios, estes poderão estabelecer políticas públicas regulatórias com regras mais rigorosas para emissão de ruído ambiental; e estabelecer políticas públicas de planejamento urbano para ocupação do território urbano longe dos trilhos ferroviários, ou afastamento destes. Aos órgãos ambientais licenciadores cabe estabelecer obrigações às empresas para que promovam melhoramentos nas técnicas utilizadas, de modo a atenuar os impactos ambientais adversos.

VI.- BIBLIOGRAFIA

- ARAGÃO, A, *O princípio do poluidor pagador: pedra angular da política comunitária do ambiente*, Inst. O Direito por um Planeta Verde, São Paulo, 2014.
- BABISCH, W., ISING, H., y GALLACHER, J. E. J. "Health status as a potential effect modifier of the relation between noise annoyance and incidence of ischaemic heart disease", *Occup Environ Med.*, núm. 60, 2003, págs. 739 y ss.
- BARREGARD, L., BONDE, E., y OHRSTROM, E. "Risk of hypertension from exposure to road traffic noise in a population-based sample", *Occup Environ Med.*, núm. 66, 2009, págs. 410 y ss.
- BASNER, M., y MCGUIRE, S. "WHO environmental noise guidelines for the European Region: a systematic review on environmental noise and effects on sleep", *Int. J. Environ. Res. Public Health*, núm. 15, 2018, pág. 519.

- BLANES, N., FONS, J., HOUTHUIJS, D., SWART, W., SÁINZ DE LA MAZA, M., RAMOS, M. J., CASTELL, N., y KEMPEN, E , *Noise in Europe 2017: updated assessment*, European Topic Centre on Air Pollution and Climate Change Mitigation (ETC/ACM Technical Paper 2016/13), 2017.
- BRESSANE, A., MOCHIZUKI, P. S., CARAM, R. S. y ROVEDA, J. A. F., “Sistema de apoio à avaliação de impactos da poluição sonora sobre a saúde pública”, *Cad. Saúde Pública*, num. 5, 2016, págs. 1 y ss.
- BODIN, T., BJÖRK, J., ARDÖ, J., y ALBIN, M., “Annoyance, sleep and concentration problems due to combined traffic noise and the benefit of quiet side”, *Int J Environ Res Public Health*, núm. 12, 2015, págs. 1612 y ss.
- BRONZAFT, A. L., y MCCARTHY, D. P., “The effects of elevated train noise on reading ability”, *Environ Behav.*, núm. 7, 1975, págs. 517 y ss.
- CALIXTO, A, *O ruído gerado pelo tráfego de veículos em “rodovias-grandes avenidas” situadas dentro do perímetro urbano de Curitiba, analisado sob parâmetros acústicos objetivos e seu impacto ambiental*, Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica), Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, 2002.
- CARPENTIER, M., “La naissance de La politique de l´environnement”, *Revue des affaires européennes*, núm. 9, 1999, págs. 284 y ss.
- CHANG, T, JAIN, R. M., WANG, C. S, CHAN, C.C., “Effects of occupational noise exposure on blood pressure”, *J. Occup. Environ. Med.*, num. 45, 2003, págs. 1289 y ss.
- COSTA, J. S. D., y VICTORA, C. G., “O que é “um problema de saúde pública”?”, *Rev. bras. epidemiol.*, num. 1, 2006, págs. 144 y ss.
- ERIKSSON, C., NILSSON, M. E., WILLERS, S. M., GIDHAGEN, L., BELLANDER, T., y PERSHAGEN, G., “Traffic noise and cardiovascular health in Sweden: the roadside study”, *Noise Health*, núm. 14, 2012, págs., 140 y ss.

- CHAMPELOVIER, P., CREMEZI-CHARLET, C., LAMBERT, J., *Evaluation de la gêne due à l'exposition combinée aux bruits routier et ferroviaire [Assesment of annoyance from combined exposure to road and rail traffic noises] (Research Report 242)*. Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, Lyon, 2001.
- FERNANDES, J. C., *O ruído ambiental: seus efeitos e seu controle*, Faculdade de Engenharia Mecânica da UNESP, São Paulo, 2002.
- FIORILLO, C. A. P., *Curso de Direito Ambiental Brasileiro*, 13. ed., Saraiva, São Paulo, 2012.
- FONSECA, F. E., "A convergência entre a proteção ambiental e a proteção da pessoa humana no âmbito do direito internacional", *Rev. Bras. Polít. Int.*, núm. 50, 2007, págs., 121 y ss.
- GERGES, S. N. Y., *Ruído: fundamentos e controle*, Editora NR, Florianópolis, 1992.
- GIDLÖEF-GUNNARSSON, A., ÖGREN, M., JERSON, T., ÖHRSTRÖM, E., "Railway noise annoyance and the importance of number of trains, ground vibration, and building situational factors", *Noise Health*, núm. 14, 2012, págs., 190 y ss.
- GRANDJEAN, E., *Manual de ergonomia*, 4. ed., Artes Médicas Sul Ltda., Porto Alegre, 1998.
- HEIMANN, D., CLEMENT, M., ELAMPE, E., OLNLY, X., *Air pollution, traffic noise and related health effects in the Alpine space: a guide for authorities and consultants. ALPNAP comprehensive report*, Universita degli Studi di Trento, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Trento, 2007.
- HONG, J., KIM, J., LIM, C., LEE, S., "The effects of long-term exposure to railway and road traffic noise on subjective sleep disturbance", *J Acoust Soc Am.*, núm. 128, 2010, págs., 2829 y ss.
- JOB, R. F. S. "The Influence of subjective reactions to noise on health effects of the noise", *Environ Int.*, núm. 22, 1996, págs. 93 y ss.
- KOHLER, R., SPECHT, L. P., y BRONZATI, G. D., "Ruído causado pelo transporte ferroviário em um segmento urbano: estudo do caso da cidade de Ijuí-RS", *Teoria e Prática na Engenharia Civil*, núm.19, 2012, págs. 13 y ss.

- KOMNISKI, T. M., y WATZLAWICK, L. F., "Problemas causados pelo ruído no ambiente de trabalho", *Revista Eletrônica Lato Sensu*, num. 2, 2007, págs. 147 y ss.
- LAM, K. C., y AU, W. H. "Human annoyance response to a step change in noise exposure following the opening of a new railway extension in Hong Kong", en *Proceedings. 9th International Congress on Noise as a Public Health Problem 2008 (ICBEN 2008)*, Foxwoods, 2008.
- LERCHER, P., EVANS, G. W., y MEIS, M., "Ambient Noise and Cognitive Processes among Primary Schoolchildren", *Environment and Behavior*, núm. 35, 2003, págs. 725 y ss.
- LERCHER, P., BOTTELDOOREN, D., WIDMANN, U., UHRNER, U., y KAMMERINGER, E. "Cardiovascular effects of environmental noise: research in Austria", *Noise Health*, núm. 13, 2011, págs. 234 y ss.
- LOPES, D., "O princípio da subsidiariedade: o seu contributo para a organização administrativa", em *Organização administrativa: novos actores, novos modelos*, AAFDL, Lisboa, 2018, pág. 129 y ss.
- LUSK, S. L., HAGERTY, B. M., GILLESPIE, B., y CARUSO, C. C., "Chronics effects of workplace noise on blood pressure and heart rate", *Arch Environ Health*, núm. 57, 2002, págs, 273 y ss.
- LUZZI, F. C., CERVO, T. C., y SPECHT, L. P. "Comportamento e análise do ruído ferroviário na cidade de Santa Maria", *J. Transp. Lit.*, núm. 4, 2015, págs. 10 y ss.
- MEYER, J., y PONCHARAL, B., "L'européanisation de la politique environnementale dans les années 1970", *Vingtième Siècle. Revue d'histoire*, núm. 113, 2012, págs. 117 y ss.
- MASCHKE, C., "Preventive medical limits of chronics traffic noise exposure", *Acustica*, núm. 85, 1999, págs. 444 y ss.
- MOEHLER, U., HEGNER, A., SCHUEMER, R., SCHUEMER-KOHR, A., "Effects of railway-noise reduction on annoyance after rail-grinding", en *Proceedings. 26th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (INTER-NOISE 1997)*, Budapeste, 1997.
- NELSON, P. M., *Transportation Noise Reference Book*, Butterworth-Heinemann Ltd., Londres, 1987.

- OLIVEIRA, C. M., y SOUSA, I. C. N., "Teoria dos conflitos transindividuais: uma construção teórica a partir de case studies", em *Cidade e Meio Ambiente*, ANAP, Tupã, 2019, pág. 11 y ss.
- PAZ, E. C., FERREIRA, A. M. C., y ZANNIN, P. H. T., "Estudo comparativo da percepção do ruído urbano", *Rev Saúde Pública*, num. 39, 2005, págs. 467 y ss.
- SALIBA, T. M., *Manual prático de avaliação e controle do ruído*, 3ª ed., LTr, São Paulo, 2004.
- SANTOS, U. P., *Ruído e Prevenção*, Hucitec, São Paulo, 1999.
- SATO, T., YANO, T., y MORIHARA, T. "Community response to noise from Shinkansen in comparison with ordinary railways: a survey in Kyushu, Japan", en *Proceedings. 18th International Congress on Acoustics (ICA 2004)*, Kyoto, 2004.
- SCHRECKENBERG, D. "Exposure-response relationship for railway noise annoyance in the Middle Rhine Valley", en *Proceedings. 42nd International Congress and Exposition on Noise Control Engineering 2013 (INTER-NOISE 2013)*, Innsbruck, 2013.
- SILVA, A. P., COSTA, E. A., RODRIGUES, S. M. M., SOUZA, H. L. R., MASSAFERA, V. G. "Avaliação do perfil auditivo de militares de um quartel do Exército Brasileiro", *Rev. Bras. Otorrinolaringol*, número 3, 2004, págs., 344 y ss.
- SÖRENSEN, M., HVIDBERG, M., HOFFMANN, B., ANDERSEN, Z. J., NORDSBORG, R. B., LILLELUND, K. G., JAKOBSEN, J., TIÖNNELAND, A., OVERVAD, K, y RAASCHOU-NIELSEN, O., "Exposure to road traffic and railway noise and associations with blood pressure and selfreported hypertension: a cohort study", *Environ Health.*, núm. 10, 2011.
- SOUSA, D. S, *Instrumentos de gestão de poluição sonora para a sustentabilidade das cidades brasileiras*, Tese (Doutorado em Engenharia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.
- STANSFELD, S., y CLARK, C., "Health Effects of Noise Exposure in Children", *Curr Envir Health Rpt 2*, 2015, págs. 171 y ss.

- VAN POLL, R., AMELING, C., BREUGELMANS, D. HOUTHUIS, D, van KEMPEN, E, MARRA, M, y SWART, W, *Gezondheidsonderzoek Vliegbasis Geilenkirchen (Desk Research) I. Hoofdrapportage: samenvatting, conclusies en aanbevelingen Gezondheidsonderzoek Vliegbasis Geilenkirchen*, National Institute for Public Health and the Environment, Bilthoven, 2014.
- YANO, T., MORIHARA, T., y SATO, T. "Community response to Shinkansen noise and vibration: a survey in areas along the Sanyo Shinkansen Line", en *Proceedings. Forum Acusticum: 4th European Congress on Acoustics*, Budapest, 2005.
- YEROUT, R., KWIATKOWSKI, C., LISNERSKI, D, SPRAGUE, K y DAVIS, S, "Continuous Exposure to Noise Work Environments Does Affect Preferred Leisure Noise Levels", *International Journal of Industrial Ergonomics*, núm. 17, 1996, págs. 499 y ss.
- YOKOSHIMA, S., MORIHARA, T., OTA, A., TAMURA, A., "Reanalysis of response curves of Shinkansen railway noise", en *Proceedings. 9th International Congress on Noise as a Public Health Problem 2008 (ICBEN 2008)*, Foxwoods, 2008.



Síguenos en twitter (@Revista_rdu)

Visite nuestra web e infórmese de las novedades y actividades formativas que realizamos

www.rdu.es

