



# ConBRepro

X CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



02 a 04  
de dezembro 2020

## Usando redes neurais na predição de ruído gerado pelo tráfego urbano: uma investigação bibliométrica dos modelos desenvolvidos.

Prof. Esp. Carlos Henrique Rodrigues Alves  
Mestrando PPGEP - UTFPR

**Resumo:** Muitos estudos têm sido realizados ao longo dos anos sobre a poluição ambiental usando redes neurais artificiais como modelo para prever dados futuros. As redes têm a capacidade de aprender por meio do treinamento e entregar bons resultados em previsões complexas, que usam muitas variáveis de entrada. No entanto, a maioria desses estudos concentra-se em poluentes que se acumulam no meio ambiente, como produtos químicos gasosos ou particulados. A poluição sonora não tem recebido a devida atenção e o objetivo deste estudo foi levantar as principais publicações que desenvolveram modelos de redes neurais para previsão da poluição sonora gerada pelo tráfego urbano. A busca foi realizada nas principais bases de dados das Engenharias III: Web of Science, EBSCO, Scopus, SpringerLink, IEEE, Science Direct e Emerald. Os softwares de gerenciamento de referência utilizados no processo foram: Mendeley®, JabRef® e Excel®. Este levantamento bibliométrico revelou a concentração de estudos sobre o assunto na Índia, o início dos estudos na Itália e a distribuição igualitária entre autores sem a prevalência de uma única autoridade no assunto.

**Palavras-chave:** Modelo, Rede Neural, Som do tráfego, Methodi Ordinatio

## Using neural networks to predict noise generated by urban traffic: a bibliometric investigation of the models developed.

**Abstract:** Several studies have been carried out over the years on environmental pollution using artificial neural networks as a model for predicting future data. Networks have the ability to learn through training and deliver good results on complex predictions, which use many input variables. However, most of these studies are focused on pollutants that accumulate in the environment such as gaseous or particulate chemicals. Noise pollution has not received due attention and the objective of this study was to survey the main publications that developed models of neural networks for predicting noise pollution generated by urban traffic. The search was done in the main databases of Engineering III: Web of Science, EBSCO, Scopus, SpringerLink, IEEE, Science Direct and Emerald. The reference management software used in the process were: Mendeley®, JabRef® and Excel®. This bibliometric survey revealed the concentration of studies on the subject in India, the beginning of studies in Italy and the equal distribution among authors without the prevalence of a single authority on the subject.

**Keywords:** Model. Neural Network. Traffic Sound. Methodi Ordinatio;

## 1. Introdução

Dados da Organização Mundial da Saúde (2003) destacam que a poluição sonora, o ruído do tráfego, é o terceiro maior poluente por número de pessoas afetadas, menos importante apenas que os poluentes presentes no ar e na água.

Segundo Barbosa (2015), o ruído pode ser considerado um potencial agressor e pouco reconhecível devido à dificuldade em estabelecer correlações concisas entre causas e efeitos. No entanto, os efeitos adversos mais comuns causados pela exposição ao ruído à saúde humana são negativos e resultam em danos crônicos aos sistemas nervoso e endócrino. Devido à cronicidade e aos níveis elevados, com o tempo, levam a problemas de saúde mais sérios, como doenças cardiovasculares.

Entre os modelos computacionais desenvolvidos para prever o volume sonoro de tráfego estão aqueles formulados com o uso de redes neurais. As redes neurais artificiais, assim chamadas por serem baseadas na arquitetura neural biológica, provaram, ao longo do tempo, serem poderosas ferramentas preditivas graças à sua capacidade de aprender e ajustar erros no processo, bem como a possibilidade de trabalhar com inúmeras variáveis de entrada que são situações típicas de problemas como os relacionados com a poluição sonora e o trânsito urbano.

Ao comparar os resultados dos modelos de previsão construídos com redes neurais aos modelos tradicionais, que utilizam cálculos de regressão linear, fica evidenciada a maior precisão que os modelos neurais possuem em situações de previsão. No entanto, é sempre necessário estudar os modelos já desenvolvidos, pois a inserção de algumas variáveis, como mostrado em alguns estudos, pode não causar um efeito que melhore a qualidade do novo modelo.

## 2. Revisão de Literatura

Cammarata, Cavalieri e Fichera (1995) desenvolveram seu estudo sobre o uso de redes neurais artificiais na predição do nível de som gerado pelo tráfego urbano. O objetivo era desenvolver modelos de previsão mais precisos do que os usados até então - modelos de regressão puramente matemáticos.

Nagarnaik (2008) desenvolveu uma rede neural artificial com as variáveis de entrada: tráfego total, composição do tráfego em termos percentuais de carros leves, pesados, bicicletas e outros, a largura da faixa de rodagem e a distância da fonte sonora. O objetivo do estudo foi testar a viabilidade de um modelo de previsão de ruído de tráfego em uma cidade de médio porte no interior da Índia.

Em um estudo realizado na cidade de Teerã, Irã, Givargis e Karimi (2010) elaboraram uma rede neural artificial a partir de 50 amostras de dados coletadas em cinco estradas da cidade. Embora os autores tenham encontrado consistência no modelo utilizado, eles não observaram diferença significativa quando os resultados foram comparados com a abordagem CORTN. Os autores enfatizaram a necessidade de amostras maiores para avaliar as vantagens das redes neurais em relação ao modelo comparado.

Cirianni e Leonardi (2012) propuseram uma abordagem metodológica para a análise quantitativa da poluição sonora do tráfego. Três métodos matemáticos (Modelo de Burgess, Modelo de Garcia e Bernal e CoRTN Revisado) foram testados e comparados com o modelo de rede neural. O Modelo de Regressão da Rede Neural Geral mostrou-se mais adequado ao problema por apresentar menor erro médio nos dados de saída, que constituem a capacidade de previsão da rede.

Nedic et al. (2014) propuseram um modelo no qual as entradas eram compostas por cinco variáveis (número de carros pequenos, caminhões leves, caminhões pesados, ônibus e a velocidade média horária do tráfego). Embora os autores apontem que as características locais de tráfego são fatores importantes no desenvolvimento do modelo, o desenvolvido por eles supera, segundo os autores, o modelo pioneiro de Cammarata et. al. (1995) porque não é sensível ao layout do local de medição.

### 3. Metodologia

Por meio de pesquisas nas principais bases de dados científicas relacionadas ao tema, utilizando palavras-chave pré-definidas, com o objetivo de traçar um pequeno, mas atual, panorama de trabalhos científicos sobre os temas Redes Neurais Artificiais e Poluição Sonora, foi possível produzir uma avaliação dos dados bibliométricos relacionados.

A busca foi realizada por meio da ferramenta de busca simples para cada uma das bases. Inicialmente, as palavras-chave foram definidas e organizadas em mecanismos de busca por meio de operadores booleanos. Posteriormente, a busca foi realizada em todo o conteúdo dos arquivos. Nenhum filtro foi usado nessas pesquisas. Optou por uma busca gratuita para que o panorama sobre o tema fosse o mais preciso possível.

Em uma segunda etapa, para remover duplicatas, a pesquisa foi realizada usando todas as palavras vinculadas pelos operadores AND e OR: (**“Artificial Neural Network” AND (“Traffic Noise” OR “Noise Pollution” OR “Noise Model” OR “Noise Model\*” OR “Noise Pollution”)**)

Nesta fase, artigos de conferências, livros, resenhas e correções foram excluídos. Apenas artigos científicos foram considerados devido à necessidade do fator de impacto para o cálculo da fórmula da InOrdinatio. Neste trabalho, optou-se por analisar os dados referentes ao país de origem do trabalho, autores principais, ano de publicação, área de publicação, tipo de publicação, principais fontes de divulgação, fontes de financiamento e afiliação. Os artigos foram selecionados e organizados segundo a metodologia Methodi Ordinatio de Pagani, Kovaleski e Resende (2015), que visa deixar clara a relevância de cada artigo em relação ao total coletado por meio de uma equação linear que envolve os Fatores de Impacto, o ano de publicação e o número de citações que o trabalho teve.

### 4. Classificação dos artigos

As bases dos artigos científicos utilizados nesta pesquisa foram: Web of Science, EBSCO, Scopus, SpringerLink, IEEE, Science Direct e Emerald, escolhidos por serem os mais significativos dentro do tema. Os artigos foram coletados em setembro de 2020 a partir da busca por artigos de periódicos apenas na língua inglesa e continham em seus títulos, resumos e palavras-chave os termos: *neural network*, *model*, *traffic*, *noise* e *pollution*. Em relação aos anos de publicação não foi utilizado para construir pesquisas amplas no espectro temporal. Os operadores booleanos utilizados foram AND e OR para que a expressão formada selecionasse apenas os artigos que contivessem todas as palavras representadas pelo termo (**“Artificial Neural Network” AND (“Traffic Noise” OR “Noise Pollution” OR “Noise Model” OR “Noise Model\*” OR “Noise Pollution”)**). Os resultados encontrados podem ser vistos na Tabela 1.

Tabela 1 – Números de artigos encontrados nas bases.

Base	Total	Excluídos	Selecionados	Duplicados	Avaliados
------	-------	-----------	--------------	------------	-----------

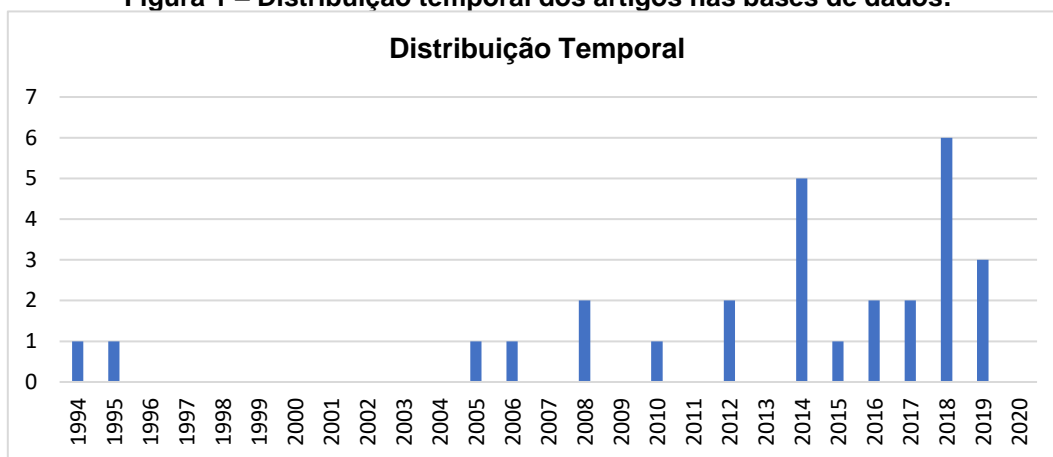
Scopus	30	14	16	-	-
IEEE Xplore	28	26	2	-	-
Science Direct	17	0	17	-	-
Web of Science	72	28	44	-	-
Emerald	29	4	25	-	-
EBSCO	82	0	82	-	-
Total	258	72	186	58	128

Fonte: Autoria Própria

## 5. Análise dos resultados

Para a análise temporal dos arquivos encontrados, foram gerados os gráficos fornecidos pelo Excel. Como pode ser visto na Figura 1, o banco de dados foi arquivado desde o início da década de 1990. O número de publicações tem aumentado predominantemente ao longo dos anos até atingir o seu pico nos últimos 2 anos. Também é possível notar que houve um período de quase uma década sem publicações. Isso provavelmente se deve aos períodos de descrédito das Redes Neurais devido aos seus altos custos computacionais. O aumento da capacidade computacional nos últimos anos é certamente um dos principais fatores para o aumento do número de estudos nesta área.

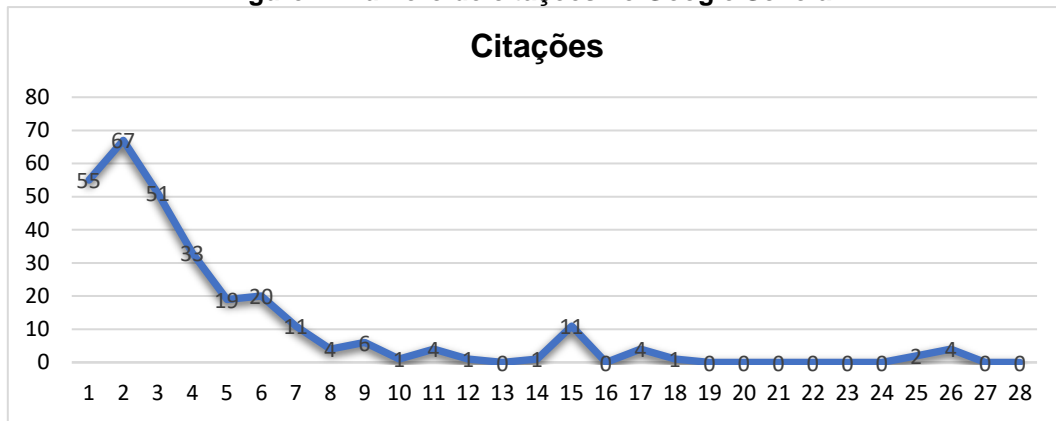
Figura 1 – Distribuição temporal dos artigos nas bases de dados.



Fonte: Autoria Própria.

O levantamento do número de citações que cada um dos artigos teve ao longo dos anos foi obtido por meio da busca Google Scholar e pode ser visualizado na Figura 3. É interessante notar que no eixo das abcissas estão os artigos ordenados pela posição ocupada no ranking de Methodi Ordinatio. Pode-se inferir, então, que alguns artigos, embora nunca tenham sido citados, estão mais bem colocados na ordem do que outros. Isso se deve ao fato de que a equação considera como variáveis o fator de impacto da revista onde o artigo foi publicado e também o quão recente é sua publicação. Essa característica também pode ser observada pelo fato do segundo colocado ter mais citações que o primeiro.

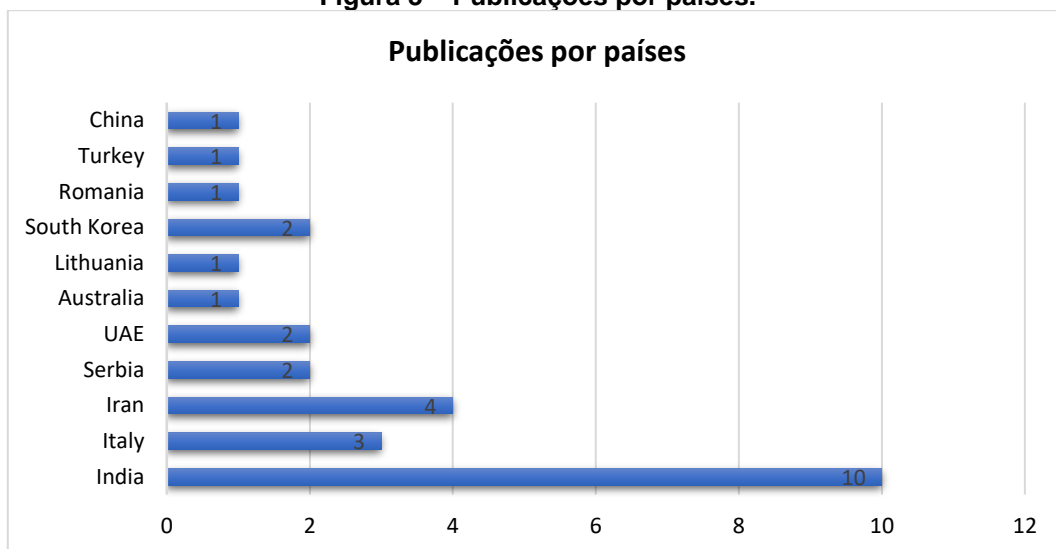
**Figure 2- Número de citações no Google Scholar.**



Fonte: Autoria Própria.

A análise a seguir, ilustrada na Figura 3, foi realizada contendo os países que mais publicaram sobre o tema.

**Figura 3 – Publicações por países.**



Fonte: Autoria própria

Como pode ser visto no gráfico, o país com mais publicações sobre o tema na base da Scopus é a Índia, com 10 das 28 publicações, superando o segundo colocado, o Irã, com mais do que o dobro de publicações.

A Figura 4 mostra o gráfico que indica os autores com mais publicações. Como pode ser visto, há igual número de publicações entre os autores. Provavelmente, fato causado pelas parcerias nos artigos.

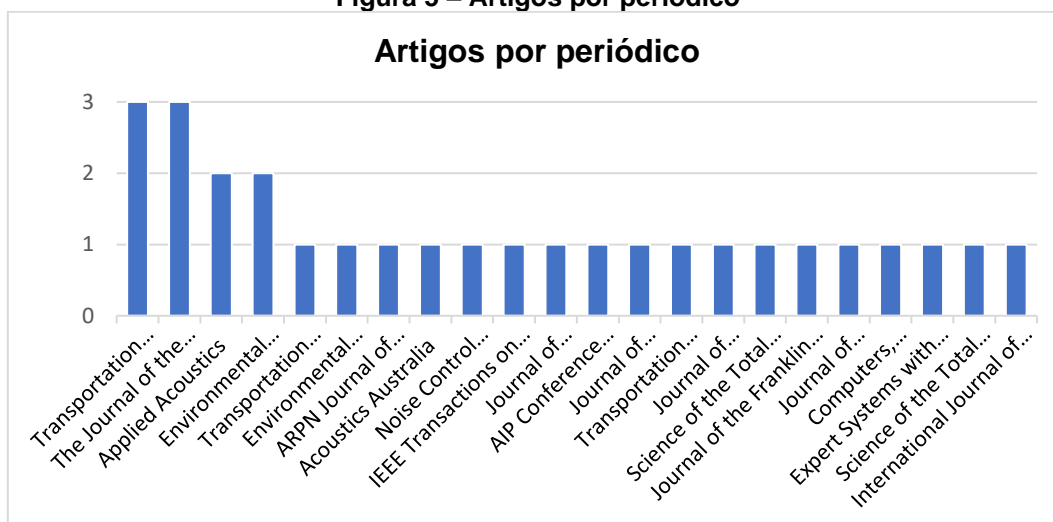
Figura 4 - Documentos por autor.



Fonte: Autoria própria

Nas buscas feitas para mensurar os periódicos em que o assunto foi mais publicado, foram encontrados 18 periódicos. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* e *The Journal the Acoustical Society of America* foram os líderes com 3 publicações cada.

Figura 5 – Artigos por periódico



Fonte: Autoria própria

## 6. Conclusões

Foi possível abstrair, por meio das pesquisas, que não há concentração do tema: Uso de Redes Neurais Artificiais, entre autores e periódicos. No entanto, há um foco de concentração de estudos nos últimos anos e na Índia.

Como já mencionado, as redes neurais artificiais requerem um alto custo de processamento computacional. O uso é especialmente aplicado para grandes bancos de dados, que requerem ainda mais energia dos computadores usados. Portanto, avanços nas capacidades de processamento das máquinas são fatores diretamente ligados ao desenvolvimento de tecnologias que exigem muita memória, velocidade e capacidade de armazenamento das máquinas.

Outro ponto a ser destacado é que a Índia tem se destacado mundialmente na área de computação e produção de software. As estruturas que o país possui são favoráveis ao desenvolvimento de estudos com Redes Neurais e isso pode ser constatado pelo número muito maior de estudos vindos daquele país.

## Referências

- AHMED, A. A.; PRADHAN, B. Vehicular traffic noise prediction and propagation modelling using neural networks and geospatial information system. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 191, n. 3, 2019.
- ALI KHALIL, M.; HAMAD, K.; SHANABLEH, A. Developing Machine Learning Models to Predict Roadway Traffic Noise: An Opportunity to Escape Conventional Techniques. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, 2017 v. 2673, n. 4, p. 158–172, 4
- CAMMARATA, G.; CAVALIERI, S.; FICHERA, A. A neural network architecture for noise prediction. **Neural Networks**, v. 8, n. 6, p. 963–973, 1995.
- CIRIANNI, F.; LEONARDI, G. Artificial neural network for traffic noise modelling. **ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences**, v. 10, n. 22, p. 10413–10419, 2015.
- CIRIANNI, F.; LEONARDI, G. Environmental modeling for traffic noise in urban area. **American Journal of Environmental Sciences**, v. 8, n. 4, p. 345–351, 2012.
- CODURI, M. Y.; ATALAY, A.; UNAL, A. PERFORMANCE EVALUATION OF THE ANN AND ANFIS MODELS IN URBAN TRAFFIC NOISE PREDICTION. **FRESENIUS ENVIRONMENTAL BULLETIN**, v. 26, n. 6, p. 4254–4260, 2017.
- DAHIYA, M. et al. An Artificial Neural Network Model for Traffic Noise Predictions. In: **Lecture Notes in Mechanical Engineering**. Department of Mechanical Engineering, National Institute of Technology, Kurukshetra, Haryana, 136119, India: [s.n.]. v. 15p. 587–595.
- DOOLAN, B. L.; CARTER, S. J. B. **Road traffic noise prediction: An artificial intelligence approach**. Annual Conference of the Australian Acoustical Society 2005, Acoustics 2005: Acoustics in a Changing Environment. **Anais...**School of Engineering, University of Tasmania, Private Bag 65, Hobart, TA 7001, Australia: 2005
- FORTUNA, L. et al. **Neuro-fuzzy model of urban traffic**. Midwest Symposium on Circuits and Systems. **Anais...**Universita di Catania, Catania, Italy: 1994
- GARG, N. et al. Comparison of ANN and Analytical Models in Traffic Noise Modeling and Predictions. **Acoustics Australia**, v. 43, n. 2, p. 179–189, 9 ago. 2015.
- GIVARGIS, S.; KARIMI, H. A basic neural traffic noise prediction model for Tehran's roads. **Journal of Environmental Management**, v. 91, n. 12, p. 2529–2534, 2010.
- HAMAD, K.; ALI KHALIL, M.; SHANABLEH, A. Modeling roadway traffic noise in a hot climate using artificial neural networks. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 53, p. 161–177, 2017.
- HONARMAND, M.; MOUSAVI, S. M. Modeling and simulation of road traffic noise using artificial neural network and regression. **Journal of Environmental Science and Engineering**, v. 56, n. 1, p. 1–6, 2014.
- KIM, P. et al. **Artificial neural network models between road traffic noise and urban form indicators in different cities**. INTER-NOISE 2018 - 47th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering: Impact of Noise Control Engineering. **Anais...**Dept. of Energy and Environmental System Engineering, University of Seoul, 163 Seoulsiripdae-ro, Dongdaemun-gu, Seoul, 02504, South Korea: 2018.

KUMAR, K.; MISHRA, R. K.; KUMAR, A. **Application of artificial neural network in traffic noise pollution modeling**. Communication and Computing Systems - Proceedings of the International Conference on Communication and Computing Systems, ICCCS 2016. **Anais...**School of Liberal Studies, Ambedkar University Delhi, Kashmere Gate, India: 2017

KUMAR, K.; PARIDA, M.; KATIYAR, V. K. **Artificial neural network modeling for road traffic noise prediction**. 2012 3rd International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies, ICCCNT 2012. **Anais...**Department of Mathematics, Indian Institute of Technology, Roorkee-247667, India: 2012.

KUMAR, K.; PARIDA, M.; KATIYAR, V. K. Prediction of urban traffic noise using artificial neural network approach. **Environmental Engineering and Management Journal**, v. 13, n. 4, p. 817–826, 2014.

KUMAR, R. et al. Traffic Noise Modeling Using Artificial Neural Network: A Case Study. In: **Lecture Notes in Mechanical Engineering**. Punjab Technical University, Jalandhar, Punjab, India: [s.n.]. v. 15p. 623–629.

LEE, J.; KIM, W.; LEE, K. Convolutional neural network-based traffic sound classification robust to environmental noise. **JOURNAL OF THE ACOUSTICAL SOCIETY OF KOREA**, v. 37, n. 6, p. 469–474, nov. 2018.

LIU, G.; LIN, L.-H.; TIAN, R. **Application of BP neural network in traffic noise prediction Advanced, Materials Research** School of Energy and Power Engineering, Inner Mongolia University of Technology, Hohhot 010051, China, 2012.

MANSOURKHAKI, A. et al. A neural network noise prediction model for Tehran urban roads. **Journal of Environmental Engineering and Landscape Management**, v. 26, n. 2, p. 88–97, 2018.

MANSOURKHAKI, A.; BERANGI, M.; HAGHIRI, M. Comparative application of radial basis function and multilayer perceptron neural networks to predict traffic noise pollution in Tehran Roads. **Journal of Ecological Engineering**, v. 19, n. 1, p. 113–121, 2018.

NEDIC, V. et al. Comparison of classical statistical methods and artificial neural network in traffic noise prediction. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 49, p. 24–30, 2014.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citations, and year of publication. **Scientrometrics**, v. 105, n.3, p. 2109-2135. 2015.

PARBAT, D. K.; NAGARNAIK, P. B. **Ann modeling of noise levels due to vehicular traffic flow in Indian intermediate city**. 15th International Congress on Sound and Vibration 2008, ICSV 2008. **Anais...**Civil Engg Department, Government Polytechnic, Nagpur (M.S.) 440 001, India: 2008

PARBAT, D. K.; NAGARNAIK, P. B. **Artificial neural network modeling of road traffic noise descriptors**. Proceedings - 1st International Conference on Emerging Trends in Engineering and Technology, ICETET 2008. **Anais...**Civil Engg. Department, Government Polytechnic, Nagpur (M.S.) 440 001, India: 2008.

PATIL, V. K.; NAGARALE, P. P. Prediction of L10 and Leq noise levels due to vehicular traffic in urban area using ANN and adaptive neuro-fuzzy interface system (ANFIS) approach. **International Journal of Business Data Communications and Networking**, v. 15, n. 2, p. 92–105, 2019.



RAJAKUMARA, H. N.; MAHALINGE GOWDA, R. M.; MADHU SUDHAN, R. Modeling of road traffic noise under interrupted traffic flow conditions using neural network approach. **Indian Journal of Environmental Protection**, v. 26, n. 8, p. 728–736, 2006.

SHARMA, A. et al. An adaptive neuro-fuzzy interface system model for traffic classification and noise prediction. **Soft Computing**, v. 22, n. 6, p. 1891–1902, 21 mar. 2018. TOMIC, J. et al. Assessment of traffic noise levels in urban areas using different soft computing techniques. **Journal of the Acoustical Society of America**, v. 140, n. 4, p. EL340–EL345, out. 2016.

SINGH, D. et al. Vehicular traffic noise prediction using soft computing approach. **Journal of Environmental Management**, v. 183, p. 59–66, 2016.

SORDYL, J.; BRZOZOWSKI, K. **Estimation of a 15-minute equivalent noise level in the crossroad area**. Transport Means - Proceedings of the International Conference. **Anais...University of Bielsko-Biala, Willowa 2, Bielsko-Biala, 43-309, Poland: 2018.**

TOMIC, J.; BOGOJEVIC, N.; PAVLOVIC, D. S. **Application of Soft Computing Techniques in Prediction of Road Traffic Noise Levels**. 2018 26th Telecommunications Forum (TELFOR). **Anais...IEEE**, nov. 2018.

ZILIONIENE, D. et al. **Evaluating Freeway Traffic Noise Using Artificial Neural Network**. (Cygas, D and Tollazzi, T, Ed.)9TH INTERNATIONAL CONFERENCE ENVIRONMENTAL ENGINEERING (9TH ICEE) - SELECTED PAPERS. **Anais...2014**

## ANEXO

**Tabela 2 – Artigos ordenados pelo Methodi Ordinatio**

Ordem	Títulos	Fi	Ci	Anopub	InOrdinatio
1	Vehicular traffic noise modeling using artificial neural network approach	3.97	55	2014	60
2	A neural network architecture for noise prediction	7.2	67	1995	53
3	A basic neural traffic noise prediction model for Tehran's roads	4.01	51	2010	52
4	Comparison of classical statistical methods and artificial neural network in traffic noise prediction	3.05	33	2014	38
5	Modeling roadway traffic noise in a hot climate using artificial neural networks	3.45	19	2017	27
6	Environmental modeling for traffic noise in urban area	0.6	20	2012	23
7	Vehicular traffic noise prediction using soft computing approach	4.01	11	2016	18
8	An adaptive <i>neuro-fuzzy</i> interface system model for traffic classification and noise prediction	2.37	4	2018	13
9	Vehicular traffic noise prediction and propagation modelling using neural networks and geospatial information system	2.23	1	2019	11
10	Comparison of ARIMA and ANN approaches in time-series predictions of traffic noise	0.71	4	2016	11
11	A neural network noise prediction model for Tehran urban roads	2.03	1	2018	10
12	Prediction of L <sub>10</sub> and L <sub>eq</sub> noise levels due to vehicular traffic in urban area using ANN and adaptive <i>neuro-fuzzy</i> interface system (ANFIS) approach	0.97	0	2019	10
13	Comparative application of radial basis function and multilayer perceptron neural networks to predict traffic noise pollution in Tehran Roads	0.8	1	2018	10
14	Artificial neural network modeling of road traffic noise descriptors	0	11	2008	10

15	Developing Machine Learning Models to Predict Roadway Traffic Noise: An Opportunity to Escape Conventional Techniques	0	0	2019	10
16	Evaluating freeway traffic noise using artificial neural network	0	4	2014	9
17	Application of artificial neural network in traffic noise pollution modeling	0	1	2017	9
18	Application of Soft Computing Techniques in Prediction of Road Traffic Noise Levels	0	0	2018	9
19	Artificial neural network models between road traffic noise and urban form indicators in different cities	0	0	2018	9
20	Convolutional neural network-based traffic sound classification robust to environmental noise	0	0	2018	9
21	Estimation of a 15-minute equivalent noise level in the crossroad area	0	0	2018	9
22	Performance Evaluation of The ANN and ANFIS models in urban traffic noise prediction	0.41	0	2017	8
23	Artificial neural network for traffic noise modelling	0.5	1	2015	7
24	Modeling and simulation of road traffic noise using artificial neural network and regression	0.11	2	2014	7
25	Artificial neural network modeling for road traffic noise prediction	0	4	2012	7
26	An Artificial Neural Network Model for Traffic Noise Predictions	0.09	0	2014	5
27	Traffic Noise Modeling Using Artificial Neural Network: A Case Study	0.09	0	2014	5
28	Application of BP neural network in traffic noise prediction	0	1	2012	4

**Fonte: Autoria própria.**