



## ***Poluição Sonora: Estudo em Sonômetros dos Órgãos de Fiscalização Ambiental do Rio Grande do Norte, Brasil.***

Pedro Câncio Neto <sup>1</sup>, Ubiratan de Paula Santos <sup>1</sup>, José Arnóbio de Araújo Filho <sup>2</sup>, Alexandre Lúcio Dantas <sup>2</sup>.

### ARTIGO ORIGINAL

#### **RESUMO**

A exposição a níveis elevados de pressão sonora (acima de 80 decibéis) coloca crianças e adultos em risco. O objetivo deste estudo foi avaliar a existência e magnitude de erros de medição nos sonômetros utilizados por órgãos de fiscalização da poluição sonora de municípios do Rio Grande do Norte (RN), Brasil. Trata-se de um estudo de caráter exploratório, onde foram realizadas verificações da calibração de sonômetros conforme a Norma ABNT NBR IEC 61672-37. Foram analisados um total de 52 sonômetros, onde 10 (19,23%) não tiveram suas calibrações verificadas, pois apresentaram problemas. Dos 42 sonômetros analisados, 13 (31%) apresentaram sua média e barra de erro dentro do critério de aprovação adotado ( $94 \pm 0,5$  decibéis). Porém, os outros 29 (69%) sonômetros analisados não atenderam ao referido critério de aprovação. Observou-se que os sonômetros analisados que não atenderam ao critério de aprovação adotado, podem ter induzido a fiscalização ambiental a concluir por resultados errôneos em suas medições. Recomenda-se a adoção de procedimentos para apoiar e capacitar os órgãos de fiscalização ambiental para terem uma adequada qualidade metrológica.

**Palavras-chave:** Ruído, Audiômetros, Medição de Ruído, Viés, Perda Auditiva.



# Noise Pollution: Study of Sound Level Meters Used by Environmental Inspection Agencies in Rio Grande do Norte, Brazil.

## ABSTRACT

Exposure to high levels of sound pressure (above 80 decibels) puts children and adults at risk. The aim of this study was to assess the existence and magnitude of measurement errors in sound level meters used by noise pollution enforcement agencies in municipalities in Rio Grande do Norte (RN), Brazil. This is an exploratory study in which the calibration of sound level meters was checked in accordance with ABNT NBR IEC 61672-37. A total of 52 sound level meters were analyzed, of which 10 (19.23%) did not have their calibrations checked because they had problems. Of the 42 sound level meters analyzed, 13 (31%) had their average and error bar within the approval criteria adopted ( $94 \pm 0.5$  decibels). However, the other 29 (69%) sound level meters analyzed did not meet this approval criterion. It was observed that the sound level meters analyzed that did not meet the approval criteria adopted may have led the environmental inspectors to conclude that their measurements were erroneous. It is recommended that procedures be adopted to support and train environmental inspection bodies to ensure adequate metrological quality.

**Keywords:** Noise, Noise Meters, Noise Measurement, Bias, Hearing Loss.

**Instituição afiliada** – <sup>1</sup> Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – FMUSP, <sup>2</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN.

**Dados da publicação:** Artigo recebido em 06 de Julho e publicado em 26 de Agosto de 2024.

**DOI:** <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n8p-4585-4595>

**Autor correspondente:** Pedro Câncio Neto [pedrocancio@usp.br](mailto:pedrocancio@usp.br)

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).





## **INTRODUÇÃO**

Atualmente, a Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que 466 milhões de pessoas em todo o mundo têm deficiência auditiva incapacitante, e 34 milhões delas são crianças<sup>1</sup>.

A OMS também estima que a perda auditiva gera um custo anual de US\$ 980 bilhões em todos os países do globo. Nesse montante estão incluídos os custos do setor de saúde (excluindo o custo dos aparelhos auditivos), os custos do suporte educacional, a perda de produtividade e os custos sociais<sup>2</sup>.

Em países considerados como em desenvolvimento, a quantidade de crianças com perda auditiva e surdez sem acesso à educação é maior, e conseqüentemente, os adultos com perda auditiva têm uma maior taxa de desemprego ou estão em subempregos<sup>1</sup>.

A exposição a níveis elevados de pressão sonora (acima de 80 dB) coloca crianças e adultos em risco. Esses níveis elevados podem ser encontrados no local de trabalho, no ambiente em geral e em atividades recreativas. De acordo com a OMS, 50% das pessoas com idade entre 12 e 35 anos correm o risco de sofrer perda auditiva devido à exposição a níveis elevados de pressão sonora em ambientes recreativos<sup>2</sup>.

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) define poluição sonora como um conjunto de todos os sons provenientes de uma ou mais fontes sonoras, presentes num ambiente qualquer<sup>3</sup>.

Nesse contexto, o ruído pode ser tratado como um problema social difuso e ambiental, devendo ser regulado e fiscalizado por políticas públicas<sup>4</sup>.

O sonômetro é o instrumento de medição utilizado para a avaliação sonora ambiental para fins de fiscalização da poluição sonora de empreendimentos, instalações e eventos culturais, desportivos, sociais ou recreativos<sup>5</sup>.

A verificação da calibração é um teste realizado em sonômetros com o objetivo de averiguar se o instrumento satisfaz as propriedades relativas ao desempenho ou aos requisitos legais impostos ao mesmo<sup>6</sup>.

Caso o sonômetro apresente um erro de medição (diferença entre o valor



medido e um valor de referência)<sup>6</sup> durante a verificação da calibração, ele deverá sofrer um ajuste para que forneça indicações correspondentes a um calibrador de nível sonoro<sup>5,7</sup>.

A não realização periódica para verificação e ajustes da calibração pode resultar em erro de medição nos sonômetros<sup>5,7</sup>. Esses erros de medição oriundos de sonômetros utilizados em fiscalizações do poder público para coibir a poluição sonora podem suscitar demandas judiciais baseadas em informações imprecisas.

A partir dessas considerações foi realizado o presente estudo que avaliou a existência e a magnitude de erros de medição de sonômetros utilizados por órgãos de fiscalização da poluição sonora de municípios do Rio Grande do Norte (RN).

## **METODOLOGIA**

Trata-se de um estudo de caráter exploratório, que tem como proposta avaliar os erros oriundos de sonômetros dos órgãos de fiscalização da poluição sonora de sete municípios norte-rio-grandenses.

Como forma de preservar os órgãos de fiscalização da poluição sonora dos sete municípios avaliados, os mesmos foram renomeados com as letras “A”, “B”, “C”, “D”, “E”, “F” e “G”.

O teste realizado neste estudo se enquadra como uma verificação da calibração de sonômetro conforme a Norma ABNT NBR IEC 61672-3<sup>7</sup>. A verificação da calibração realizada em cada instrumento seguiu as orientações do seu respectivo manual.

Antes do início da verificação da calibração dos sonômetros, todas as pilhas (1,5 Volts) ou baterias (9 Volts) tiveram as suas tensões verificadas por meio de um multímetro. Caso houvesse uma variação de 0,1 Volts do seu valor nominal informado, a pilha ou a bateria seria trocada por uma nova.

Em todos os sonômetros verificados foi aplicado um nível de pressão sonora de 94 decibéis (dB) com uma frequência de 1000 Hertz (Hz) por meio de um calibrador de nível sonoro.

O calibrador de nível sonoro utilizado nesta pesquisa foi importado pela Instrutherm, fabricado na China, modelo CAL 3000, Tipo 1, precisão de  $\pm 0,5$  dB, e foi



calibrado em um laboratório acreditado pela Coordenação Geral de Acreditação (Cgcre) do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) de acordo com a Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025<sup>8</sup>.

O teste de verificação da calibração se inicia com a inserção do microfone do sonômetro no orifício do calibrador de nível sonoro de forma que os dois fiquem alinhados ao plano horizontal para evitar vazamento do som oriundo do calibrador ou a infiltração do som ambiente.

Após o devido alinhamento do microfone do sonômetro no calibrador de nível sonoro, ambos eram ligados e aguardava-se um minuto para a estabilização dos mesmos, após a estabilização era realizada a primeira leitura do nível de pressão sonora no sonômetro em teste.

Em seguida, apenas o sonômetro era desligado e novamente ligado. Após um minuto para o mesmo se estabilizar, era realizada a segunda leitura do nível de pressão sonora.

Após a segunda leitura, o procedimento no sonômetro era realizado mais uma vez com intuito de se obter uma terceira leitura do nível de pressão sonora.

Durante as três leituras realizadas para cada instrumento analisado foram mantidas as condições de repetibilidade de medição\*.

O critério de aprovação dos sonômetros adotado neste estudo é o resultado da média das três leituras permanecer no intervalo de  $94 \pm 0,5$  dB. Esse critério é oriundo da soma do nível de pressão sonora padrão de 94 dB com a precisão de  $\pm 0,5$  dB do calibrador de nível sonoro utilizado.

Durante os testes, as condições ambientais foram mantidas constantes com uma temperatura de  $22,0 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$  e com uma umidade relativa de  $55\% \pm 5\%$ .

Para os cálculos e plotagem do gráfico foi utilizado o software Microsoft® Excel® para Office 365.

---

\* Repetibilidade de medição é a condição de medição as quais incluem o mesmo procedimento de medição, os mesmos operadores, o mesmo sistema de medição, as mesmas condições de operação e o mesmo local, assim como medições repetidas no mesmo objeto ou em objetos similares durante um curto período de tempo<sup>6</sup>.

## RESULTADOS

No período de 2016 a 2019 foram analisados um total de 52 sonômetros, onde 10 (19,23%) não tiveram suas calibrações verificadas, pois apresentaram defeitos como: não ligar, apresentar picos aleatórios de nível de pressão sonora, se manter travado em um mesmo nível de pressão sonora, ou o instrumento não possuir um potenciômetro de ajuste para calibração.

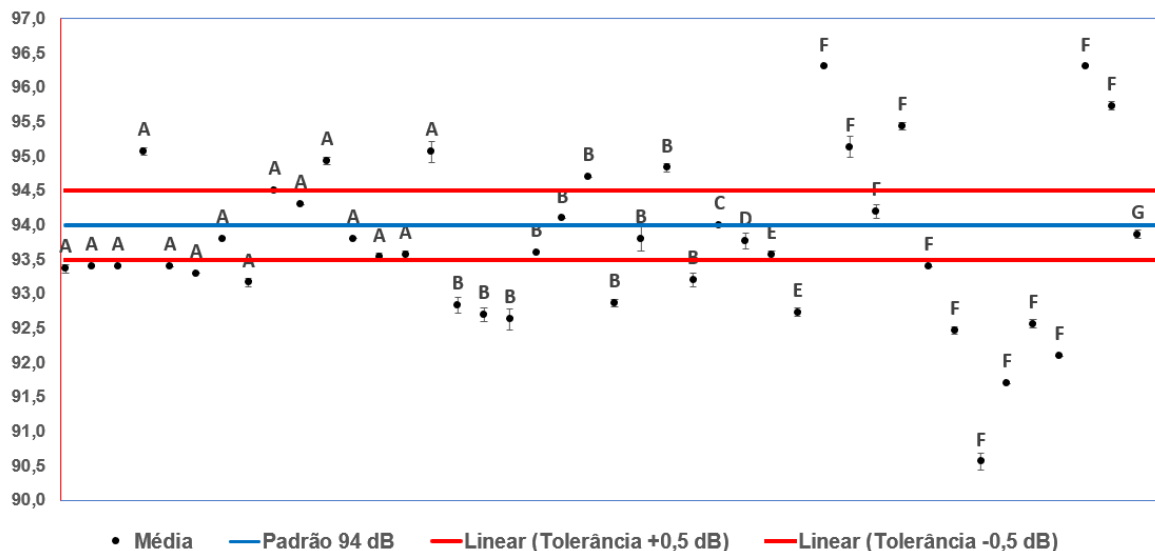
Na Tabela 1, pode-se verificar a quantidade de sonômetros que tiveram suas calibrações verificadas por ano, para cada órgão de fiscalização da poluição sonora dos sete municípios norte-rio-grandenses avaliados.

**Tabela 1.** Quantitativo de equipamentos submetidos ao teste de verificação da calibração.

Órgão de Fiscalização	2016		2017		2018		2019	
	Verificada	Não Verificada	Verificada	Não Verificada	Verificada	Não Verificada	Verificada	Não Verificada
A	13	1	0	0	2	0	0	0
B	5	0	0	0	0	0	5	2
C	1	0	0	0	0	0	0	0
D	1	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	2	1	0	0	0	2
F	0	0	2	0	8	1	2	2
G	0	0	1	1	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>6</b>

Na Figura 1 tem-se a média e sua respectiva barra de erro para as três leituras realizadas durante a verificação da calibração em cada sonômetro analisado.

**Figura 1.** Resultado das verificações de calibração.





Do total dos 42 sonômetros analisados, 13 (31%) apresentaram sua média e barra de erro dentro do critério de aprovação adotado ( $94 \pm 0,5$  dB). Porém, os outros 29 (69%) sonômetros analisados não atenderam ao referido critério de aprovação.

## DISCUSSÃO

Os resultados revelam que dos 42 sonômetros analisados neste estudo, 13 (31%) apresentaram sua média e barra de erro dentro do critério de aprovação adotado ( $94 \pm 0,5$  dB), o que confere a esses instrumentos um menor erro de medição (diferença entre o valor medido numa grandeza e um valor de referência)<sup>6</sup>, portanto com boa acurácia.

Porém, os outros 29 (69%) sonômetros analisados não atenderam ao referido critério de aprovação. Desses, 10 (24%) instrumentos apresentaram sua média ou barra de erro acima do limite superior do critério de aprovação adotado (94,5 dB). Os outros 19 (45%) sonômetros apresentaram sua média ou barra de erro abaixo do limite inferior do critério de aprovação adotado (93,5 dB).

Os 10 (24%) sonômetros utilizados pela fiscalização ambiental que seus resultados extrapolaram o limite superior de 94,5 dB, estavam superestimando o ruído ambiental medido. Enquanto os outros 19 (45%) sonômetros que tiveram seus resultados abaixo do limite inferior de 93,5 dB, estavam subestimando o ruído ambiental durante as fiscalizações.

Esses 29 (69%) sonômetros analisados que não atenderam ao referido critério de aprovação adotado ( $94 \pm 0,5$  dB), podem ter induzido a fiscalização ambiental dos sete municípios avaliados, a concluir suas medições de forma errônea, a depender do momento em que foram usados para as medições.

A poluição sonora é considerada como crime ambiental de acordo com a legislação vigente<sup>9</sup>. Além de ser uma questão de saúde pública, o ruído é considerado uma das formas de poluição que atinge uma parcela maior de pessoas e animais<sup>10, 11</sup>.

Dentre as principais fontes de poluição sonora tem-se as atividades de lazer e a gerada por vizinhos<sup>12</sup>, o ruído do tráfego (automóveis, caminhões, aviões e navios), as



fontes sonoras de ruído de impacto (explosões, cravação de estacas, pesquisas sísmicas e sonares militares) e as fontes sonoras de ruído contínuo (geradores industriais, aeroportos, canteiro de obras, recreação motorizada, aparelhos de ar-condicionado, máquinas de limpeza, dragagem e sistemas de bombeamento)<sup>11</sup>.

Entre os efeitos auditivos da exposição ao ruído, tem-se como principais o zumbido, o trauma acústico, a perda auditiva temporária ou permanente, a hiperacusia e a otalgia<sup>13</sup>. Mas a exposição ao ruído elevado também está associada a efeitos não auditivos como a redução da inteligibilidade da fala, a irritação, a dificuldade na escuta dos sinais de alerta, o prejuízo à concentração, distúrbios do sono, as mudanças nos reflexos respiratórios e na frequência cardíaca<sup>14</sup>.

No Brasil compete aos municípios a fiscalização da poluição sonora, pois são responsáveis pelo ordenamento territorial, do uso e controle do solo urbano. Caso haja omissão das autoridades municipais, cabe aos estados realizar tal fiscalização<sup>3</sup>.

O instrumento de medição utilizado para fins de fiscalização da poluição sonora é o medidor de pressão sonora, conhecido como sonômetro<sup>5</sup>. Um dos testes periódicos exigidos para esses instrumentos é a verificação da calibração que tem o objetivo de aferir se o instrumento satisfaz as propriedades relativas ao desempenho e aos requisitos legais impostos ao mesmo<sup>6</sup>.

A verificação da calibração é um dos testes periódicos exigidos pela Norma ABNT NBR IEC 61672-3. O objetivo desses testes periódicos é assegurar que o desempenho de um sonômetro esteja em conformidade com as suas especificações normativas<sup>7</sup>.

A periodicidade da calibração dos sonômetros não pode ultrapassar 24 meses, conforme a ABNT NBR 10151<sup>5</sup>. Porém, para a verificação da calibração a referida norma não impõe uma periodicidade. Assim, com o intuito de preservar as propriedades relativas ao desempenho do instrumento, sugere-se aos órgãos de fiscalização ambiental que realizem a verificação da calibração em uma periodicidade inferior a 24 meses.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Uma das limitações deste estudo foi a impossibilidade de comparação dos resultados, devido à ausência de outros estudos sobre o erro de medição em



sonômetros utilizados em fiscalizações ambientais do poder público. Outra possível limitação foi não considerar a incerteza de medição oriunda dos testes de verificação da calibração.

Este estudo identificou que no período de 2016 a 2019, 69% dos sonômetros analisados de sete municípios norte-rio-grandenses, não atenderam ao critério de aprovação adotado ( $94 \pm 0,5$  dB), podendo ter induzido a fiscalização ambiental da poluição sonora, desses municípios, a concluírem por resultados errôneos em suas medições.

Esses dados recomendam a adoção de procedimentos locais ou regionais para apoiar e capacitar os órgãos de fiscalização ambiental dos municípios para terem uma adequada qualidade metrológica.

## REFERÊNCIAS

1. World Health Organization. Deafness and hearing loss. 2024. Disponível em: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss> Acessado em 22 de agosto de 2024.
2. World Health Organization. World report on hearing. Genebra: OMS; 2021. Disponível em: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/339913/9789240020481-eng.pdf?sequence=1> Acessado em 22 de agosto de 2024.
3. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Programa Silêncio. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/emissoes-e-residuos/emissoes/programa-silencio> Acessado em 22 de agosto de 2024.
4. Associação Brasileira para a Qualidade Acústica. Poluição sonora deve ser tratada como um problema social. 2019. Disponível em: <https://www.proacustica.org.br/noticias/clipping/poluicao-sonora-deve-ser-tratada-como-um-problema-social/> Acessado em 22 de agosto de 2024.
5. Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 10151: Acústica: Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas: Aplicação de uso geral. Rio de Janeiro: ABNT; 2020. p. 33.
6. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Vocabulário Internacional de



Metrologia: Conceitos fundamentais e gerais e termos associados (VIM 2012). Duque de Caxias: INMETRO, 2012. p. 94.

7. Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR IEC 61672-3: Eletroacústica: Sonômetros: Parte 3: Testes periódicos. Rio de Janeiro: ABNT; 2018. p. 21.

8. Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR ISO/IEC 17025: Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro: ABNT; 2017. p. 32.

9. Brasil. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, 12 fev. 1998. Disponível: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9605.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm) Acessado em 22 de agosto de 2024.

10. Bressane A, Mochizuki PS, Caram RM, Roveda JAF. Sistema de apoio à avaliação de impactos da poluição sonora sobre a saúde pública. Cadernos de Saúde Pública. 2016. 32(5). DOI: 10.1590/0102-311X00021215

11. Slabbekoorn H. Noise pollution. Current Biology. 2019. Oct;29(19):R957–60. DOI: 10.1016/j.cub.2019.07.018

12. Heinecke-Schmitt R, Jäcker-Cüppers M, Schreckenber D. Verringerung der Lärmbelastungen am Wohnort – Was wurde bisher erreicht? Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz. 2018. Maio;61(6):637–44. DOI: 10.1007/s00103-018-2735-x

13. Evandro Andrade da Costa E, Catalani Morata T, Kitamura S. Doenças do Ouvido Relacionadas com o Trabalho. In: René M, organizador. Patologia do Trabalho. 3a ed. São Paulo: Atheneu; 2013. p. 1138-1166.

14. Canadian Centre for Occupational Health and Safety. Noise: Non-Auditory Effects. 2022. Disponível: [https://www.ccohs.ca/oshanswers/phys\\_agents/noise/non\\_auditory.html](https://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/noise/non_auditory.html) Acessado em 22 de agosto de 2024.