



BACHARELADO EM MEDICINA

LUIS FELIPE DE SÁ SILVA

LAYS ROSENDO SOARES MACHADO

MARIA ISADORA RAMALHO DE MORAES PRITZEL

**PERDA AUDITIVA INDUZIDA POR RUÍDOS RELACIONADOS AO TRABALHO:  
UM ESTUDO ECOLÓGICO**

TERESINA

2026

LUIS FELIPE DE SÁ SILVA  
LAYS ROSENDO SOARES MACHADO  
MARIA ISADORA RAMALHO DE MORAES PRITZEL

**PERDA AUDITIVA INDUZIDA POR RUÍDOS RELACIONADOS AO TRABALHO:  
UM ESTUDO ECOLÓGICO**

Trabalho Científico de Curso  
apresentado ao curso de Bacharelado  
em Medicina do Centro Universitário  
UNINOVAFAPI como requisito parcial  
para obtenção do título de Médico(a).

Orientador: Prof. Dr. Kayo Henrique  
Jardel Feitosa Sousa

## FICHA CATALOGRÁFICA

S586p Silva, Luis Felipe de Sá.

Perda auditiva induzida por ruídos relacionados ao trabalho: um estudo ecológico / Luis Felipe de Sá Silva; Lays Rosendo Soares Machado; Maria Isadora Ramalho de Moares Pritzel.– Teresina: UNINOVAFAPI, 2026.

Orientador (a): Profº. Dr. Kayo Henrique Jardel Feitosa Sousa. – UNINOVAFAPI, 2026.

22.p.; 23cm.

Trabalho de conclusão (Bacharelado em Medicina). – UNINOVAFAPI, Teresina, 2026.

1. Perda auditiva induzida por ruído. 2. Saúde do trabalhador. 3. Vigilância epidemiológica. I. Título. II. Machado, Lays Rosendo Soares. III. Pritzel, Maria Isadora Ramalho de Moraes

CDD 616.9803

*Catálogo na publicação*  
*Francisco Renato Sampaio da Silva – CRB/1028*

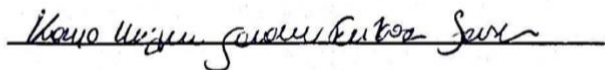
LUIS FELIPE DE SÁ SILVA  
LAYS ROSENDO SOARES MACHADO  
MARIA ISADORA RAMALHO DE MORAES PRITZEL

**PERDA AUDITIVA INDUZIDA POR RUÍDOS RELACIONADOS AO TRABALHO:  
UM ESTUDO ECOLÓGICO**

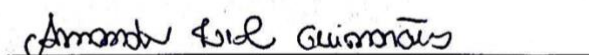
Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao curso de Bacharelado  
em Medicina do Centro Universitário  
UNINOVAFAPÍ como requisito para  
obtenção do título de Médico(a).

Aprovação em: 26/05/2026

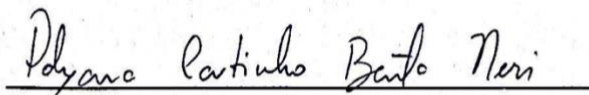
**BANCA EXAMINADORA**



**Dr. Kayo Henrique Jardel Feitosa Sousa**  
Afya Centro Universitário UNINOVAFAPÍ  
Presidente



**Esp. Amanda Leal Guimarães**  
Afya Centro Universitário UNINOVAFAPÍ  
1ª Examinadora



**Ma. Polyana Coutinho Bento Neri**  
Afya Centro Universitário UNINOVAFAPÍ  
2ª Examinadora

TERESINA,  
2026

# PERDA AUDITIVA INDUZIDA POR RUÍDOS RELACIONADOS AO TRABALHO: UM ESTUDO ECOLÓGICO

## *WORK-RELATED NOISE-INDUCED HEARING LOSS: AN ECOLOGICAL STUDY*

Luis Felipe de Sá Silva<sup>1</sup>

Lays Rosendo Soares Machado<sup>1</sup>

Maria Isadora Ramalho de Moraes Pritzel<sup>1</sup>

Kayo Henrique Jardel Feitosa Sousa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudante do Curso de Medicina do Afya Centro Universitário UNINOVAFAPI. Teresina/PI, Brasil.

<sup>2</sup>Enfermeiro. Doutor. Docente do Curso de Medicina do Afya Centro Universitário UNINOVAFAPI. Teresina/PI, Brasil.

## RESUMO

**INTRODUÇÃO:** A Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR) relacionada ao trabalho é uma alteração neurosensorial irreversível decorrente da exposição prolongada a elevados níveis de pressão sonora no ambiente ocupacional. Trata-se de um importante agravo à saúde do trabalhador, caracterizado por perda auditiva bilateral, progressiva e predominante em altas frequências. A exposição ocupacional ao ruído permanece como um dos principais fatores de risco evitáveis para perda auditiva em adultos economicamente ativos. No Brasil, a PAIR integra a lista de agravos de notificação compulsória, sendo monitorada por meio do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). **OBJETIVOS:** Analisar a dinâmica temporal e espacial das notificações de perda auditiva induzida por ruído relacionadas ao trabalho no Brasil no período de 2014 a 2024. **JUSTIFICATIVA:** A análise epidemiológica da PAIR é fundamental para compreender sua distribuição populacional e territorial, identificar grupos mais vulneráveis e subsidiar ações de vigilância em saúde do trabalhador. Além disso, o estudo contribui para o fortalecimento de estratégias de prevenção e controle da exposição ocupacional ao ruído. **MATERIAIS E MÉTODOS:** Trata-se de um estudo ecológico com abordagem quantitativa, utilizando dados secundários do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), disponibilizados pelo DATASUS. Foram analisados os casos de PAIR relacionados ao trabalho notificados no Brasil entre 2014 e 2024. As variáveis incluíram características sociodemográficas, clínicas e ocupacionais. As taxas de notificação foram calculadas considerando a População Economicamente Ativa. A análise temporal foi realizada por meio do software *Joinpoint Regression Program*, estimando a Variação Percentual Anual (VPA). A análise espacial incluiu suavização Bayesiana e identificação de aglomerados por meio da estatística *Getis-Ord Gi\**,

utilizando os softwares GeoDa e QGIS. **RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Foram registrados 8.039 casos de PAIR relacionados ao trabalho no período analisado. Observou-se predominância do sexo masculino (88,07%) e maior frequência entre indivíduos de 50 a 64 anos (43,28%). O ruído intermitente foi o tipo de exposição mais notificado e o zumbido destacou-se como o sintoma mais frequente (42,83%). A incapacidade permanente parcial foi o desfecho mais registrado (47,10%). A análise temporal evidenciou tendência de redução das taxas de notificação no Brasil, com variação percentual anual de -8,3% ( $p=0,004$ ). A análise espacial identificou aglomerados de maiores taxas principalmente nas regiões Centro-Oeste e Sul, indicando possíveis áreas de maior exposição ocupacional ao ruído.

**CONSIDERAÇÕES FINAIS:** Os resultados evidenciam a predominância da PAIR entre trabalhadores do sexo masculino e em faixas etárias mais avançadas, refletindo o caráter cumulativo da exposição ocupacional ao ruído. A identificação de padrões temporais e espaciais contribui para o fortalecimento das ações de vigilância em saúde do trabalhador e para o desenvolvimento de estratégias de prevenção da perda auditiva relacionada ao trabalho.

**Palavras-chave:** Perda auditiva induzida por ruído; Saúde do trabalhador; Vigilância epidemiológica.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** Noise-Induced Hearing Loss (NIHL) related to work is an irreversible sensorineural disorder resulting from prolonged exposure to high levels of sound pressure in occupational environments. It represents an important occupational health problem and is characterized by bilateral, progressive hearing loss that predominantly affects high frequencies. Occupational exposure to noise remains one of the main preventable risk factors for hearing loss among economically active adults. In Brazil, NIHL is included in the list of compulsory notifiable conditions and is monitored through the Notifiable Diseases Information System (SINAN).

**OBJECTIVES:** To analyze the temporal and spatial dynamics of notifications of work-related noise-induced hearing loss in Brazil between 2014 and 2024.

**JUSTIFICATION:** Epidemiological analysis of NIHL is essential to understand its population and territorial distribution, identify the most vulnerable groups, and support surveillance actions in workers' health. Furthermore, this study contributes to strengthening strategies aimed at preventing and controlling occupational exposure to noise.

**MATERIALS AND METHODS:** This is an ecological study with a quantitative approach using secondary data from the Notifiable Diseases Information System (SINAN), available through the Department of Informatics of the Brazilian Unified Health System (DATASUS). Cases of work-related NIHL reported in Brazil from 2014 to 2024 were analyzed. The variables included sociodemographic, clinical, and occupational characteristics. Notification rates were calculated considering the Economically Active Population. Temporal analysis was performed using the Joinpoint Regression Program software, estimating the Annual Percentage Change (APC). Spatial analysis included Bayesian smoothing and identification of clusters using the Getis-Ord  $G_i^*$  statistic, with analyses conducted using GeoDa and QGIS software.

**RESULTS AND DISCUSSION:** A total of 8,039 cases of work-related NIHL were reported during the study period. There was a predominance of males (88.07%) and a higher frequency among individuals aged 50 to 64 years (43.28%). Intermittent noise was the most frequently reported type of exposure, and tinnitus was the most common symptom (42.83%). Partial permanent disability was the most frequently recorded outcome (47.10%). Temporal analysis showed a decreasing trend in

notification rates in Brazil, with an annual percentage change of -8.3% ( $p = 0.004$ ). Spatial analysis identified clusters of higher rates mainly in the Midwest and Southern regions, indicating possible areas with greater occupational exposure to noise. **FINAL CONSIDERATIONS:** The findings highlight the predominance of NIHL among male workers and in older age groups, reflecting the cumulative nature of occupational noise exposure. The identification of temporal and spatial patterns contributes to strengthening workers' health surveillance actions and supports the development of strategies aimed at preventing work-related hearing loss. **Keywords:** Noise-Induced Hearing Loss; Occupational Health; Epidemiological Surveillance.

## 1 INTRODUÇÃO

A Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR) relacionada ao trabalho é definida como uma alteração neurosensorial irreversível decorrente da exposição prolongada a níveis elevados de pressão sonora no ambiente ocupacional. Trata-se de uma das doenças ocupacionais mais prevalentes no mundo, caracterizada por perda auditiva bilateral, progressiva e predominantemente em frequências altas, especialmente entre 3.000 e 6.000 Hz, com entalhe audiométrico clássico em 4.000 Hz. Por sua evolução insidiosa e caráter cumulativo, a PAIR frequentemente é diagnosticada tardiamente, configurando-se como relevante problema de saúde pública (Almeida *et al.*, 2024).

Do ponto de vista fisiopatológico, a exposição contínua ao ruído acima dos limites de tolerância provoca danos mecânicos e metabólicos às células ciliadas externas da cóclea, levando à degeneração progressiva dessas estruturas. Inicialmente, podem surgir sintomas como zumbido e dificuldade de compreensão da fala em ambientes ruidosos, evoluindo para comprometimento auditivo permanente. A irreversibilidade do quadro reforça a importância das estratégias de prevenção e monitoramento (Epitácio *et al.*, 2024).

A magnitude do problema é expressiva em âmbito global. A exposição ocupacional ao ruído permanece como um dos principais fatores de risco evitáveis para perda auditiva em adultos economicamente ativos. No Brasil, a PAIR está entre os agravos mais notificados no campo da saúde do trabalhador, refletindo tanto a persistência de ambientes laborais ruidosos quanto a ampliação das ações de vigilância epidemiológica (Hilleshem *et al.*, 2022).

Os principais fatores associados ao desenvolvimento da PAIR incluem intensidade sonora elevada (frequentemente acima de 85 dB), tempo de exposição, jornadas prolongadas, ausência ou uso inadequado de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), além de exposição simultânea a agentes químicos ototóxicos. A

suscetibilidade individual e condições clínicas prévias também podem influenciar a progressão do agravo. Esses elementos evidenciam que a ocorrência da doença é multifatorial e fortemente relacionada às condições organizacionais e estruturais do trabalho (Pimenta *et al.*, 2023).

A maioria dos setores econômicos apresenta maior risco de exposição ao ruído ocupacional, destacando-se indústrias metalúrgicas, construção civil, mineração, agricultura mecanizada, transporte, setor madeireiro e atividades aeroportuárias. Os ambientes com maquinário pesado, ferramentas pneumáticas e sistemas de produção contínua favorecem níveis elevados de pressão sonora, especialmente quando não há controle ambiental adequado ou implementação efetiva de programas de conservação auditiva (Lippe *et al.*, 2025).

Além do comprometimento funcional, a PAIR acarreta impactos psicossociais relevantes. A dificuldade de comunicação pode gerar isolamento social, redução da autoestima, conflitos interpessoais e prejuízo na qualidade de vida. No contexto laboral, a perda auditiva pode comprometer o desempenho profissional e aumentar o risco de acidentes de trabalho, especialmente em atividades que dependem de sinais sonoros de alerta (Santana *et al.*, 2024).

Conforme Pimenta *et al.* (2023), sob o aspecto econômico, os efeitos são igualmente significativos. A PAIR está associada à redução da produtividade, afastamentos laborais, concessão de benefícios previdenciários e aposentadorias precoces, além de custos relacionados à reabilitação auditiva e à judicialização de demandas trabalhistas. Dessa forma, o agravo repercute tanto na esfera individual quanto nos sistemas produtivo e de saúde.

No Brasil, a proteção do trabalhador exposto ao ruído é regulamentada por dispositivos legais específicos. A Norma Regulamentadora nº 15 estabelece os limites de tolerância para exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitente, enquanto a Norma Regulamentadora nº 7 determina a obrigatoriedade do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional, incluindo a realização periódica de exames audiométricos. No âmbito da vigilância epidemiológica, a Portaria GM/MS nº 1.999 de 2006 incluiu a Perda Auditiva Induzida por Ruído na Lista de Doenças e Agravos de Notificação Compulsória em unidades sentinela, fortalecendo o monitoramento sistemático desse agravo no país (Almeida *et al.*, 2024).

A notificação compulsória possibilita a produção de indicadores epidemiológicos e subsidia ações de vigilância em saúde do trabalhador (Gustina *et*

*al.*, 2025). Nesse contexto, análises que considerem a distribuição espacial e temporal da PAIR tornam-se essenciais para identificar padrões regionais, tendências ao longo dos anos e possíveis desigualdades na ocorrência e notificação do agravo. Ademais, ao utilizar dados agregados por território e período, é possível compreender a dinâmica populacional da doença e orientar políticas públicas direcionadas à prevenção e ao controle do ruído ocupacional.

Diante da relevância epidemiológica, dos impactos sociais e econômicos e da necessidade de fortalecimento das ações de vigilância, torna-se fundamental analisar a dinâmica espaço-temporal da perda auditiva induzida por ruídos relacionados ao trabalho no Brasil. A compreensão desses padrões pode contribuir para o aprimoramento das estratégias de promoção da saúde, prevenção de riscos ocupacionais e proteção da população trabalhadora.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

Trata-se de um estudo do tipo ecológico, que aplicou técnicas de geoprocessamento e análises temporais. A pesquisa abrange a área geográfica do Brasil, utilizando municípios e regiões como unidades de análise. O Brasil é composto por 5.570 municípios, 27 unidades federativas e cinco macrorregiões (Nordeste, Norte, Centro-Oeste, Sudeste e Sul) (IBGE, 2022).

Os dados sobre os casos de PAIR relacionados ao trabalho foram secundários oriundos do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). No DATASUS estão compiladas as informações sobre os casos notificados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). O período utilizado para a realização deste estudo foi de 11 anos (2014 a 2024), pois os casos do ano de 2025 ainda se encontravam incompletos.

As variáveis analisadas neste estudo compreenderam as características sociodemográficas: sexo, faixa etária, raça/cor da pele e escolaridade, tipo de ruído, sintomas e evolução dos casos. Além de outras características relacionadas à notificação de agravo e doenças relacionadas ao trabalho como o Código Internacional de Doenças (CID), afastamento e emissão da Carta de Acidente de Trabalho (CAT). Nesse contexto, a taxa de notificação refere-se aos casos registrados no sistema de vigilância, refletindo a subnotificação e a qualidade dos registros, enquanto a incidência real representa todos os casos ocorridos na população, incluindo os não notificados, 12,4.

Para a realização do cálculo da taxa de notificação dos casos de PAIR relacionados ao trabalho, considerou-se a razão entre o número de casos em um determinado local e ano e a População Economicamente Ativa (PEA) no mesmo ano. As informações referentes à quantidade da PEA foram obtidas das estimativas populacionais, disponíveis no DATASUS (Brasil, 2021).

$$\text{Taxa de Notificação} = \frac{n^{\circ} \text{ de casos de PAIR (local e ano)}}{n^{\circ} \text{ da PEA do mesmo local e ano}} \times 100.00$$

Dessa forma, os dados foram organizados em uma planilha *Excel* e as taxas foram calculadas para cada um dos anos no Brasil e regiões. Além disso, os mesmos dados foram importados para o *software* livre *Joinpoint Regression Program versão 4.6.0.0®*, no qual foram utilizados para realizar a análise temporal.

O programa avalia se devem ser adicionados segmentos de reta na regressão linear para indicar alterações na tendência temporal, contrastando com a hipótese nula de que nenhum ponto adicional seja necessário. Para essa análise, calculou-se a Variação Percentual Anual (VPA), a Variação Percentual Anual Média (VPAM) e os intervalos de confiança de 95% (IC 95%).

Assim, a variável independente foi o ano de notificação dos casos de PAIR relacionados ao trabalho na área estudada, enquanto a variável dependente foi a taxa de notificação anual, ambos calculados no programa (Ribeiro *et al.*, 2024).

O modelo foi ajustado assumindo que, ao longo dos anos, o número de pontos de inflexão (*Joinpoints*) poderia variar de zero (representando apenas um segmento) a um (dois segmentos), de acordo com a permutação de Monte Carlo. Isso permitiu verificar se uma linha com múltiplos segmentos descreve o modelo de forma mais precisa do que uma reta simples (Ribeiro *et al.*, 2024).

Na interpretação dos resultados, os valores da VPA e VPAM indicam tendência decrescente quando negativos e crescente quando positivos, desde que haja significância estatística ( $p < 0,05$ ). Em contrapartida, quando não há significância estatística ( $p > 0,05$ ), a tendência é considerada estacionária (Ribeiro *et al.*, 2024).

Na análise espacial, foi calculada inicialmente a taxa de notificação média padronizada de PAIR relacionada ao trabalho para cada município do Brasil. Essa taxa representa uma medida estatística que leva em conta as diferenças nas características demográficas das populações (Ribeiro *et al.*, 2024), permitindo uma

comparação mais justa da incidência de doenças entre diferentes populações (Naing, 2000), conforme ilustrado na fórmula abaixo:

$$Taxa\ média\ SG = \frac{\frac{n^{\circ}\ total\ de\ casos\ PAIR\ do\ município}{11}}{n^{\circ}\ da\ PEA\ do\ ano\ central\ (2019)} \times 1.000\ NV$$

Para reduzir a instabilidade das taxas médias brutas, aplicou-se o método Bayesiano Empírico Local, o qual corrige flutuações aleatórias com base em uma matriz de proximidade espacial definida pelo critério de contiguidade. Nesse critério, foi atribuído o valor unitário (1) para municípios vizinhos de primeira ordem e valor nulo (0) para aqueles que não compartilham divisas. A matriz de pesos espaciais seguiu a convenção de contiguidade do tipo rainha (*queen contiguity*) (Brasil, 2006).

Foi aplicada a técnica Getis-Ord Gi\*, que gera Z-scores para cada município com base no indicador de interesse, que neste estudo é a taxa de notificação média de PAIR relacionada ao trabalho. Nesse sentido, valores altos de Z-score indicam áreas com elevadas taxas de aglomerados semelhantes (*hotspots*), enquanto valores baixos representam áreas com baixas taxas rodeadas por regiões com valores semelhantes (*Coldspots*). Além disso, a significância estatística desses aglomerados foi calculada, considerando  $p < 0,05$ , e apresentada em mapa (Arcêncio *et al.*, 2021).

Para a estatística Bayesiana e a técnica Getis-Ord Gi\* foi utilizado o programa GeoDa 1.14<sup>®</sup>. Todos os mapas foram produzidos no *software* QGIS 3.16<sup>®</sup>. No presente estudo, algumas limitações devem ser destacadas. Primeiramente, a subnotificação no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) pode ter impactado a completude dos dados analisados, resultando em uma possível subestimação dos casos. Além disso, a presença de dados incompletos em registros e notificações pode ter reduzido a precisão das análises e dos desfechos estudados.

Por fim, foram respeitados todos os aspectos éticos e legais preconizados pela Resolução nº 510/16 do Conselho Nacional de Saúde. No entanto, por se tratar de estudo com dados secundários de domínio público, não foi necessária a apreciação deste estudo por um Comitê de Ética em Pesquisa.

### 3 RESULTADOS

Foram notificados, entre os anos de 2014 e 2024, 8.039 casos de PAIR relacionados ao trabalho. A maioria dos casos correspondeu às pessoas do sexo masculino (n=7.080; 88,07%), sendo a raça/cor mais notificada a branca (n=3.651; 45,42%), seguida da raça/cor parda (n=1.976; 24,58%). Em relação à faixa etária, as notificações concentram-se na faixa entre 50 e 64 anos (n=3.479;43,28%), seguida pela faixa etária de 35 a 49 anos de idade (n=2.655; 33,03%). Por fim, a escolaridade mais registrada foi o Ensino Médio completo (n=1.310;16,30%), conforme a Tabela 1.

**Tabela 1.** Características sociodemográficas dos casos notificados por PAIR relacionados ao trabalho no Brasil entre os anos de 2014 a 2024. Teresina, Piauí, Brasil, 2026. (N=8039)

| <b>Variáveis sociodemográficas</b> | <b>n</b> | <b>%</b> |
|------------------------------------|----------|----------|
| <b>Sexo</b>                        |          |          |
| Masculino                          | 7.080    | 88,07    |
| Feminino                           | 959      | 11,93    |
| <b>Faixa etária em anos</b>        |          |          |
| 15-19                              | 22       | 0,27     |
| 20-34                              | 764      | 9,50     |
| 35-49                              | 2.655    | 33,03    |
| 50-64                              | 3.479    | 43,28    |
| 65-79                              | 1.024    | 12,74    |
| 80 e mais                          | 95       | 1,18     |
| <b>Raça*</b>                       |          |          |
| Branca                             | 3651     | 45,42    |
| Parda                              | 1976     | 24,58    |
| Preta                              | 440      | 5,47     |
| Amarela                            | 94       | 1,17     |
| Indígena                           | 15       | 0,19     |
| <b>Escolaridade*</b>               |          |          |
| Analfabeto                         | 47       | 0,58     |
| 1ª a 4ª série incompleta do EF     | 543      | 6,75     |
| 4ª série completa do EF            | 511      | 6,36     |
| 5ª a 8ª série incompleta do EF     | 897      | 11,16    |
| Ensino fundamental completo        | 688      | 8,56     |
| Ensino médio incompleto            | 317      | 3,94     |
| Ensino médio completo              | 1.310    | 16,30    |
| Educação superior incompleta       | 111      | 1,38     |
| Educação superior completa         | 357      | 4,44     |

\*Dados ignorados referentes a raça (n=1863); Dados ignorados referentes à escolaridade (n=3258).

**Fonte:** Autores, 2026.

Na Tabela 2 pode-se observar que o tipo de ruído mais notificado foi o intermitente (n=2.129; 26,48%), no entanto ambos os ruídos foram bastante registrados, correspondendo a 25,38% das notificações. O sintoma mais comum

observado nos casos notificados foi o zumbido (n=3.443; 42,83%). Em relação ao desfecho dos casos, observou-se que a incapacidade permanente parcial (n=3.786; 47,10%) foi a mais registrada.

**Tabela 2.** Variáveis de saúde dos casos notificados por PAIR relacionados ao trabalho no Brasil entre os anos de 2014 a 2024. Teresina, Piauí, Brasil, 2026. (N=8039)

| Variáveis de saúde              | n     | %     |
|---------------------------------|-------|-------|
| <b>Tipo de ruído</b>            |       |       |
| Ruído contínuo                  | 2.739 | 34,00 |
| Ruído intermitente              | 2.129 | 26,48 |
| Ambos                           | 2.040 | 25,38 |
| <b>Cefaleia*</b>                |       |       |
| Sim                             | 1.181 | 14,69 |
| Não                             | 4.718 | 58,69 |
| <b>Tontura*</b>                 |       |       |
| Sim                             | 1.378 | 17,14 |
| Não                             | 4.755 | 59,15 |
| <b>Zumbido*</b>                 |       |       |
| Sim                             | 3.443 | 42,83 |
| Não                             | 2.929 | 36,43 |
| <b>Desfecho dos casos*</b>      |       |       |
| Incapacidade permanente parcial | 3.786 | 47,10 |
| Outra                           | 1.821 | 22,65 |
| Incapacidade temporária         | 288   | 3,58  |
| Cura não confirmada             | 217   | 2,70  |
| Cura                            | 89    | 1,11  |
| Incapacidade permanente total   | 47    | 0,58  |
| Óbito por outra causa           | 3     | 0,04  |

\*Dados ignorados referentes à Cefaleia (n=2170), tontura (n=1906), zumbido (n=1667), desfecho dos casos (n=1788).

**Fonte:** Autores, 2026.

Os efeitos do ruído sobre o ouvido interno se destacaram como o principal CID relacionado à PAIR, correspondendo a 56,69% dos casos notificados. Além disso, foi observado que 61,36% dos casos não receberam afastamento após a notificação do caso e 45,70% dos casos não tiveram a emissão da CAT (Tabela 3).

**Tabela 3.** Características dos casos notificados por PAIR relacionados ao trabalho no Brasil entre os anos de 2014 a 2024. Teresina, Piauí, Brasil, 2026. (N=8039)

| Variáveis                                   | n | % |
|---------------------------------------------|---|---|
| <b>Principais CID's relacionados à PAIR</b> |   |   |

|                                                                 |       |       |
|-----------------------------------------------------------------|-------|-------|
| Efeitos do ruído sobre o ouvido interno                         | 4.557 | 56,69 |
| Outros CID's não listados                                       | 2.324 | 28,91 |
| Outros Transtornos do Ouvido Interno                            | 391   | 4,86  |
| Perda de audição por Transtorno de Condução e/ou Neurosensorial | 338   | 4,21  |
| CID não preenchido                                              | 316   | 3,93  |
| Outras Perdas de Audição                                        | 71    | 0,88  |
| Outro transtorno do Ouvido não classificado                     | 19    | 0,24  |
| Transtornos da Função Vestibular                                | 8     | 0,10  |
| Otosclerose                                                     | 2     | 0,02  |
| Otite Externa                                                   | 2     | 0,02  |
| Outros Transtornos do Ouvido Externo                            | 1     | 0,01  |
| Otite Média Não-Supurativa                                      | 1     | 0,01  |
| Otite Média Supurativa e as Não Especificadas                   | 1     | 0,01  |
| <b>Afastamento</b>                                              |       |       |
| Sim                                                             | 255   | 3,17  |
| Não                                                             | 4.933 | 61,36 |
| <b>Emissão da CAT</b>                                           |       |       |
| Sim                                                             | 895   | 11,13 |
| Não                                                             | 3.674 | 45,70 |
| Não se aplica                                                   | 936   | 11,64 |

\*Dados ignorados referentes ao afastamento(n=2.851), emissão da CAT(n=2.534).

**Fonte:** Autores, 2026.

As tendências temporais por PAIR relacionadas ao trabalho evidenciam que o Brasil, durante o período de 2014 a 2024, apresentou uma tendência de queda de 8,3% (IC95%: -12,9 – -3,3; p=0,004) ao ano na taxa de notificação. Além disso, o Sudeste foi a única região que apresentou uma tendência de redução, com uma Variação Percentual Anual de -12,4% (IC95%:-20,4- -3,5; p<0,01), ao passo que o Centro-Oeste obteve uma tendência de queda entre 2014 a 2018 (A: -26,5; IC95%-40,08 - -10,2; p=0,009) e um período estacionário entre 2018 a 2024. Contudo, apresentando uma VPAM para todo o período de -12,4%, conforme a Tabela 4.

**Tabela 4.** Variação percentual anual (VPA) e Variação percentual anual Média (VPAM) da taxa de notificação de PAIR relacionada ao trabalho no Brasil e regiões, no período 2014 - 2024.

| População           | Período   | VPA (IC 95%*)         | Valor de p**    | VPAM (IC 95%)       | Valor de p      |
|---------------------|-----------|-----------------------|-----------------|---------------------|-----------------|
| <b>Brasil</b>       | 2014-2024 | -8,3 (-12,9 – -3,3)   | <b>0,004</b>    | -                   | -               |
| <b>Norte</b>        | 2014-2024 | 10,2 (-2,6 - 24,8)    | 0,1             | -                   | -               |
| <b>Nordeste</b>     | 2014-2024 | -4,5 (-12,0 – 3,5)    | 0,22            | -                   | -               |
| <b>Centro-Oeste</b> | 2014-2018 | -26,5(-40,08 - -10,2) | <b>0,009</b>    | -12,4 (-21,3 – 2,5) | <b>&lt;0,01</b> |
|                     | 2018-2024 | -1,4 (-17,4 – 17,6)   | 0,8             |                     |                 |
| <b>Sul</b>          | 2014-2024 | 3,9 (-5,7 – 14,5)     | 0,8             | -                   | -               |
| <b>Sudeste</b>      | 2014-2024 | -12,4 (-20,4- -3,5)   | <b>&lt;0,01</b> | -                   | -               |

\* IC95%: Índice de confiança de 95%.

\*\*Valor de  $p < 0,05$

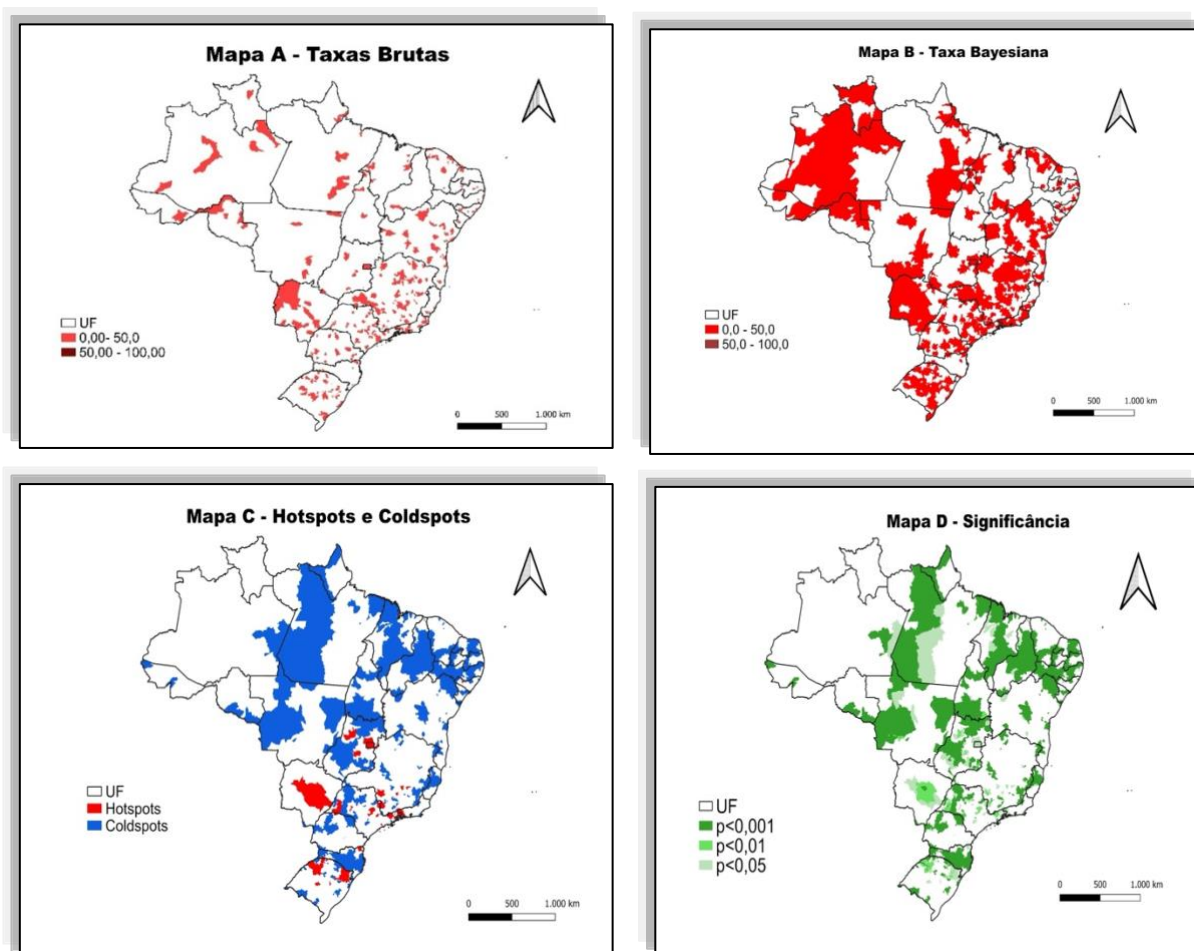
**Fonte:** Autores, 2026.

Na Figura 1 estão dispostos os mapas com as distribuições das taxas de notificação por PAIR relacionada ao trabalho. No mapa A estão distribuídas as taxas brutas, os valores referentes às taxas foram muito pequenos e obtiveram pouca variação. Dessa forma, é possível observar uma aglomeração dos casos, principalmente, entre os municípios das regiões Centro-Oeste e Sudeste que variaram em torno de 0 a 50 casos por 100mil habitantes.

No mapa B estão distribuídas as taxas após a suavização Bayesiana, observa-se pouca diferença na variação quando comparadas às taxas brutas. No entanto, foi possível destacar maiores aglomerados nos estados do Nordeste, principalmente, na Bahia; na região Norte, no estado do Amazonas e no Mato Grosso do Sul, São Paulo, Espírito Santo, Rio de Janeiro bem como em todos os estados da região Sul do Brasil.

No mapa C encontram-se os pontos quentes (*Hotspots*) e frios (*Coldspots*) das taxas de notificações por PAIR relacionadas ao trabalho. Nesse sentido, destaca-se que as aglomerações de municípios onde estão distribuídas altas taxas se localizam, principalmente, no Mato Grosso do Sul (Centro-Oeste) e Rio Grande do Sul (Sul). Por fim, no mapa D estão distribuídos os valores de significância correspondentes ao teste de Getis-Ord  $G_i^*$ .

**Figura 1** - Taxa média bruta (A), taxa Bayesiana Empírica Local (B), *Hotspots* e *Coldspots* (C), Significância estatística das áreas quentes e frias (D) das taxas de notificações de PAIR relacionada ao trabalho, no período de 2014 a 2024.



Fonte: Autores, 2026.

## 4 DISCUSSÃO

### 4.1 Perfil sociodemográfico dos casos de PAIR relacionados ao trabalho

A análise do perfil sociodemográfico dos casos de perda auditiva induzida por ruído (PAIR) relacionados ao trabalho evidenciou forte predominância do sexo masculino, representando 88,07% das notificações. Esse resultado é consistente com a literatura sobre saúde do trabalhador, que aponta maior exposição dos homens a ambientes ocupacionais com elevados níveis de pressão sonora. Os setores como indústria metalúrgica, construção civil, mineração, transporte e atividades agroindustriais concentram grande parte da mão de obra masculina e são tradicionalmente associados a ambientes com ruído ocupacional intenso e contínuo (Beretta *et al.*, 2025).

No que se refere à faixa etária, observou-se maior concentração de casos entre indivíduos de 50 a 64 anos, seguida pela faixa de 35 a 49 anos. Esse padrão pode estar relacionado ao caráter cumulativo da exposição ao ruído ocupacional, uma vez que a perda auditiva induzida por ruído geralmente se desenvolve de forma progressiva ao longo de anos de exposição contínua. Dessa forma, trabalhadores com maior tempo de atividade laboral tendem a apresentar maior probabilidade de desenvolver alterações auditivas, especialmente quando medidas de proteção auditiva não são adotadas de forma adequada ou consistente (Cemin *et al.*, 2025).

Quanto à variável raça/cor, verificou-se maior frequência de notificações entre indivíduos autodeclarados brancos, seguidos de pardos. Entretanto, é importante considerar a elevada proporção de dados ignorados nessa variável, o que pode limitar interpretações mais precisas acerca da distribuição racial dos casos. Em relação à escolaridade, o ensino médio completo foi o nível mais registrado entre os trabalhadores afetados (Freire *et al.*, 2025). Esse resultado pode refletir o perfil educacional predominante em ocupações técnicas e operacionais que demandam qualificação intermediária, mas que frequentemente estão associadas a ambientes com exposição ocupacional a ruído.

#### **4.2 Características clínicas e exposição ao ruído ocupacional**

A análise das variáveis relacionadas à exposição ocupacional demonstrou que o ruído intermitente foi o tipo mais frequentemente notificado, seguido da exposição simultânea a ruídos contínuos e intermitentes. A exposição prolongada a diferentes padrões de ruído pode potencializar os efeitos deletérios sobre o sistema auditivo, especialmente quando os níveis de intensidade sonora ultrapassam os limites de tolerância estabelecidos pelas normas de segurança ocupacional. Além disso, a variabilidade na exposição ao ruído pode dificultar a percepção do risco por parte dos trabalhadores, reduzindo a adesão ao uso de equipamentos de proteção auditiva (Segundo *et al.*, 2025).

Entre os sintomas relatados nos casos notificados, o zumbido destacou-se como a manifestação clínica mais frequente. Esse achado é relevante, pois o zumbido é frequentemente descrito como um dos primeiros sinais de dano auditivo decorrente da exposição ao ruído ocupacional. A presença desse sintoma pode indicar alterações iniciais na função das células ciliadas da cóclea, que, quando submetidas a estímulos sonoros intensos e repetitivos, podem sofrer danos irreversíveis. Outros sintomas,

como tontura e cefaleia, também foram relatados, embora em menor proporção, podendo refletir possíveis repercussões vestibulares ou efeitos indiretos da exposição prolongada ao ruído em ambientes laborais (Silveira *et al.*, 2025).

No que se refere aos desfechos dos casos, a incapacidade permanente parcial foi o resultado mais frequentemente observado. Esse dado evidencia o impacto funcional da PAIR na vida dos trabalhadores, uma vez que a perda auditiva pode comprometer significativamente a comunicação interpessoal, a percepção de sinais sonoros de alerta e o desempenho de diversas atividades laborais (Pimenta *et al.*, 2023). Além disso, a incapacidade auditiva pode gerar repercussões psicossociais importantes, incluindo isolamento social, dificuldades de interação no ambiente de trabalho e redução da qualidade de vida.

#### **4.3 Aspectos assistenciais e fragilidades na vigilância em saúde do trabalhador**

A análise dos diagnósticos registrados por meio da Classificação Internacional de Doenças evidenciou predominância dos códigos relacionados aos efeitos do ruído sobre o ouvido interno. Esse resultado está de acordo com a fisiopatologia da PAIR, que se caracteriza principalmente por danos às estruturas sensoriais da cóclea, especialmente às células ciliadas externas, responsáveis pela amplificação e pela sensibilidade auditiva (Almeida *et al.*, 2024).

Apesar da relevância clínica e ocupacional da doença, os resultados também apontaram importantes fragilidades no processo de vigilância em saúde do trabalhador. Observou-se que a maioria dos casos notificados não resultou em afastamento do trabalhador de suas atividades laborais. Esse cenário pode indicar que muitos trabalhadores permanecem expostos ao agente causador da doença mesmo após o diagnóstico, o que pode contribuir para a progressão da perda auditiva e para o agravamento do quadro clínico (Hillesheim *et al.*, 2022).

Além disso, verificou-se que uma parcela significativa dos casos não teve emissão da Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT). Conforme Giustina *et al.* (2025), a ausência desse registro pode refletir dificuldades no reconhecimento da doença como agravo relacionado ao trabalho, bem como possíveis barreiras institucionais ou administrativas no processo de notificação. A subnotificação de doenças ocupacionais é um problema amplamente discutido na literatura e pode comprometer a qualidade das informações epidemiológicas, dificultando o planejamento e a implementação de políticas públicas voltadas à prevenção da PAIR.

#### **4.4 Tendência temporal das notificações de PAIR no Brasil**

A análise temporal das notificações de Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR) no período de 2014 a 2024 revelou uma tendência geral de redução das taxas de notificação em nível nacional, com declínio estimado em 8,3% ao ano. Essa redução pode indicar avanços nas políticas de prevenção ocupacional, melhoria no controle do ruído nos ambientes de trabalho e maior adesão às normas regulamentadoras de segurança do trabalho. Conforme Santos *et al* (2026) programas de monitoramento de saúde auditiva, quando aliados a estratégias de educação e conscientização sobre exposição ocupacional ao ruído, contribuem para a diminuição da incidência de casos de PAIR em ambientes industriais e de serviços.

No entanto, a redução não foi homogênea entre as regiões brasileiras. Enquanto o Sudeste apresentou queda consistente nas notificações, o Centro-Oeste demonstrou uma redução inicial seguida de estabilidade, e as demais regiões não apresentaram alterações estatisticamente significativas. Essas diferenças regionais podem refletir desigualdades estruturais na fiscalização, nas condições de trabalho, na adesão às medidas preventivas e na qualidade dos sistemas de notificação. Assim, é possível que a subnotificação ainda seja relevante em algumas regiões, especialmente naquelas com menor cobertura de serviços de saúde ocupacional, o que pode mascarar a real magnitude da PAIR (Athayde *et al.*, 2026).

Além disso, a tendência de queda observada deve ser interpretada com cautela, considerando que fatores como mudanças nos critérios de notificação, variações na conscientização dos trabalhadores e empregadores sobre a obrigatoriedade da notificação e limitações nos sistemas de registro podem influenciar os dados. Apesar da redução aparente, a persistência de casos significativos de PAIR, especialmente entre trabalhadores do sexo masculino e em faixas etárias produtivas, reforça a necessidade de manutenção e fortalecimento das políticas de prevenção, monitoramento contínuo e fiscalização ambiental, garantindo que a redução das notificações reflita, de fato, a diminuição da ocorrência da doença e não apenas falhas na vigilância (Giustina *et al.*, 2025).

Em síntese, a tendência temporal observada evidencia progressos nas ações de prevenção da PAIR no Brasil, sobretudo em algumas regiões, mas também aponta para desafios persistentes relacionados à subnotificação, desigualdade regional e

necessidade de políticas mais uniformes e efetivas para proteger a saúde auditiva do trabalhador.

#### **4.5 Distribuição espacial das notificações de PAIR no Brasil**

A análise espacial das notificações de PAIR relacionadas ao trabalho revelou padrões de distribuição heterogêneos pelo território nacional. A identificação de *hotspots*, por meio do teste Getis-Ord Gi\*, confirmou a presença de áreas com alta incidência de notificações, principalmente no Mato Grosso do Sul e no Rio Grande do Sul, e de *Coldspots*, indicando regiões com baixas taxas de registro.

Esses padrões espaciais podem estar relacionados a diversos fatores, incluindo a concentração industrial, características ocupacionais predominantes, diferenças regionais na fiscalização de normas de segurança e proteção auditiva, e variabilidade na cobertura e qualidade dos serviços de saúde ocupacional. Os municípios com maior atividade industrial ou agropecuária intensiva, por exemplo, tendem a apresentar maior exposição a ruídos ocupacionais, refletindo-se em maior número de casos notificados. Por outro lado, regiões com menor infraestrutura de vigilância em saúde podem apresentar subnotificação, mascarando a real magnitude da PAIR (Pimenta *et al.*, 2023).

A presença de *hotspots* em diferentes regiões também evidencia desigualdades na proteção do trabalhador frente à exposição ao ruído. Mesmo com a implementação de normas regulamentadoras e programas de prevenção, a distribuição desigual das notificações sugere que fatores socioeconômicos, educativos e de acesso a serviços de saúde ocupacional desempenham papel importante na detecção e registro da PAIR. Ademais, a sobreposição de áreas com elevada notificação e áreas de atividade econômica intensa reforça a necessidade de políticas regionais direcionadas, priorizando a prevenção, a fiscalização efetiva e o monitoramento contínuo da saúde auditiva do trabalhador (Silveira *et al.*, 2025).

Sendo assim, a análise espacial corrobora a importância de estratégias de vigilância epidemiológica que considerem não apenas a tendência temporal das notificações, mas também a localização geográfica e a densidade ocupacional dos trabalhadores, permitindo intervenções mais eficazes e direcionadas para redução da PAIR no país.

## **5 CONCLUSÃO**

O presente estudo demonstrou que, entre 2014 e 2024, a Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR) relacionada ao trabalho no Brasil apresentou maior ocorrência entre trabalhadores do sexo masculino, com predominância na faixa etária entre 50 e 64 anos, e escolaridade equivalente ao Ensino Médio completo. Os sintomas mais relatados foram zumbido, cefaleia e tontura, sendo a incapacidade permanente parcial o desfecho mais frequente.

A análise temporal indicou uma tendência nacional de redução nas notificações, principalmente na região Sudeste, enquanto a distribuição espacial evidenciou *hotspots* principalmente no Mato Grosso do Sul e no Rio Grande do Sul, além de áreas com taxas elevadas em outros estados, como São Paulo e Bahia. Esses achados reforçam a importância de políticas de prevenção ocupacional, monitoramento contínuo da saúde auditiva e fiscalização adequada dos ambientes de trabalho.

Apesar dos avanços observados, ainda há desafios significativos relacionados à subnotificação, desigualdade regional e acesso limitado a serviços de saúde ocupacional. Sugere-se que pesquisas futuras investiguem os determinantes socioeconômicos e ambientais da PAIR, assim como o impacto de programas de prevenção auditiva em diferentes setores produtivos. Os estudos longitudinais que integrem dados de exposição ocupacional, características individuais e seguimento clínico poderão fornecer informações mais detalhadas sobre fatores de risco, efetividade de intervenções e estratégias para reduzir a incidência de PAIR no Brasil.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. A. *et al.* Perda auditiva induzida por ruído (PAIR) relacionado ao trabalho: estudo ecológico do Brasil. **ANAIS DO III JORMED**, v. 1, 2024.

ATHAYDE, C. *et al.* Perda auditiva em trabalhadores da indústria têxtil de João Pessoa/PB. **Journal of Medical and Biosciences Research**, v. 3, n. 1, p. 139–144, 2026.

BERETTA, C. A. *et al.* Associação entre exposição ao ruído e diabetes na perda auditiva em trabalhadores de indústrias de açúcar e álcool no estado de São Paulo, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 30, p. e16982023, 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Sistema de Informação de Agravos de Notificação – SINAN**. Brasília: Ministério da Saúde, 2025.

CEMIN, J. *et al.* Conhecimento da nocividade do ruído na saúde auditiva sob a perspectiva dos trabalhadores. **Saúde e Meio Ambiente: Revista Interdisciplinar**, v. 14, p. 95-106, 2025.

EPITÁCIO, J. R. *et al.* O índice de perda auditiva induzida por ruído relacionada ao trabalho em 2023. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, n. 7, p. 1664-1671, 2024.

FREIRE, E. G. *et al.* Características do zumbido em trabalhadores expostos ao ruído ocupacional. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho. São Paulo**. v. 23, n. 3 (2025), e20251466, p. 1-9, 2025.

GIUSTINA, T. S. *et al.* Notificação de perda auditiva induzida por ruído em trabalhadoras: análise de 2007 a 2022. **Audiology-Communication Research**, v. 30, p. e3013, 2025.

HILLESHEIM, D. A. *et al.* Perda auditiva induzida por ruído no Brasil: descrição de 14 anos de notificação. **Audiology-Communication Research**, v. 27, p. e2585, 2022.

LIPPE, M. M. *et al.* Prevenção da perda auditiva induzida por ruído (PAIR): abordagens efetivas na medicina ocupacional. **Journal of Medical and Biosciences Research**, v. 2, n. 1, p. 255-264, 2025.

PIMENTA, D. G. *et al.* Perda auditiva induzida por ruído: perfil epidemiológico do estado de Goiás Hearing loss induced by noise: epidemiological profile of the state of Goiás. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 6, n. 5, p. 24915-24926, 2023.

SANTANA, F. V. Enfrentamento da subnotificação da perda auditiva induzida por ruído relacionada ao trabalho: a experiência de uma oficina educativa em planejamento e programação local em saúde do trabalhador. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 49, p. e5, 2024.

SANTOS, E. K. B. *et al.* Relação entre perda auditiva e sexo em trabalhadores expostos a ruído em João Pessoa/PB. **Journal Archives of Health**, v. 7, n. 1, p. e3673-e3673, 2026.

SEGUNDO F. S. *et al.* Caracterização de Perda Auditiva Induzida por Ruídos relacionados ao trabalho na região Sul do Brasil no período de 2019 a 2023. **Research, Society and Development**, v. 3, p.32. e11714348562-e11714348562, 2025.

SILVEIRA, B. A. *et al.* Perda auditiva induzida por ruído. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 11, n. 12, p. 7411-7418, 2025.