

Fatores associados à incapacidade permanente de indivíduos com perda auditiva induzida por ruído (PAIR) no Brasil de 2015 a 2024

Factors associated with permanent disability in individuals with noise-induced hearing loss (NIHL) in Brazil from 2015 to 2024

Michelle Carvalho Almeida¹, Everton dos Santos Araújo², Francisco Prado Reis³

¹Fonoaudióloga, Mestranda do Programa de Pós-graduação em Saúde e Ambiente, Universidade Tiradentes;

²Biomédico, Mestrando do Programa de Pós-graduação em Saúde e Ambiente, Universidade Tiradentes; ³Médico, Doutor em Ciências Biológicas – Professor Titular, Universidade Tiradentes.

Resumo

Introdução: A perda auditiva induzida por ruído (PAIR) constitui um agravo irreversível associado à exposição prolongada a níveis sonoros nocivos no ambiente de trabalho, comprometendo a saúde, a qualidade de vida e a capacidade laboral. Estima-se que milhões de pessoas sejam afetadas mundialmente, configurando-se como um problema relevante de saúde pública e ocupacional. **Objetivo:** Analisar os fatores associados à incapacidade permanente de pacientes com perda auditiva induzida por ruído no Brasil no período de 2015 a 2024. **Metodologia:** Trata-se de um estudo transversal, descritivo e quantitativo, com dados do Sinan. Foram incluídos casos confirmados de PAIR, excluindo-se registros de cura, incapacidade temporária e óbito. A amostra final foi composta por 5.013 casos. As variáveis independentes incluíram características sociodemográficas, clínicas e laborais. Utilizou-se regressão logística binária com modelo robusto para identificar fatores associados à evolução para incapacidade permanente. **Resultados:** A média de idade dos trabalhadores foi 50,9 anos, com predomínio do sexo masculino (90,6%), raça/cor branca (48,5%) e escolaridade até o ensino fundamental (35,6%). Observou-se elevada prevalência de comorbidades como hipertensão (20%) e diabetes (6,4%). Quanto à exposição, 34,9% relataram ruído contínuo e 43,4% apresentaram zumbido. Aproximadamente 64,7% dos casos evoluíram para incapacidade permanente, com destaque para os estados de Goiás (99,0%) e Rio Grande do Sul (73,7%). A regressão logística demonstrou que o sexo masculino aumentou em mais de duas vezes a chance de incapacidade permanente. Adicionalmente, raça/cor preta apresentou maior risco, enquanto trabalhadores pardos tiveram menor chance em comparação à população branca. **Conclusão:** A PAIR permanece um agravo laboral expressivo no Brasil, sobretudo entre homens de baixa escolaridade expostos a ruídos contínuos. Os achados reforçam a importância de estratégias preventivas e de proteção auditiva no ambiente de trabalho.

Palavras-chave: Incapacidade; Perda Auditiva Provocada por Ruído; Saúde do Trabalhador; Sistemas de Informação em Saúde.

Abstract

Introduction: Noise-induced hearing loss (NIHL) is an irreversible condition associated with prolonged exposure to harmful noise levels in the workplace, impairing health, quality of life, and work capacity. It is estimated that millions of people worldwide are affected, making it a significant public and occupational health problem. **Objective:** to analyse the factors associated with permanent disability in patients with noise-induced hearing loss in Brazil from 2015 to 2024. **Methodology:** a cross-sectional, descriptive, quantitative study using data from the SINAN (National System of Notifiable Diseases). Confirmed cases of NIHL were included, excluding records of cure, temporary disability, and death. The final sample consisted of 5,013 cases. Independent variables included sociodemographic, clinical, and occupational characteristics. A robust binary logistic regression model was applied to identify factors associated with progression to permanent disability. **Results:** the mean age of the workers was 50.9 years, with a predominance of males (90.6%), white race/colour (48.5%), and education up to elementary school (35.6%). A high prevalence of comorbidities such as hypertension (20%) and diabetes (6.4%) was observed. Regarding exposure, 34.9% reported continuous noise exposure, and 43.4% reported tinnitus. Approximately 64.7% of cases progressed to permanent disability, with the states of Goiás (99.0%) and Rio Grande do Sul (73.7%) standing out. Logistic regression demonstrated that males more than doubled the chance of permanent disability. Additionally, the black race/colour presented a higher risk, while mixed-race workers had a lower chance compared to the white population. **Conclusion:** Noise-induced hearing loss remains a significant occupational hazard in Brazil, especially among men with low levels of education exposed to continuous noise. The findings reinforce the importance of preventive strategies and workplace hearing protection.

Keywords: Disability; Noise-Induced Hearing Loss; Occupational Health; Health Information Systems.

INTRODUÇÃO

A capacidade auditiva é essencial para a realização de atividades laborais, sendo fundamental para a preservação da saúde, do bem-estar e da produtividade dos trabalhadores¹. A Organização Mundial da Saúde

Correspondente/ Corresponding: Michelle Carvalho Almeida – Endereço: Rua José Deodoro dos Santos; Luzia – Aracaju-SE – E-mail: michelle.carvalho25@yahoo.com.br

(OMS) recomenda uma faixa de conforto acústico de 0 a 50 decibéis (dB), alertando que exposições entre 50 e 70 dB podem causar desconforto e irritabilidade, sons acima de 70 dB podem provocar perda auditiva, ansiedade e insônia, e intensidades próximas de 120 dB devem ser evitadas, por acarretarem sérios danos auditivos e dor física².

A perda auditiva pode decorrer de fatores infecciosos, como meningite e rubéola na infância, ou da exposição contínua a ruídos ocupacionais. A perda auditiva induzida por ruído (PAIR) é uma condição neurossensorial irreversível causada por danos nas células ciliadas sensoriais, resultantes da exposição prolongada a níveis elevados de ruído no ambiente laboral³. No Brasil, os limites de exposição ocupacional são regulamentados pela Norma Regulamentadora 15 (NR-15), que estabelece limites diários de acordo com o tempo de exposição do trabalhador⁴.

O desenvolvimento da PAIR é multifatorial, influenciado por fatores individuais, sociais e laborais, incluindo idade, tempo e tipo de exposição, ocupação e condições de trabalho, como repetitividade, ventilação inadequada e uso incorreto de equipamentos de proteção individual (EPIs)^{4,1}. A PAIR frequentemente leva a desfechos incapacitantes temporários ou permanentes, prejudicando a comunicação e a realização das funções laborais⁵.

Globalmente, aproximadamente 466 milhões de pessoas apresentam algum grau de perda auditiva, com projeções de 630 milhões em 2030 e 900 milhões em 2050, na ausência de estratégias preventiva⁶. No Brasil, foram notificados 7.819 casos de PAIR entre 2006 e 2019, sendo a região Sudeste a mais afetada, enquanto outras regiões apresentaram menor número de registros, evidenciando desigualdades na vigilância em saúde do trabalhador^{7,8}. Diante disso, este estudo visa analisar os fatores associados à incapacidade permanente decorrente da PAIR no Brasil entre 2015 e 2024.

MÉTODOS

2.1 Delineamento

Trata-se de um estudo transversal, descritivo e de abordagem quantitativa. Esse estudo seguiu as diretrizes do Reporting of studies Conducted using Observational Routinely-collected health Data (RECORD)⁹.

2.2 Contexto

Foram utilizados dados sobre a PAIR no Brasil no período de janeiro de 2015 a dezembro de 2024. Esse

período é justificado pela maior completude de dados para alcance dos objetivos.

2.3 Participantes

Foram estudados todos os casos confirmados da PAIR no país. Foram considerados todos os casos de PAIR que apresentaram na variável “evolução” os desfechos de “incapacidade permanente parcial”, “incapacidade permanente total” e “outros”. Portanto, foram excluídas todas as notificações cuja evolução foi cura (n=77), cura não confirmada (n=216) e incapacidade temporária (n=237), óbito por PAIR (n=1) e ignorado/branco (n=1.716) resultando em um total de 1.796 registros excluídos da população final.

2.4 Variáveis

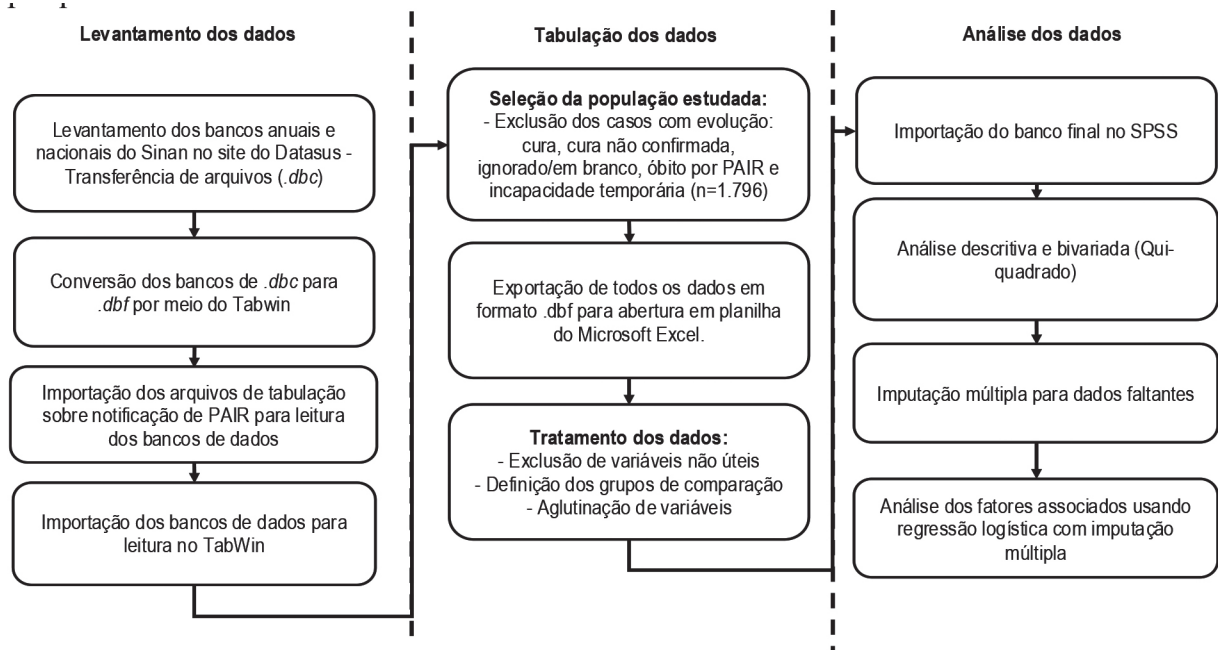
Foram selecionadas as seguintes variáveis presentes na ficha de notificação da PAIR: idade, sexo, ano de notificação, raça/cor da pele, escolaridade, hipertensão, tuberculose, diabetes, asma, hanseníase, transtorno mental, regime de tratamento, tipo de ruído predominante, exposição concomitante solvente, exposição concomitante a gases tóxicos, exposição concomitante metais pesados, exposição concomitante a medicamentos ototóxicos, zumbido, cefaleia, tontura, dificuldade para compreensão da fala, evolução do caso, empresa terceirizada, tempo de exposição, tempo de ocupação, houve afastamento do trabalho para tratamento, houve outros trabalhadores com a mesma doença, afastamento do agente de risco com mudança de função, adoção de proteção individual, adoção de mudança na organização do trabalho, nenhuma conduta realizada, afastamento do local de trabalho, comunicação de acidente de trabalho.

Foi considerado como variável dependente a evolução do caso e as demais variáveis como independentes. A variável escolaridade foi agrupada em “até ensino fundamental”, “ensino médio” e “ensino superior” para facilitar a compreensão. O tempo de ocupação e exposição foram padronizados para uma única unidade de medida (ano).

2.5 Fonte de dados

Todos os dados foram extraídos do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan) disponibilizados pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (Datasus) via TabWin. Todos os dados foram acessados em junho de 2025 da seguinte forma (Figura 1):

Figura 1 – Fluxograma do levantamento, organização, tratamento e análise dos dados da pesquisa.



2.6 Viés

Diante da existência de dados ausentes e com o objetivo de aprimorar a qualidade da regressão logística, optou-se pela aplicação da imputação múltipla, considerando que as perdas observadas seguem um padrão aleatório (missing at random), o que é frequentemente observado em pesquisas desse tipo¹⁰. Para isso, foram utilizadas todas as variáveis disponíveis no banco de dados, adotando-se o método de correspondência por média preditiva (predictive mean matching). A estratégia envolveu a geração de cinco conjuntos imputados, a fim de aumentar a precisão das estimativas e o poder analítico do modelo¹¹. A utilização da categoria “outra” como grupo de comparação pode introduzir viés, uma vez que reúne desfechos heterogêneos e não especificados. Contudo, diante da baixa frequência das demais categorias, essa foi a alternativa metodologicamente mais viável para garantir robustez nas análises.

2.7 Análise dos dados

As variáveis categóricas foram reportadas em frequência absoluta e relativa, enquanto as discretas em formato de média e desvio padrão (DP).

Qui-quadrado

A associação entre a evolução e as variáveis independentes foram testadas pelo Qui-quadrado. Foi adotado como tamanho de efeito o V de Cramer para cruzamentos Nx2 e o Phi para cruzamentos 2x2. A interpretação do tamanho de efeito seguiu os pontos de corte: >0,25 muito forte, >0,15 forte, >0,10 moderado, >0,05 fraco e >0 sem força ou muito fraco¹².

Regressão logística

Foi utilizada regressão logística binária por meio do método dos Modelos Lineares Generalizados (GLM) com estimativa robusta da matriz de covariância, visando identificar os fatores associados à incapacidade permanente por PAIR. A escolha pelo modelo robusto deve-se ao fato de os dados não atenderem aos pressupostos clássicos de normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias (heterocedasticidade), condições que podem comprometer a precisão das estimativas em modelos convencionais. O uso do GLM robusto permite minimizar esses efeitos, fornecendo coeficientes mais estáveis mesmo quando os dados apresentam assimetria ou variâncias não homogêneas, sendo uma abordagem recomendada para análises com bases complexas^{13,14}.

A variável dependente foi “Evolução do caso”, recodificada para análise em dois grupos: “Incapacidade permanente” e “Outras” (categoria de referência). As variáveis independentes originais com mais de duas categorias (politômicas) foram transformadas em variáveis dicotômicas (dummies) para inclusão no modelo, destacando-se: raça/cor, escolaridade e tipo de ruído.

O método de entrada das variáveis foi do tipo enter, ou seja, todas as variáveis selecionadas foram inseridas simultaneamente no modelo inicial. Em seguida, procedeu-se à comparação de modelos, retirando-se manualmente variáveis não significativas, com base em três critérios: significância estatística, número de preditores relevantes e nível de ajuste do modelo. O ajuste foi avaliado pelo Critério de Informação Bayesiano (BIC), no qual valores menores indicam melhor desempenho. Como o software utilizado (SPSS, versão 25) não fornece indicadores de ajuste diretamente para modelos agrupa-

dos (pooled) com dados imputados, adotou-se a média dos valores de BIC obtidos nos cinco bancos imputados como referência comparativa.

Para evitar distorções decorrentes de categorias com baixa frequência, algumas variáveis foram recategorizadas. No caso de raça/cor, devido ao pequeno número de registros para as categorias “amarela” e “indígena”, estas foram agrupadas à categoria “branca”, garantindo maior estabilidade estatística. Os resultados foram expressos como razões de chances (odds ratios, OR) acompanhadas de seus respectivos intervalos de confiança de 95% (IC95%). Todas as análises foram processadas no software SPSS, versão 25.

2.8 Considerações éticas

Os dados que serão utilizados no presente estudo são de acesso aberto, livre e sem identificação pessoal dos indivíduos, o que dispensa aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa, isso está respaldado pela Lei 14.874 de 28 de maio de 202415.

RESULTADOS

No Brasil, no período analisado foram notificados 7.262 casos de PAIR. Após o tratamento dos dados, a população final foi de 5.013 casos. A média de idade foi 50,91 anos (DP: 12,74), o tempo médio de exposição foi 29,44 anos (DP: 28,41) e de ocupação foi de 28,67 anos (DP: 27,65).

Os resultados mostraram que 90,6% foram trabalhadores do sexo masculino, predominantes da raça/cor branca e que possuem escolaridade até o ensino fundamental, 35,6% (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores absolutos (N) e relativos (%) das características sociodemográficas dos casos de PAIR no Brasil, 2015-2024.

Características	N	%
Sexo		
Masculino	4,544	90,6
Feminino	469	9,4
Raça/cor		
Branca	2,432	48,5
Preta	289	5,8
Amarela	33	0,7
Parda	1,263	25,2
Indígena	10	0,2
Em branco	126	2,5
Ignorado	860	17,2
Escolaridade		
Até o ensino fundamental	1,786	35,6
Ensino médio	982	19,6
Ensino superior	259	5,2
Em branco	349	7,0
Ignorado	1,637	32,7

Fonte: Autoria própria (2025)

Os resultados sobre as características sociodemográficas dos casos de PAIR no Brasil mostraram a presença de hipertensão cerca de 20%, tuberculose 0,3%, diabetes 6,4%, asma 1%, hanseníase 0,2%, transtorno mental 1,5%. Trabalhadores que faziam parte de empresas não terceirizadas com predominância para o regime de tratamento ambulatorial foram 79,6%. Trabalhadores expostos concomitantes a solventes apresentaram 8,9%, gases tóxicos 6,5%, metais pesados 5,4%, medicamentos ototóxicos apresentam cerca de 1,4%. A presença da exposição a ruídos contínuos apresentou cerca de 34,9%, havendo também trabalhadores que apresentam a mesma doença que apresentaram 26,2%. Presença de zumbidos cerca de 43,4%, cefaléia 14,4%, tontura 17,2%, dificuldade para compreensão da fala 40,8%. Cerca de 64,9% dos trabalhadores apresentaram evolução do caso para incapacidade permanente (Tabela 2).

Tabela 2 – Valores absolutos (N) e relativos (%) das características clínicas dos casos de PAIR no Brasil, 2015-2024

Características	N	%
Hipertensão		
Sim	1,004	20,0
Não	2,842	56,7
Em branco	567	11,3
Ignorado	600	12,0
Tuberculose		
Sim	14	0,3
Não	3,599	71,8
Em branco	592	11,8
Ignorado	808	16,1
Diabetes		
Sim	322	6,4
Não	3,490	69,6
Em branco	579	11,5
Ignorado	622	12,4
Asma		
Sim	49	1,0
Não	3,491	69,6
Em branco	658	13,1
Ignorado	815	16,3
Hanseníase		
Sim	10	0,2
Não	3,600	71,8
Em branco	590	11,8
Ignorado	813	16,2
Transtorno mental		
Sim	73	1,5
Não	3,512	70,1
Em branco	600	12,0
Ignorado	828	16,5
Regime de tratamento		
Hospitalar	48	1,0
Ambulatorial	3,990	79,6
Em branco	975	19,4
Tipo de ruído predominante		
Ruído contínuo	1,748	34,9

Fatores associados à incapacidade permanente de indivíduos com perda auditiva induzida por ruído (pair) no Brasil de 2015 a 2024

Características	N	%
Ruído intermitente	1,423	28,4
Ambos	1,228	24,5
Em branco	257	5,1
Ignorado	357	7,1
Exposição concomitante solvente		
Sim	448	8,9
Não	3,297	65,8
Em branco	598	11,9
Ignorado	670	13,4
Exposição concomitante a gases tóxicos		
Sim	325	6,5
Não	3,403	67,9
Em branco	613	12,2
Ignorado	672	13,4
Exposição concomitante metais pesados		
Sim	271	5,4
Não	3,413	68,1
Em branco	625	12,5
Ignorado	704	14,0
Exposição concomitante a medicamentos ototóxicos		
Sim	71	1,4
Não	3,597	71,8
Em branco	647	12,9
Ignorado	698	13,9
Zumbido		
Sim	2,177	43,4
Não	2,052	40,9
Em branco	482	9,6
Ignorado	302	6,0
Cefaleia		
Sim	721	14,4
Não	3,302	65,9
Em branco	543	10,8
Ignorado	447	8,9
Tontura		
Sim	861	17,2
Não	3,270	65,2
Em branco	528	10,5
Ignorado	354	7,1
Dificuldade para compreensão da fala		
Sim	2,046	40,8
Não	2,118	42,3
Em branco	526	10,5
Ignorado	323	6,4
Evolução do caso		
Incapacidade permanente	3,244	64,7
Outras	1,769	35,3

Fonte: Autoria própria (2025)

Os resultados da prevalência das evoluções da PAIR nos estados do Brasil, mostraram que na região Norte a maior prevalência aconteceu no estado do Tocantins com 6 notificações com evolução para incapacidade permanente. Na região Nordeste destaca-se o estado da Bahia com cerca de 39 notificações de PAIR, apresentando 79,6% de incapacidade permanente, na região

Sudeste temos São Paulo com 634 notificações o que causa 40,8% de incapacidade permanente. Na região Sul, temos o destaque para o estado do Rio Grande do Sul que apresentou 554 notificações, com 73,7% que evoluíram para incapacidade permanente e na região Centro-Oeste destaca-se o estado de Goiás com 782 casos e 99,0 % de incapacidade permanente (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores absolutos (N) e relativos (%) da prevalência das evoluções da PAIR nos estados do Brasil, 2015-2024

Características	Incapacidade permanente		Outras		Total
	N	%	N	%	
Norte					
Rondônia	4	100,0	0	0,0	4
Amazonas	1	50,0	1	50,0	2
Pará	4	100,0	0	0,0	4
Tocantins	6	100,0	0	0,0	6
Nordeste					
Maranhão	29	96,7	1	3,3	30
Ceará	23	95,8	1	4,2	24
Rio Grande do Norte	6	75,0	2	25,0	8
Paraíba	1	10,0	9	90,0	10
Pernambuco	1	33,3	2	66,7	3
Alagoas	25	47,2	28	52,8	53
Sergipe	3	11,5	23	88,5	26
Bahia	39	79,6	10	20,4	49
Sudeste					
Minas Gerais	326	72,4	124	27,6	450
Rio de Janeiro	166	72,8	62	27,2	228
São Paulo	634	40,8	921	59,2	1.555
Sul					
Paraná	121	82,3	26	17,7	147
Santa Catarina	152	96,8	5	3,2	157
Rio Grande do Sul	554	73,7	198	26,3	752
Centro-oeste					
Mato Grosso do Sul	357	98,3	6	1,7	363
Goiás	782	99,0	8	1,0	790
Distrito Federal	10	2,8	342	97,2	352
Brasil	3.244	64,7	1.769	35,3	5.013

Fonte: Autoria própria (2025)

Os valores sobre as características laborais dos casos de PAIR mostram que cerca de 4,5 de trabalhadores faziam parte de empresas terceirizadas, 2,3% de trabalhadores foram afastados para tratamento, 3,2% foram afastados do agente de risco com mudança de função, adoção de mudança na organização do trabalho 7,0%. Trabalhadores adotaram o uso de equipamentos de proteção individual cerca de 8,9%, necessitaram afastamento do trabalho cerca de 3,1%, 9,9% realizaram a comunicação de acidente de trabalho. Cerca de 12,7% não realizaram conduta nas empresas (Tabela 4).

Tabela 4 – Valores absolutos (N) e relativos (%) das características laborais dos casos de PAIR no Brasil, 2015-2024.

Características	N	%
Empresa terceirizada		
Sim	227	4,5
Não	2,874	57,3
Em branco	1,195	23,8
Ignorado	717	14,3
Houve afastamento do trabalho para tratamento		
Sim	113	2,3
Não	3,359	67,0
Em branco	936	18,7
Ignorado	605	12,1
Houve outros trabalhadores com a mesma doença		
Sim	1,313	26,2
Não	605	12,1
Em branco	1,024	20,4
Ignorado	2,071	41,3
Afastamento do agente de risco com mudança de função		
Sim	160	3,2
Não	3,532	70,5
Em branco	1,321	26,4
Adoção de proteção individual		
Sim	2,435	48,6
Não	1,625	32,4
Em branco	953	19,0
Adoção de mudança na organização do trabalho		
Sim	350	7,0
Não	3,350	66,8
Em branco	1,313	26,2
Nenhuma conduta realizada		
Sim	639	12,7
Não	2,636	52,6
Em branco	1,738	34,7
Adoção de proteção individual		
Sim	447	8,9
Não	3,276	65,4
Em branco	1,290	25,7
Afastamento do local de trabalho		
Sim	156	3,1
Não	3,528	70,4
Em branco	1,329	26,5
Comunicação de acidente de trabalho		
Sim	497	9,9
Não	2,542	50,7
Em branco	252	5,0
Ignorado	1,722	34,4

Fonte: Autoria própria (2025)

Os resultados mostram que os trabalhadores do sexo masculino apresentam maior evolução quando comparados com ao sexo feminino. A raça/cor branca apresenta maior predominância em relação a preta, parda e indígena. Quanto a escolaridade, os trabalhadores que apresentam até o ensino fundamental apresentam maior predominância quando comparados ao ensino médio e superior. Trabalhadores de empresas não ter-

ceirizadas que trabalham em ambientes hospitalares possuem maior predominância do que trabalhadores que atuam nas empresas terceirizadas. Pessoas portadoras de hipertensão, diabetes, tuberculose, apresentam predominância do que as pessoas que não são portadores desses distúrbios. Em relação a exposição a ruídos contínuos, houve maior predominância, e o uso de equipamentos de proteção individual apresentam menos casos de evolução que geram incapacidade auditiva permanente (Tabela 5).

Tabela 5 – Cruzamento e associação entre as características sociodemográficas, clínicas e laborais dos casos de PAIR com a evolução do caso, Brasil, 2015-2024.

Características	Evolução do caso		Phi/ Vcramer	p-valor
	Incapacidade	Outras		
Sexo				
Masculino	3.014 (60,1)	1.530 (30,5)	0,105	<0,001
Feminino	230 (4,6)	239 (4,8)		
Raça/cor				
Branca	1.536 (38,1)	896 (22,2)	0,096	<0,001
Preta	197 (4,9)	92 (2,3)		
Amarela	25 (0,6)	8 (0,2)		
Parda	917 (22,8)	346 (8,6)		
Indígena	9 (0,2)	1 (0,0)		
Escolaridade				
Até o ensino fundamental	1.406 (46,4)	380 (12,6)	0,262	<0,001
Ensino médio	651 (21,5)	331 (10,9)		
Ensino superior	96 (3,2)	163 (5,4)		
Empresa terceirizada				
Sim	168 (5,4)	59 (1,9)	0,053	0,004
Não	1.848 (59,6)	1.026 (33,1)		
Hipertensão				
Sim	698 (18,1)	306 (8,0)	0,029	0,072
Não	1.887 (49,1)	955 (24,8)		
Tuberculose				
Sim	13 (0,4)	1 (0,0)	0,031	0,078
Não	2.519 (69,7)	1.080 (29,9)		
Diabetes				
Sim	218 (5,7)	104 (2,7)	0,004	0,805
Não	2.337 (61,3)	1.153 (30,2)		
Asma				
Sim	29 (0,8)	20 (0,6)	0,028	0,116
Não	2.446 (69,1)	1.045 (29,5)		
Hanseníase				
Sim	9 (0,2)	1 (0,0)	0,023	0,299
Não	2.525 (69,9)	1.075 (29,8)		
Transtorno mental				
Sim	55 (1,5)	18 (0,5)	0,016	0,368
Não	2.467 (68,8)	1.045 (29,1)		
Regime de tratamento				
Hospitalar	31 (0,8)	17 (0,4)	0,016	0,336
Ambulatorial	2.845 (70,5)	1.145 (28,4)		
Tipo de ruído predominante				
Ruído contínuo	1.055 (24,0)	693 (15,8)	0,099	<0,001
Ruído intermitente	870 (19,8)	553 (12,6)		
Ambos	875 (19,9)	353 (8,0)		

Fatores associados à incapacidade permanente de indivíduos com perda auditiva induzida por ruído (pair) no Brasil de 2015 a 2024

Características	Evolução do caso		Phi/ Vcramer	p-valor	Características	Evolução do caso		Phi/ Vcramer	p-valor
	Incapacidade	Outras				Incapacidade	Outras		
Exposição concomitante solvente					Afastamento do agente de risco com mudança de função				
Sim	330 (8,8)	118 (3,2)	0,066	<0,001	Sim	105 (2,8)	55 (1,5)	0,005	0,797
Não	2.111 (56,4)	1.186 (31,7)			Não	2.359 (63,9)	1.173 (31,8)		
Exposição concomitante a gases tóxicos					Adoção de proteção individual				
Sim	227 (6,1)	98 (2,6)	0,032	0,059	Sim	1.516 (37,3)	919 (22,6)	0,031	0,046
Não	2.195 (58,9)	1.208 (32,4)			Não	1.062 (26,2)	563 (13,9)		
Exposição concomitante metais pesados					Adoção de mudança na organização do trabalho				
Sim	172 (4,7)	99 (2,7)	0,008	0,644	Sim	287 (7,8)	63 (1,7)	0,105	<0,001
Não	2.214 (60,1)	1.199 (32,5)			Não	2.182 (59,0)	1.168 (31,6)		
Exposição concomitante a medicamentos ototóxicos					Nenhuma conduta realizada				
Sim	43 (1,2)	28 (0,8)	0,013	0,452	Sim	448 (13,7)	191 (5,8)	0,067	<0,001
Não	2.341 (63,8)	1.256 (34,2)			Não	1.635 (49,9)	1.001 (30,6)		
Zumbido					Adoção de proteção individual				
Sim	1.402 (33,2)	775 (18,3)	0,035	0,025	Sim	311 (8,4)	136 (3,7)	0,027	0,110
Não	1.389 (32,8)	663 (15,7)			Não	2.152 (57,8)	1.124 (30,2)		
Cefaleia					Afastamento do local de trabalho				
Sim	435 (10,8)	286 (7,1)	0,049	0,002	Sim	101 (2,7)	55 (1,5)	0,008	0,665
Não	2.194 (54,5)	1.108 (27,5)			Não	2.354 (63,9)	1.174 (31,9)		
Tontura					Comunicação de acidente de trabalho				
Sim	532 (12,9)	329 (8,0)	0,045	0,004	Sim	328 (10,8)	169 (5,6)	0,048	0,008
Não	2.194 (53,1)	1.076 (26,0)			Não	1.828 (60,2)	714 (23,5)		
Dificuldade para compreensão da fala					<i>Nota: Tamanho de efeito: V de Cramer em tabelas Nx2 e Phi em tabelas 2x2</i>				
Sim	1.386 (33,3)	660 (15,9)	0,033	0,033	Fonte: Autoria própria (2025)				
Não	1.368 (32,9)	750 (18,0)			A tabela 6 apresenta o fluxo de modelos de regressão logística testados. Após a inserção de todas as variáveis independentes, foram testados quatro modelos subsequentes. Foi definido o quinto modelo como modelo final, pelo menor valor de BIC apresentado.				
Houve afastamento do trabalho para tratamento									
Sim	99 (2,9)	14 (0,4)	0,087	<0,001					
Não	2.153 (62,0)	1.206 (34,7)							
Houve outros trabalhadores com a mesma doença									
Sim	890 (46,4)	423 (22,1)	0,135	<0,001					
Não	489 (25,5)	116 (6,0)							

Tabela 6 – Comparativo de modelos de regressão logística binária.

Modelo	Variáveis removidas	Preditores significativos (p<0,05)	Motivo	BIC médio (DP)	p-valor
1	Nenhuma	13	—	6.362,40 (64,27)	<0,001
2	Diabetes, afastamento do agente, afastamento do local de trabalho e regime	12	p-valor >0,9	6.333,01 (63,65)	<0,001
3	Tuberculose e Exposição concomitante a medicamentos	13	Erro no resultado da OR	6.326,13 (74,53)	<0,001
4	Empresa terceirizada	13	Amplitude alta do IC95%	6.323,52 (76,05)	<0,001
5*	Tempo de contribuição e tempo de ocupação	12	OR = 1,00	6.239,24 (68,48)	<0,001

Nota: BIC: Critério de Informação Bayesiano médio das 5 imputações; DP: Desvio padrão; * Modelo final selecionado; OR: Odds ratio.

Fonte: Autoria própria (2025)

Foi observado que a cada aumento em um ano na idade a chance de incapacidade permanente reduz em 1%. Ser do sexo masculino aumenta a chance de incapacidade permanente por PAIR em 2,16 vezes. Pessoas de raça cor preta apresentaram 28% mais chances de adquirir incapacidade permanente, enquanto pardas possuem 20% menos chances. Trabalhadores expostos concomitantemente ao ruído e solventes apresentaram 44% mais chances de adquirir incapacidade permanente

quando comparados aos trabalhadores que não foram expostos. Indivíduos que foram afastados do local de trabalho apresentaram 3 vezes mais chances de evoluir para incapacidade permanente, enquanto a presença de outros trabalhadores que apresentam a mesma doença a chance de incapacidade é 25% menor. Mudanças adotadas na organização do trabalho reduzem em 20% as chances de apresentar incapacidade permanente (Tabela 7).

Tabela 7 – Razão de chances (odds ratio, OR) ajustadas e intervalos de confiança (IC95%) dos fatores associados a incapacidade permanente por PAIR no Brasil, 2015-2024.

Características	OR (IC95%)	p-valor
Idade (em anos)	0,99 (0,98; 1,00)	0,010
Sexo		
Masculino	2,16 (1,70; 2,74)	<0,001
Feminino	1,00	
Raça/cor		
Preta	1,28 (1,03; 1,58)	0,027
Parda	0,80 (0,65; 0,99)	0,039
Branca/amarela/indígena	1,00	
Escolaridade		
Até o ensino fundamental	0,54 (0,32; 0,91)	0,029
Ensino médio	1,01 (0,60; 1,69)	0,979
Ensino superior	1,00	
Hipertensão		
Sim	1,20 (0,92; 1,57)	0,157
Não	1,00	
Asma		
Sim	0,85 (0,53; 1,37)	0,482
Não	1,00	
Hanseníase		
Sim	0,55 (0,27; 1,13)	0,087
Não	1,00	
Transtorno mental		
Sim	1,19 (0,70; 2,02)	0,495
Não	1,00	
Tipo de ruído predominante		
Ruído contínuo	1,49 (1,09; 2,02)	0,018
Ruído intermitente	1,41 (1,06; 1,90)	0,024
Ambos	1,00	
Exposição concomitante solvente		
Sim	1,44 (1,11; 1,89)	0,009
Não	1,00	
Exposição concomitante a gases tóxicos		
Sim	1,10 (0,87; 1,40)	0,410
Não	1,00	
Exposição concomitante metais pesados		
Sim	0,90 (0,70; 1,16)	0,434
Não	1,00	
Zumbido		
Sim	0,90 (0,74; 1,09)	0,254
Não	1,00	
Cefaleia		
Sim	0,80 (0,63; 1,03)	0,075
Não	1,00	
Tontura		
Sim	0,87 (0,73; 1,05)	0,141
Não	1,00	
Dificuldade para compreensão da fala		
Sim	1,09 (0,91; 1,31)	0,321
Não	1,00	
Houve afastamento do trabalho para tratamento		
Sim	3,19 (1,68; 6,05)	0,001
Não	1,00	

Características	OR (IC95%)	p-valor
Houve outros trabalhadores com a mesma doença		
Sim	0,75 (0,59; 0,95)	0,022
Não	1,00	
Adoção de mudança na organização do trabalho		
Sim	2,01 (1,52; 2,65)	<0,001
Não	1,00	
Nenhuma conduta realizada		
Sim	1,35 (1,08; 1,69)	0,009
Não	1,00	
Adoção de proteção individual		
Sim	0,94 (0,79; 1,13)	0,528
Não	1,00	
Comunicação de acidente de trabalho		
Sim	0,87 (0,63; 1,21)	0,383
Não	1,00	

Nota: 1,00: Categoria de referência

Fonte: Autoria própria (2025)

DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo revelam que a perda auditiva induzida por ruído (PAIR) no Brasil acomete predominantemente trabalhadores do sexo masculino, com idade média em torno da meia-idade e longo tempo de exposição ocupacional. Observou-se maior ocorrência entre indivíduos de menor escolaridade, majoritariamente da raça/cor branca, e inseridos em empresas não terceirizadas. A presença de comorbidades, como hipertensão e diabetes, foi relativamente frequente, assim como sintomas auditivos e vestibulares, destacando-se o zumbido e a dificuldade de compreensão da fala. A evolução para incapacidade permanente mostrou-se expressiva em diversas regiões do país, especialmente em estados com maior número de notificações. Além disso, variáveis laborais e exposições concomitantes a agentes químicos potencializaram o risco de agravamento, enquanto medidas preventivas e organizacionais se associaram a menores chances de incapacidade auditiva.

A população masculina é mais afetada pela perda auditiva ocupacional em comparação à feminina. Essa diferença ocorre porque os trabalhadores do sexo masculino tendem a ingressar mais cedo no mercado de trabalho, permanecem por mais tempo expostos a ambientes ruidosos e mantêm maior estabilidade em ocupações que apresentam fatores de risco para perda auditiva¹⁶. A distribuição heterogênea entre os gêneros nos setores produtivos também contribui para essa prevalência, visto que os homens estão mais frequentemente inseridos na construção civil, na indústria de transformação e no setor extrativista, atividades caracterizadas por elevados níveis de ruído prejudiciais à saúde¹⁷.

Além disso, aspectos relacionados à inserção masculina no trabalho incluem maior ocupação de cargos de liderança e setores técnicos, influenciados por este-

reótipos de gênero. Essas especificidades contribuem para escolhas profissionais em áreas onde a exposição a substâncias tóxicas e riscos físicos é mais frequente, elevando a vulnerabilidade à perda auditiva¹⁸. Diante desse cenário, torna-se fundamental a implementação de medidas preventivas para reduzir a incapacidade auditiva nos ambientes de trabalho. Entre as ações recomendadas, destacam-se: a instalação de máquinas, ferramentas e equipamentos com menores níveis de ruído possíveis; a utilização de barreiras acústicas e cortinas abafadoras; a promoção de campanhas que incentivem a adesão ao uso de equipamentos de proteção individual; a divulgação de orientações sobre limites seguros de tempo de exposição ao ruído; e a criação de espaços silenciosos destinados ao descanso dos trabalhadores antes do retorno às atividades laborais.

No que se refere à idade, observa-se que o envelhecimento exerce efeito aditivo sobre a perda auditiva ocupacional. Um estudo sobre o perfil das notificações de agravos auditivos em trabalhadores brasileiros demonstrou que, quanto mais avançada a idade, mais intensa tende a ser a perda auditiva relacionada ao ruído. As faixas etárias de maior risco situam-se entre 30–44 anos e 45–59 anos¹⁶. De modo semelhante, estudo realizado na Austrália sobre exposição ocupacional ao ruído e perda auditiva relacionada à idade identificou maior proporção de casos entre 40 a 49 anos e 50 a 59 anos, sugerindo associação entre idade e PAIR¹⁹. A ausência de uso adequado de equipamentos de proteção individual (EPIs) intensifica esse risco²⁰.

Quanto à escolaridade e à renda familiar, observa-se um padrão inverso: há redução gradual da prevalência de incapacidade funcional auditiva à medida que aumentam esses indicadores socioeconômicos²¹. A modernização das atividades laborais também eleva as exigências cognitivas, o que associa baixo nível de escolaridade a ocupações mais precárias²². Evidências da China reforçam essa relação: trabalhadores com menor status socioeconômico, seja pelo nível educacional ou pela ocupação, apresentam maior risco de perda auditiva, tanto em áreas urbanas quanto rurais²³. Isso se explica pelo fato de muitos indivíduos provenientes de classes sociais menos favorecidas ingressarem precocemente no mercado de trabalho para auxiliar no sustento familiar, ampliando o tempo de exposição a fatores de risco. A exposição prolongada a ruídos, aliada à negligência no uso de equipamentos de proteção auditiva e à ausência de programas de monitoramento da saúde auditiva, agrava a evolução da PAIR²⁴. Diante disso, torna-se essencial capacitar os trabalhadores para o uso correto dos EPIs, medida que possibilita reduzir os riscos de incapacidade auditiva permanente.

A prevalência de indivíduos com perda auditiva associada a pelo menos uma doença metabólica confirma os achados do presente estudo, que evidenciam a relação entre Diabetes Mellitus, hipertensão e dislipidemias, sobretudo quando essas condições ocorrem de forma

concomitante. Essa combinação pode caracterizar a síndrome metabólica e, conseqüentemente, aumentar o risco de alterações auditivas²⁵. Em estudo realizado com 60 professores expostos a altos níveis de ruído, no norte do Paraná, entre setembro de 2015 e junho de 2017, verificou-se que 29,4% dos participantes portadores de Diabetes Mellitus apresentaram perda auditiva²⁶. Esse achado sugere que a perda auditiva pode estar associada ao desgaste excessivo das funções psicofisiológicas, comprometendo a saúde dos indivíduos com diabetes.

Outro fator associado à PAIR é a hipertensão, que ocasiona disfunção e morte das células ciliadas da cóclea²⁷. Durante a exposição prolongada dos trabalhadores a ruídos intensos, foram observados sintomas como estresse, cefaleia, zumbido, irritabilidade, tontura, distúrbios gástricos, perturbação do sono e redução da capacidade de concentração. À medida que a PAIR progride, os profissionais tendem a relatar dificuldades na compreensão da fala, especialmente em ambientes ruidosos²⁸. Adicionalmente, os riscos ocupacionais decorrentes das funções laborais, seja pelo uso de maquinário ou pela exposição a agentes nocivos, afetam a saúde dos trabalhadores, podendo gerar desde desconfortos musculares até doenças graves, como insuficiência respiratória. Entre os agravos mais relevantes da exposição prolongada a ruídos e solventes destaca-se a perda auditiva induzida por ruído²⁹.

Uma das principais causas associadas à ocorrência da PAIR refere-se à falta de conhecimento sobre os equipamentos de proteção individual (EPIs), bem como ao não fornecimento ou à utilização inadequada desses dispositivos, identificados como fatores causais frequentes³⁰. A conscientização e o uso correto dos EPIs, aliados a uma gestão eficiente de saúde e segurança no trabalho, constituem elementos determinantes para a prevenção da perda auditiva ocupacional. Tais medidas promovem não apenas a proteção dos trabalhadores, mas também o aumento da produtividade e a redução dos custos decorrentes de acidentes e afastamentos laborais.

Estudos indicam que, na maioria dos casos, a Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT) não é emitida, embora sua emissão seja prevista em lei e constitua a formalização do acidente junto ao Instituto Nacional de Seguridade Social (INSS). Esse registro garante ao trabalhador o reconhecimento de seus direitos para fins de seguro acidentário. A ausência da emissão do documento gera implicações tanto para o empregado, que fica impedido de receber benefícios e verbas de natureza trabalhista, quanto para o empregador, que se expõe a multas e ao aumento do valor do Seguro de Acidente de Trabalho (SAT)³¹. Além disso, a subnotificação compromete a compreensão da real magnitude do problema, dificultando a formulação e implementação de políticas públicas voltadas à saúde e segurança do trabalhador⁷.

De acordo com a Organização Internacional do Trabalho, os Serviços de Saúde no Trabalho (SST) devem ser instituídos nos países com o objetivo de orientar

empregadores e trabalhadores acerca da saúde e segurança no ambiente laboral, bem como da adaptação das atividades às capacidades do trabalhador. Esses serviços podem ser implementados pelas próprias empresas, por autoridades públicas ou por instituições autorizadas, contribuindo para assegurar condições adequadas de saúde e segurança aos profissionais. Segundo a Associação Americana de Fonoaudiologia³², a educação em saúde constitui uma estratégia essencial para a prevenção da PAIR, uma vez que conscientiza os trabalhadores sobre os riscos da exposição ao ruído e sobre as medidas preventivas necessárias.

O diagnóstico precoce também desempenha papel crucial na interrupção da progressão da condição, sendo realizado por meio de exames audiométricos periódicos, sobretudo em trabalhadores expostos a elevados níveis de ruído. Paralelamente, avanços recentes no tratamento da PAIR incluem o desenvolvimento de terapias farmacológicas e genéticas, além do uso de dispositivos auditivos cada vez mais sofisticados, como implantes cocleares e sistemas de amplificação auditiva. Estudos atuais ainda exploram o potencial de terapias regenerativas, como a estimulação de células ciliadas e a terapia com células-tronco, que têm demonstrado resultados promissores. Essas abordagens emergentes apresentam potencial de transformar, no futuro, o tratamento e a recuperação da função auditiva em pacientes com PAIR³³.

Em relação à distribuição dos casos notificados de PAIR no Brasil, o estado do Tocantins apresentou o maior número de registros. Nesse estado, a atividade mineradora é amplamente praticada e expõe os trabalhadores a riscos decorrentes da combinação entre poeira em suspensão (pó de sílica) e ruído elevado proveniente do britador primário, fatores que contribuem para o desenvolvimento da PAIR³⁴.

No Nordeste, destacam-se os estados da Bahia, Maranhão e Alagoas, onde a presença de indústrias contribui para o aumento das notificações. Nesses locais, os trabalhadores estão expostos a elevados níveis de ruído produzidos por máquinas industriais³⁵. As áreas de mineração, têxtil, construção civil e manufatura foram identificadas como aquelas com maior risco de perda auditiva¹⁶. O uso de equipamentos de proteção individual, como protetores auriculares, é recomendado para reduzir os efeitos da exposição contínua ao ruído, embora sua adesão ainda represente um desafio.

Na região Sudeste, os maiores números de notificações de PAIR concentram-se em áreas de intensa industrialização, marcadas por elevados níveis de ruído e condições de trabalho precárias. Nessa região, São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais apresentam maior prevalência de casos³⁶. De forma geral, o Sudeste foi a região com maior recorrência de notificações, seguida pelo Centro-Oeste e Sul.

A predominância de casos entre trabalhadores industriais é consistente com os achados de Shi et al. (2021)³⁷, que monitoraram 23.261 trabalhadores das

indústrias mineradoras e de manufatura expostos a ruídos. Os autores identificaram que aproximadamente metade desses trabalhadores apresentava perda auditiva. Esse achado evidencia o impacto do ruído ambiental causado por máquinas, equipamentos e processos industriais na saúde auditiva e na qualidade de vida dos trabalhadores, reforçando a predominância das notificações de PAIR.

A exposição frequente a ruídos intensos provenientes da operação de maquinários pesados e processos industriais, associada à ausência de equipamentos de proteção individual, cria um ambiente favorável à perda auditiva. Esses fatores são amplamente observados em diferentes setores produtivos do Sul do Brasil, com destaque para o estado do Rio Grande do Sul³⁸.

Esse estudo apresenta algumas limitações. A primeira é o uso de dados secundários que estão sujeitos a subnotificação, que foi mitigada pelo adequado tratamento dos dados. A segunda é o delineamento do estudo transversal que não permite inferir causalidade. A terceira é a presença de dados faltantes, que foi reduzida pela aplicação de imputação múltipla dos dados. Além disso, o uso da categoria “outras” na variável evolução pode induzir vieses de comparação, uma vez que não há certeza dos tipos de evoluções que ocorreram.

CONCLUSÃO

O presente estudo evidenciou que a PAIR é uma condição ocupacional significativa, associada à incapacidade auditiva irreversível, afetando principalmente trabalhadores do sexo masculino expostos a ruídos contínuos. Fatores como idade, raça, escolaridade, exposição a ruídos, queixas auditivas e uso inadequado de EPIs foram associados ao desenvolvimento da incapacidade.

A análise das fichas de Notificação por Acidente de Trabalho demonstrou a importância desse instrumento para compreender as condições laborais e subsidiar estratégias de prevenção. Os resultados reforçam a necessidade de capacitação dos profissionais de saúde, fiscalização adequada do uso de EPIs e realização de exames audiométricos periódicos.

O estudo evidencia ainda a relevância da atuação fonoaudiológica na prevenção, diagnóstico e reabilitação da PAIR, bem como a urgência de políticas públicas que promovam ambientes laborais seguros e saudáveis. Ampliar a vigilância e a produção científica sobre a PAIR é essencial para reduzir sua incidência e mitigar os impactos na saúde, bem-estar e produtividade dos trabalhadores.

REFERÊNCIAS

1. REZENDE MIP de, BARBOSA BRC, GONÇALVES AH, NETO NFDS, SOUZA LHR, PINHO L. Noise-induced hearing loss: a 10-year analysis of notifications according to the Brazilian classification of occupations. *Rev Bras Med Trab.* 2024;22(2):e20231163. doi:10.47626/1679-4435-2023-1163.

2. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Environmental noise guidelines for the European Region. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2018 [cited 2025 Sep 9]. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789289053563>.
3. BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora NR-15 – Atividades e operações insalubres. Brasília: MTE; 2025 [cited 2025 Sep 9]. Available from: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acao-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitativa-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-15-nr-15>.
4. VENTURA AHG. Análise ergonômica no setor de confecção têxtil: planejamento de melhorias para o posto de trabalho de operadores de máquina de costura [monografia]. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande; 2021. 61 p.
5. RIBEIRO ER, PRADO MRM, MENDES JO, GOMAR GG, ROECKER AR, GIANDOTTI L, et al. As condições de saúde e qualidade de vida de indivíduos com déficit auditivo. *Braz J Health Rev*. 2021;4(2):8898-8910.
6. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Deafness and hearing loss. 2021 [cited 2025 Sep 9]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>.
7. GUSMÃO AC, MEIRA TC, FERRITE S. Fatores associados à notificação de perda auditiva induzida por ruído no Brasil, 2013-2015: estudo ecológico. *Epidemiol Serv Saude*. 2021;30(2):e2020607.
8. HILLESHEIM D, et al. Perda auditiva induzida por ruído no Brasil: descrição de 14 anos de notificação. *Audiol Commun Res*. 2022;27:e2585.
9. BENCHIMOL EI, SMEETH L, GUTTMANN A, HARRON K, MOHER D, PETERSEN I, et al. The REporting of studies Conducted using Observational Routinely-collected health Data (RECORD) statement. *PLoS Med*. 2015;12(10):e1001885. Available from: <https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1001885>.
10. NUNES LN, KLÜCK MM, FACHEL JMG. Comparação de métodos de imputação única e múltipla usando como exemplo um modelo de risco para mortalidade cirúrgica. *Rev Bras Epidemiol*. 2010;13(4):596-606. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415790X2010000400005&lng=pt&tlng=pt.
11. AUSTIN PC, WHITE IR, LEE DS, VAN BUUREN S, GHOSH D, ALI MS, et al. Missing data in clinical research: a tutorial on multiple imputation. *Can J Cardiol*. 2021;37(9):1322-31. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0828282X20311119>.
12. AKOGLU H. User's guide to correlation coefficients. *Turk J Emerg Med*. 2018;18(3):91-3. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452247318302164>.
13. BOLKER BM, BROOKS ME, CLARK CJ, GEANGE SW, POULSEN JR, STEVENS MHH, et al. Generalized linear mixed models: a practical guide for ecology and evolution. *Trends Ecol Evol*. 2009;24(3):127-35. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169534709000196>.
14. HEDEKER D. Generalized Linear Mixed Models. In: EVERITT BS, HOWELL DC, editors. *Encyclopedia of Statistics in Behavioral Science*. 1st ed. [S.l.]: Wiley; 2005. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/0470013192.bsa251>.
15. BRASIL. Lei nº 14.874, de 28 de maio de 2024. Dispõe sobre a pesquisa com seres humanos e institui o Sistema Nacional de Ética em Pesquisa com Seres Humanos. Brasília, DF; 2024.
16. CHEN KH, SU SB, CHEN KT. An overview of occupational noise-induced hearing loss among workers: epidemiology, pathogenesis, and preventive measures. *Environ Health Prev Med*. 2020;25:65.
17. FEDER K, MICHAUD D, MCNAMEE J, FITZPATRICK E, DAVIES H, LEROUX T. Prevalence of hazardous occupational noise exposure, hearing loss, and hearing protection usage among a representative sample of working Canadians. *J Occup Environ Med*. 2017;59(1):92-113.
18. MEIRA TC, SANTANA VS, FERRITE S. Gender and other factors associated with the use of hearing protection devices at work. *Rev Saude Publica*. 2015;49:76.
19. GOPINATH B, THIAGALINGAM A, TEBER E, MITCHELL P. Exposure to workplace noise and the risk of cardiovascular disease events and mortality among older adults. *Prev Med*. 2011;53(6):390-4.
20. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa Mensal de Emprego [Internet]. [cited 2024 Mar 29]. Available from: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/9180-pesquisa-mensal-de-emprego.html>.
21. MORAES RR, LOPES JVA, ALVES LC. Estimating depression-free life expectancy in the hearing-impaired population in Brazil. *Rev Bras Estud Popul*. 2025;42:e0292.
22. ROCHA A, LANZA QUEIROZ B. Educação e outros determinantes da participação laboral de adultos mais velhos no Brasil. 2022 Dec 16;39:1-25.
23. HE P, et al. Association of socioeconomic status with hearing loss in Chinese working-aged adults: A population-based study. *PLoS One*. 2018;13(3):e0195227.
24. GERUNTHO JTS. Danos auditivos gerados após disparo de arma de fogo. *Bras Rev Desenvolvimento*. 2025;11(4):1-16. doi:10.34117/bjdv11n4053.
25. RINALDI M, CAVALLARO G, CARIELLO M, SCIALPI N, QUARANTA N. Metabolic syndrome and idiopathic sudden sensory-neural hearing loss. *PLoS One*. 2020 Aug 28;15(8):e0238351.
26. GRUPTA S, EAVEY RD, WANG M, CURHAN SG, CURHAN GC. Type 2 diabetes and the risk of incident hearing loss. *Diabetologia*. 2019;62:281-5. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6494103>.
27. TOYAMA K, MOGI M. Hypertension and the development of hearing loss. *Hypertens Res*. 2022;45:172-4.
28. OLIVEIRA JL. Exposição auditiva ocupacional de músicos profissionais. 2019 [cited 2025 Sep 9]. Available from: https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/15761/2/JESSICA_LIMA_OLIVEIRA.pdf.
29. RIBEIRO E. Proposta para diminuição de riscos ocupacionais no processo de beneficiamento de minério pela implementação de silo de armazenamento. 2024 [cited 2025 Sep 9]. Available from: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/e06edca1-1e3d-4e53-bee0-e39bb3e0c410/content>.
30. PESSÓA MLOD. A indústria da construção e os acidentes de trabalho: uma revisão de literatura. Sumé-PB; 2021 [cited 2025 Sep 9]. Available from: <https://dspace.sti.ufcg.edu.br/xmlui/bitstream/handle/riufcg/20543/MARIA%20LUIZA%20OLIVEIRA%20DAM%C3%81SIO%20GOMES%20PESS%C3%94A%20-%20TCC%20ENG.%>
31. FARIAS RJAS. Sonegação da CAT e as suas consequências legais: reflexos para o trabalhador e a empresa. *Ciênc Soc Apl Rev*. 2021;21(40):128-39.

32. American Speech-Language-Hearing Association (ASHA). Noise-induced hearing loss [Internet]. [cited 2021 Mar 10]. Available from: <https://www.asha.org/public/hearing/Noise-Induced-Hearing-Loss/>.
33. CARVALHO D, LIMA G, TORRES J, PEREIRA A. Perda auditiva induzida por ruído: prevenção, diagnóstico precoce e tratamentos emergentes. *Braz J Implant Health Sci*. 2025;7(2):979–89.
34. BISSACOTTI JB, LUCIANO SA. Norma regulamentadora 12 em uma unidade de produção mineral. *Disciplinarum Scientia Ser Natur Technol*. 2021;22(1):37–53.
35. FONOTOM. Exposição frequente a ruídos pode causar perda auditiva [Internet]. Higienópolis: Fonotom; 2020 [cited 2022 Apr 1]. Available from: <https://fonotom.com.br/2020/04/06/exposicao-frequente-a-ruídos-pode-causar-perda-auditiva/>.
36. CARVALHO CAS, SANTOS AR, LIMA MF, SOUZA JC. Saúde e segurança no trabalho: um relato dos números de acidentes de trabalho e doenças ocupacionais no Brasil (2012-2018). *Braz J Bus*. 2020;2(3):2909–26.
37. SHI Z, ZHOU J, HUANG Y, HU Y, ZHOU L, SHAO Y, et al. Occupational hearing loss associated with non-Gaussian noise. *Ear Hear*. 2021;42(6):1472–84.
38. SAMELLI AG, MATAS CG, GOMES RF, MORATA TC. Revisão sistemática de intervenções para prevenção da perda auditiva induzida por ruído ocupacional – uma atualização. *CoDAS*. 2021;33(4). doi:10.1590/2317-1782/20202019189.