BRUNO VIANNA DO AMARAL

**Incidência de perda auditiva induzida por ruído
ocupacional entre trabalhadores de uma mineradora
e pelletizadora de minério de ferro**

Tese apresentada a Faculdade de
Medicina da Universidade de São
Paulo para obtenção do título de
Doutor em Ciências.

Programa de: Patologia

Orientador: Prof. Dr. Alfésio Luís

Ferreira Braga

(Versão corrigida. Resolução CoPGr 6018, de 13 de Outubro de 2011.
A versão original está disponível na Biblioteca FMUSP)

São Paulo

2014

DEDICATÓRIA

*Dedico esta pesquisa às mulheres de minha vida: **Camila** e minhas filhas **Thainá**, **Thaís** e **Júlia**, aos **meus pais** e à minha amada **avó**.*

AGRADECIMENTOS

Especial agradecimento e meu muitíssimo obrigado ao meu orientador, amigo e apoiador **Prof. Dr. Alfésio Luís Ferreira Braga** por toda paciência, dedicação e pelos inúmeros ensinamentos.

Meu muito obrigado ao **Prof. Dr. Luiz Alberto Amador Pereira** e a **Profa. Dra. Lourdes Martins** pelo apoio e carinho de todas as horas. Agradeço o “saber” imensurável que compartilharam comigo durante esta fase.

Ao **Dr. Cláudio Gianordoli Teixeira** pelo irrestrito apoio. Você é um excepcional gestor e um grande amigo.

Ao **Rubens Bechara Junior** por sempre confiar no meu potencial. Minha vida profissional não seria possível sem sua ajuda e ensinamentos. Obrigado por acreditar.

Aos meus companheiros de trabalho **Dr. Roberto Cabanas**, **Gederson Rigoni**, **Geraldo Ribeiro** e **Dr. Victor Caus** pela compreensão e pelo apoio. Tenho muito orgulho de trabalhar com vocês

Aos meus **pais** pelos ensinamentos de toda uma vida.

À minha esposa **Camila** pela enorme ajuda, pela compreensão e pela motivação. Te amo. Pra sempre... Sem você não posso mais viver!

Às minhas filhas **Thainá**, **Thaís** e **Júlia**. Vocês me dão motivos para seguir em frente.

A todas as pessoas, que direta ou indiretamente, me apoiaram nesta etapa, o meu carinho sem medidas.

“As circunstâncias entre as quais você vive determinam sua reputação. A verdade em que você acredita determina seu caráter. A reputação é o que acham que você é. O caráter é o que você realmente é. A reputação é o que você tem quando chega a uma comunidade nova. O caráter é o que você tem quando vai embora. A reputação é feita em um momento. O caráter é construído em uma vida inteira. A reputação é o que os homens dizem de você junto à sua sepultura. O caráter é o que os anjos dizem de você diante de Deus.”

(Poema de William Davis).

Esta tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Divisão de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3a ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2011.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

SUMÁRIO

Lista de abreviaturas e siglas

Lista de figuras

Lista de tabelas

Resumo

Summary

1 INTRODUÇÃO	01
1.1 O ruído	03
1.2 Limites de tolerância	04
1.3 O ruído no processo de mineração e pelotização de ferro	07
1.4 Efeitos adversos à saúde pela exposição ao agente físico ruído ...	14
1.4.1 Efeitos extra auditivos	15
1.4.2 Efeitos auditivos	17
1.5 Perda auditiva induzida por ruído	20
1.6 A Audiometria	23
1.7 Justificativa do estudo	26
2 OBJETIVOS	29
2.1 Objetivo geral	31
2.2 Objetivos específicos	31
3 MÉTODOS	33
3.1 Desenho do estudo	35
3.2 Local do estudo	36
3.3 Amostra	37
3.3.1 Cálculo da amostra	37
3.3.2 Seleção da amostra	38
3.4 Coleta dos dados	40
3.5 Análise estatística	43
3.6 Aspectos éticos	45

4 RESULTADOS	47
4.1 Análise descritiva da população do estudo	49
4.2 Regressão logística	60
5 DISCUSSÃO	65
5.1 Resultados principais	67
5.2 Características do estudo	68
5.3 Contextualização do estudo	71
5.4 Contextualização do estudo	72
6 CONCLUSÕES	77
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
REFERÊNCIAS	87
APÊNDICE	

LISTA DE SIGLAS

ABORL	Associação Brasileira de Otorrinolaringologia
ANAMT	Associação Nacional de Medicina do Trabalho
ANSI	“American National Standards Institute”
CAPPesq	Comissão de Ética para Análise de Projeto de Pesquisa
DOU	Diário Oficial da União
ES	Espírito Santo
FUNDACENTRO	Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho
ISO	“International Organization for Standardization’s”
MPS	Ministério da Previdência Social
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
OMS	Organização Mundial da Saúde
SBFono	Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia
SOBRAC	Sociedade Brasileira de Acústica
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
WHO	“World Health Organization”

LISTA DE ABREVIATURAS

APL	alteração permanente do limiar
AT	audiometria tonal
ATL	alteração temporária do limiar
CID	Classificação Internacional de Doenças
dp	desvio padrão
EPC	equipamento de proteção coletiva
EPI	equipamento de proteção individual
Ex.	exemplo
HAS	hipertensão arterial sistêmica
Hg	mercúrio
IC	intervalo de confiança
IMC	índice de massa corpórea
Leq	nível de exposição equivalente
MM	média móvel
NHO	norma de higiene ocupacional
NPS	nível de pressão sonora
NR	norma regulamentadora
NRRsf	nível de atenuação do ruído
OR	razão de chance (“odds ratio”)
p	valor p em medida estatística
PAINPSE	Perda Auditiva Induzida por Níveis de Pressão Sonora Elevados
PAIR	Perda Auditiva Induzida pelo Ruído
PAIRO	Presbiacusia seguida de PAIR
PCA	Programa de Conservação Auditiva
PCMSO	Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional
PPPA	Programa de Prevenção de Perdas Auditivas
PPRA	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais

RR	risco relativo
TTS	“Temporary Threshold Shift”

LISTA DE SÍMBOLOS

dB	decibel (unidade de medida logarítmica aplicada em acústica)
dB(A)	decibel (com ponderação do filtro A)
dB(NA)	decibel (nível de audição)
dB(NPS)	decibel (nível de pressão sonora)
h	hora
Hz	Hertz (unidade de frequência no Sistema Internacional de Unidades)
kg	quilograma
kg/m ²	quilograma por metro quadrado
kHz	quilohertz
km	quilômetro
min	minuto
=	igual a
≥	maior ou igual a
>	maior que
≤	menor ou igual a
<	menor que
%	porcento

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Espessador	08
Figura 2	Filtro contínuo a vácuo	09
Figura 3	Disco de pelletização	10
Figura 4	Forno de grelha contínua	11
Figura 5	Pátio de estocagem e terminal portuário	12
Figura 6	Carregamento de navio no terminal portuário	12

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Relação entre pressão sonora e o tempo máximo de exposição	05
Tabela 2	Análise descritiva das variáveis contínuas	50
Tabela 3	Quantidade de trabalhadores analisados em cada unidade da mineradora	51
Tabela 4	Quantidade de trabalhadores expostos e não expostos a ruídos	51
Tabela 5	Quantidade de trabalhadores das Unidades 0 e 1, com resultados de audiometria considerada normal ou alterada	52
Tabela 6	Quantidade de empregados expostos e não expostos a ruídos em cada unidade mineradora	54
Tabela 7	Quantidade de empregados hipertensos ou não hipertensos em cada unidade da mineradora	54
Tabela 8	Quantidade de empregados submetidos à audiometria com resultados normais ou alterados em cada unidade da mineradora Quantidade de empregados submetidos à audiometria com resultados normais ou alterados em cada unidade da mineradora	55
Tabela 9	Quantidade de empregados da mineradora com ou sem hipertensão arterial sistêmica, submetidos a áudio tonal, com resultados normais ou alterados Quantidade de empregados da mineradora com ou sem hipertensão arterial sistêmica, submetidos a áudio tonal, com resultados normais ou alterados	56
Tabela 10	Variáveis contínuas para trabalhadores da mineração para cada unidade de lotação	57

Tabela 11	Resultados da audiometria nos trabalhadores da mineração relacionada com as variáveis contínuas como idade, massa corporal, altura e IMC.....	58
Tabela 12	Variáveis contínuas para os grupos de trabalhadores não expostos e expostos ao ruído	59
Tabela 13	Tempo até ser observada alteração em grupos de trabalhadores expostos ao ruído nas duas unidades de lotação.....	59
Tabela 14	Frequência e porcentual para categorias da variável idade	61
Tabela 15	Regressão logística: modelo simples e modelo múltiplo	61

RESUMO

Amaral BV. *Incidência de perda auditiva induzida por ruído ocupacional entre trabalhadores de uma mineradora e pelotizadora de minério de ferro*. [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2014.

INTRODUÇÃO: Em consequência da modernização tecnológica e industrial, surgiram novos fatores que originaram estudos específicos e direcionados sobre os possíveis efeitos nocivos desta evolução no trabalhador. Dentre estes, está o ruído, agente físico que pode causar danos ao organismo humano com efeitos de curto e médio prazo. O ruído, ao atuar sobre o trabalhador pode alterar processos internos do organismo, com consequências fisiológicas e emocionais. A diminuição gradual da acuidade auditiva decorrente da exposição continuada a níveis elevados de pressão sonora é denominada perda auditiva induzida pelo ruído (PAIR), segundo o Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva. A PAIR é caracterizada por perda neurossensorial, irreversível, quase sempre bilateral e simétrica, não ultrapassando 40dB(NA) nas frequências graves e 75dB(NA) nas frequências agudas; manifesta-se, primeiramente, em 6kHz, 4kHz e/ou 3kHz, progredindo lentamente às frequências de 8kHz, 2kHz, 1kHz, 500Hz e 250Hz. (MTE, Portaria 19, 1998). Entre os fatores que influenciam no desencadeamento da PAIR, destacam-se as características físicas do ruído (tipo, espectro e intensidade da pressão sonora), o tempo de exposição e a suscetibilidade individual. A PAIR está entre as doenças do trabalho de maior prevalência, com agravante de tratar-se de uma doença irreversível. Acomete com mais frequência o setor industrial. Este estudo avalia a incidência de perda auditiva por ruído e a existência de uma associação positiva entre estes diagnósticos e a exposição a diferentes níveis de pressão sonora em trabalhadores de duas unidades de uma mineradora e pelotizadora de minério de ferro. **MÉTODOS:** Estudo de coorte histórica com 1.069 trabalhadores divididos em dois grupos, tendo como referência os níveis de pressão sonora aos quais estavam expostos (menor ou igual a 88 dB e acima de 88 dB). A avaliação da audição foi realizada por análise dos resultados das audiometrias realizadas nos exames admissionais e periódicos constantes dos prontuários médicos. Foram calculadas as incidências de perda auditiva de acordo com os grupos de exposição e o tempo médio de início das alterações auditivas em cada grupo. Foram realizadas análises descritivas das variáveis, comparação de médias (teste U de Mann-Whitney), teste de associação de qui-quadrado e, para estimar fatores de risco, modelos de regressão logística univariada e múltipla.

RESULTADOS: Entre os participantes do estudo foram identificados 128 casos (11,97%) de perda auditiva. No grupo composto pelos trabalhadores que ficaram expostos aos níveis mais altos de pressão sonora encontra-se uma incidência de 11,84% em alterações de exames audiométricos, enquanto no grupo menos exposto obteve-se uma incidência de 12,4%. O tempo médio para o desencadeamento de alterações audiométricas foi de 3,07 anos (desvio padrão = 1,21) no grupo mais exposto e de 2,88 anos (desvio padrão = 1,53) no grupo menos exposto. Estar na faixa etária acima de 28 anos e 8 meses (RC = 3,33; IC 95%: 2,01 – 5,49) e trabalhar na Unidade 1 (RC = 1,64; IC 95%: 1,09 – 2,46) se mostraram fatores de risco robustos para perda auditiva induzida por ruído. **CONCLUSÃO:** A perda auditiva ocorre de maneira precoce, prioritariamente até o terceiro ano de exposição e faixa etária, e unidade de trabalho se mostraram os fatores de risco mais relevantes para a perda auditiva induzida por ruído. O estudo mostra a necessidade de uma integração maior entre as áreas de saúde ocupacional e segurança do trabalho na busca de ações preventivas e corretivas, que possam minimizar o surgimento de novos casos ou o agravamento dos já identificados. Este é um estudo preliminar que servirá de apoio a pesquisas futuras sobre o assunto.

Descritores: ruído; ruído ocupacional; perda auditiva; PAIR; trabalhadores; audiometria; sistema auditivo.

ABSTRACT

Amaral BV. Incidence of hearing loss induced by occupational noise among workers in a company engaged in iron ore mining and pelletizing. [thesis] São Paulo: "Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo"; 2014.

INTRODUCTION: As a result of technological and industrial modernization new factors have arisen which led to specific studies have focused on the possible harmful effects of this evolution on the worker. Among these factors is noise, a physical agent which can harm the human body with short and medium term effects. Noise can alter internal body processes, with physiological and emotional consequences. The gradual reduction of hearing acuity resulting from a continued exposure to high levels of noise pressure is called noise-induced hearing loss (NIHL), according to the National Committee of Noise and Hearing Conservation. NIHL is characterized by a permanent sensorineural impairment, almost always bilateral and symmetrical, not exceeding 40dB (NA) at lower frequencies and 75dB (NA) at higher frequencies. It first manifests at 6kHz, 4kHz and/or 3kHz, slowly progressing to the frequencies of 8kHz, 2kHz, 1kHz, 500Hz and 250Hz. (MTE, Ruling 19, 1998). Among the factors which trigger NIHL are the physical characteristics of the noise (type, spectrum and intensity of sound pressure), duration of exposure, and individual susceptibility. NIHL is among the most common occupational diseases, with the aggravating aspect of being irreversible. It is most often found in the industrial sector. This study will evaluate the incidence of noise-induced hearing loss and the existence of a positive association between these diagnoses and the exposure to different levels of sound pressure in workers at two operational units of a iron ore mining and pelletizing organization. **METHODS:** historical cohort study with 1069 workers, divided in two groups, using as baseline the sound pressure levels to which they were exposed (less than or equal to 88 dB and above 88 dB). The hearing assessment was carried out by means of an analysis of the results of the audiometry exam upon induction and at regular intervals, as recorded in the medical history of the individual. A calculation was made of the degree of hearing loss according to the groups of exposure, and the average time it took for hearing changes to be observed in each group. **RESULTS:** Among the participants in the study, 128 (11.97%) cases of hearing loss were identified. In the group formed by workers who had been exposed to the highest levels of sound pressures, we found an incidence of 11.84% of changes in the audiometry exams, while in the group subject to lesser exposure we observed an incidence of 12.4%. The average time for

the development of hearing impairment was 3.07 years (standard deviation = 1.21) in the group with greater exposure, and 2.88 years (standard deviation = 1.53) in the group with lesser exposure. Robust risk factors for noise-induced hearing loss included being aged over 28 years and 8 months (RC = 3,33; IC 95%: 2,01 – 5,49) and working at Unit 1 (RC = 1,64 ; IC 95%: 1,09 – 2,46). CONCLUSION: Early hearing impairment occurs mainly before the end of the third year of exposure, and age bracket and work location proved to be the most relevant risk factors for noise-induced hearing loss. The study showed the need for a greater integration among the occupational health and safety areas to seek the design and implementation of preventive and corrective actions to minimize the development of new cases or the aggravation of those already identified. This is a preliminary study which will serve as a basis for a more detailed subsequent data analysis.

Key words: noise, occupational noise, hearing loss, NIHL, workers, audiometry, auditory system.

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

1.1 O ruído

Em razão da modernização tecnológica e industrial, surgiram novos fatores que originaram estudos específicos e direcionados sobre os possíveis efeitos nocivos desta evolução no trabalhador. Dentre estes, estaria o ruído, agente físico que pode causar danos ao organismo humano com efeitos em curto e médio prazo. (Sanchez, Yanes, 1995.)

Uma grande parcela da população mundial está exposta a ruído intenso: no ambiente de trabalho, caracterizado como ruído ocupacional ou no dia a dia nos meios de locomoção, nas atividades de lazer, festas, ambientes com músicas amplificadas ou utilização de fones de ouvido. (Andára, 2008.)

Em virtude destas questões, a poluição que está sendo mais difundida atualmente é a sonora, e todos estão sujeitos à exposição de sons potencialmente nocivos à saúde. (Guida et al., 2010)

O ruído é reconhecido como um agente otoagressor comum em diversos ambientes de trabalho e responsável pelo desenvolvimento de Perdas Auditivas Induzidas por Ruído (PAIR) em diferentes ramos de atividade. (Gonçalves, 2009; Gonçalves et al., 2009; Amorin et al., 2008)

O ruído é mensurável no ambiente de trabalho e ao atuar sobre o trabalhador pode alterar processos internos do organismo, afetando, por exemplo, o sistema nervoso com consequências fisiológicas e emocionais. (Almeida et al., 2000)

A exposição ao ruído ocupacional apresenta-se como um dos riscos principais à saúde auditiva do trabalhador, e isso ocorre, especialmente, em razão de sua intensidade. (Boeger et al., 2009)

Nos últimos anos, a literatura científica tem apresentado diversos trabalhos que apontam a existência de lesão auditiva, em decorrência da exposição ocupacional ao ruído. (Boeger et al., 2009; Gonçalves, Adissi, 2008; Dias et al., 2006; Silva, Mendes, 2005; Teixeira et al., 2003).

1.2 Limites de tolerância

Atualmente muitas são as leis e recomendações a respeito das normas de exposição ocupacional, porém, a mais utilizada segue o modelo de limite de tolerância, inclusive no Brasil. Entende-se por limite de tolerância, para os fins da Norma Regulamentadora (NR-15), aprovada pela Lei 6.514 de 22 de dezembro de 1977 e regulamentada pela Portaria 3.214 de 8 de junho de 1978, a concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição a agentes ambientais, que não causará dano à saúde do trabalhador, durante a vida laboral. (Brasil, 2007)

Os limites de tolerância previstos na Norma Regulamentadora NR-15 (Brasil, 2007) relacionam o nível de pressão sonora em dB(A) com o tempo máximo de exposição, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Relação entre pressão sonora e o tempo máximo de exposição

Nível de Ruído dB(A)	Tempo máximo de exposição
85	8h
90	4h
95	2h
100	1h
105	30 min
110	15 min
115	7 min

Fonte: Brasil (2007)

Os limites de tolerância adotados passaram a ser utilizados, erroneamente, como demarcadores de salubridade e não como indicadores de gravidade sanitária, e necessidade urgente de medidas de prevenção. (Azevedo, 2004; Vasconcelos, 1994)

O limite de tolerância não deve ser compreendido como a linha que

identifica a existência de risco e sim uma magnitude de risco aceitável. (Regazzi, 2005)

Alguns estudos vêm considerando que a exposição ao ruído, abaixo dos limites estabelecidos pela legislação, também pode causar alterações auditivas e extra-auditivas. (Olivia, 2008; Fernandes, 2001; Fernandes, 1999)

Afirma-se que há um risco para a audição, considerado leve para uma exposição a 80dB(NA), um risco marginal para 85dB(NA) e um risco considerável com início em 90dB(NA). (Lutman, 2000)

Estudos demonstram que existe uma variabilidade individual quanto à suscetibilidade ao trauma acústico, que permite, que pessoas com exposição ao ruído igual ou superior não desenvolvam danos à audição, ao passo que outras sofram PAIR. (Costa et al., 2009; Bray et al., 2004)

Existem prescrições respeitantes à exposição dos trabalhadores aos riscos do ruído. Em países europeus, um trabalhador não pode estar exposto a mais de 80dB por mais de 8 horas por dia sem proteção auditiva. (Jansen et al., 2009)

Na área de Higiene Ocupacional e Segurança do Trabalho, constata-se frequentemente a exposição do trabalhador a níveis de ruído superiores aos limites de tolerância constantes na legislação. Estas condições adversas de trabalho podem causar lesões irreversíveis aos órgãos sensoriais e outros efeitos sobre o organismo, e comprometem a saúde,

segurança e/ou qualidade de vida dos trabalhadores. (Gonçalves, 2009; Lopes et al., 2009; Mello, Waismann, 2004; Nudelmann et al., 2001a)

1.3 O ruído no processo de mineração e pelletização de ferro

O processo produtivo em empresas mineradoras e pelletizadoras de ferro tem início na lavra, que é a extração de minério de ferro em mina a céu aberto, utilizando frota de equipamentos móveis de grande porte, aliada ao uso de sistema de correias transportadoras de longo alcance. O minério extraído é transportado até a área denominada beneficiamento, onde é britado, moído e separado de suas impurezas. O minério, então transformado em polpa, estará dentro das especificações químicas e físicas necessárias para os processos subsequentes.

A polpa de ferro, então, segue para o processo denominado sedimentação, que é uma operação de separação sólido/líquido, baseada na força gravitacional, com o objetivo de separar uma polpa em suspensão, de tal forma a obter um líquido sobrenadante e uma polpa contendo uma concentração de sólido maior que a original, mediante o uso de equipamentos de forma cilíndrica cônica. A parte superior é um cilindro de diâmetro maior do que a altura e a inferior um cone raso, denominados espessadores (Figura 1).

Figura 1 – Espessador (Amaral BV, 2014)

A polpa segue, então, para a operação de separação de sólidos (partículas minerais) contidos em um líquido (água), por retenção de sólidos em um meio filtrante e a passagem do líquido através do mesmo. Esta operação, denominada filtragem, é realizada por meio de filtros contínuos a vácuo. Os filtros a vácuo possuem um eixo central giratório movido por um motor elétrico de velocidade variável. Ao redor deste eixo são montadas tubulações interligadas com uma câmara na qual é produzido o vácuo (aproximadamente 600mmHg) por meio de bombas de vácuo.

Durante a operação forma-se uma camada de partículas sólidas que ficam retidas no tecido filtrante pela força de vácuo aplicada, quando os segmentos estão submersos na bacia, Figura 2. Ao emergirem, inicia-se o ciclo de secagem, quando a água é extraída da polpa, ainda por efeito de vácuo, resultando em uma umidade residual do “pellet feed” produzido.

Figura 2 – Filtro contínuo a vácuo (Fonte: Amaral BV, 2014)

Após a filtragem o minério de ferro, já sem umidade, é direcionado para a área de pelotização, que consiste num processo de aglomeração que tem como objetivo o aproveitamento da fração ultrafina de minério de ferro, transformando-a em pelotas de tamanhos entre 8mm e 16mm, que após um tratamento térmico apropriado adquirem características desejáveis aos processos de redução, seja no alto forno ou no reator de redução direta. Para obtenção de pelotas, utilizam-se equipamentos denominados discos de pelotamento.

A Figura 3 apresenta alguns aspectos estruturais de um disco de pelotamento, no qual podem ser observadas as características principais do equipamento.

Figura 3 – Disco de pelotamento (Fonte: Amaral BV, 2014)

As pelotas formadas nos discos pelotizadores devem ser submetidas a um processo de queima, ou de endurecimento, para que possam resistir às operações de manuseio e transporte até o cliente, e suportem os esforços mecânicos e os choques térmicos no interior do forno de redução. O processo de queima é realizado em fornos de grelha móvel, Figura 4.

Figura 4 – Forno de grelha contínua (Fonte: Amaral BV, 2014)

A última etapa consiste na recuperação das pelotas no pátio de estocagem por meio de equipamentos denominados empilhadeiras e recuperadoras de minério, e posterior carregamento dos navios para envio aos clientes, como mostram as Figuras 5 e 6.

Figura 5 – Pátio de estocagem e terminal portuário (Foto: Agência Roccio)

Figura 6 – Carregamento de navio no terminal portuário (Foto: Agência Roccio)

Ao longo destas etapas o trabalhador está exposto a diferentes níveis de ruído.

Nas minerações, os processos mediados pelo funcionamento de máquinas produzem ruídos indesejáveis, geralmente de forte intensidade, com potencial para causar danos à audição dos trabalhadores. O ruído intenso é comum a diversos processos e, portanto, a exposição ao ruído no trabalho é considerada fator de risco modificável de maior relevância para a perda auditiva em adultos. (Dobie, 2008; Caldart et al., 2006; Araújo 2002)

O ruído pode também diminuir o desempenho do trabalhador nas suas funções, aumentando a possibilidade de ocorrerem acidentes de trabalho. (Chiovenda et al., 2007; Cordeiro et al., 2005), uma vez que aumenta as dificuldades de comunicação, de manutenção da atenção, concentração, memória, além do estresse e fadiga excessiva. (Silva et al., 2006; Ferreira Jr, 2000; Hétu, Quoc, 1996)

Apesar de a perda auditiva relacionada ao trabalho ter atingido grandes proporções no meio industrial, as estimativas de prevalência desta doença, nos diferentes segmentos de classes trabalhadoras, são basicamente efetuadas por meio de alguns estudos epidemiológicos, uma vez que na grande maioria dos casos, não ocasiona incapacidade para o trabalho, fato que dificulta as notificações formais desse agravo à saúde do trabalhador. (Brasil, 1998)

Uma análise de diferentes estudos epidemiológicos em audiologia realizados no Brasil, publicada em 2011, concluiu que está ocorrendo maior

preocupação em relação às alterações auditivas relacionadas à atividade laboral, e os trabalhadores expostos a ruído ocupacional têm recebido maior atenção por parte dos estudos epidemiológicos, ao passo que outros grupos não estão sendo contemplados. (Arakawa et al., 2011)

Ao perceber a recorrência em diagnósticos de PAIR em trabalhadores que exercem suas atividades no ramo da mineração e pelotização de minério de ferro, verificou-se a necessidade de um aprofundamento nestas questões.

1.4 Efeitos adversos à saúde pela exposição ao agente físico ruído

A exposição ao ruído pode provocar sintomas diferentes nos trabalhadores, que podem ser de ordem auditiva e/ou extra-auditiva, dependendo das características do risco, da exposição e do indivíduo exposto. São reconhecidos como efeitos auditivos o zumbido (sintoma mais frequente), a perda auditiva e a dificuldade na compreensão da fala. São considerados sintomas extra-auditivos as alterações do sono e os transtornos da comunicação, os problemas neurológicos, vestibulares, digestivos, comportamentais, cardiovasculares e hormonais. (Costa et al. apud Oliveira, Araújo, 2009; Campelo, 2007; Fernandes, Morata, 2002)

1.4.1 Efeitos extra-auditivos

O ruído certamente não é o único fator presente no ambiente de trabalho capaz de desencadear efeitos nocivos à saúde em geral, como nervosismo, irritabilidade, cefaleia, insônia, alterações circulatórias, alteração de visão, alterações gastrointestinais, entre outros, apontados como efeitos não auditivos. (Johansson et al., 2012; Ibañez et al., 2001)

Quando se considera o ruído como um fator de estresse, fica mais fácil compreender a sintomatologia apresentada. Como o ruído é um agente de risco potencialmente estressor, pode trazer como efeitos nocivos à saúde, não só os auditivos, mas toda uma gama de sintomatologia relacionada ao estresse, e que faz parte dos chamados efeitos não auditivos. (Nudelmann et al., 2001b; Seligman, 2001)

Os efeitos extra-auditivos podem ser mais prejudiciais e complexos dos que os efeitos provocados por outra estimulação sensorial (Russo, Santos, 1993)

A exposição ao ruído, além de causadora potencial de transtornos específicos do sistema auditivo, pode ocasionar algumas alterações de comunicação, neurológicas, cardiovasculares, de química sanguínea, vestibulares, digestivas e comportamentais. (Santos, Ferreira, 2008; Andrade et al., 2006; Sanchez, 2005; Corrêa Filho et al., 2002; Quick, Lapertosa, 1983)

Exceto pelo problema sério de perda auditiva, não há nenhuma

doença conhecida que seja causada diretamente pelo ruído. Entretanto, inúmeros trabalhos destacam o ruído como um promotor importante de estresse físico e psicológico, diretamente relacionado a problemas de saúde. Assim, o ruído pode ser associado à cefaleia, fadiga e irritabilidade, além de doenças cardíacas, gástricas e imunológicas. (Seidman, Standring, 2010; Stansfeld, Matheson, 2003; Kwitko, 2001; Passchier-Vermeer, Passchier, 2000; Job, 1996)

Outro aspecto influenciado pelo ruído é a capacidade de concentração mental. O ruído provoca irritação e, com isso, pode diminuir a capacidade de concentração mental, afetando o desempenho na realização de tarefas e aumentando a probabilidade de erros e acidentes ocupacionais. (Siviero et al., 2005; Stansfeld, Matheson, 2003; Passchier-Vermeer, Passchier, 2000; Carmo, 1999; Medeiros, 1999; WHO, 1980)

Outros estudos enfatizam a presença de alterações não auditivas em indivíduos submetidos a ruído intenso, incluindo além do zumbido, as alterações seguintes: (1) de comunicação, que pode causar isolamento social; (2) neurológicas, que podem resultar em perturbações no sono; (3) cardiovasculares, com constrição dos pequenos vasos sanguíneos, que ocasionam variações na pressão arterial e taquicardia; (4) química sanguínea, que provoca modificações dos índices de colesterol, triglicerídeos e cortisol plasmático; (5) vestibulares, que podem gerar dificuldades no equilíbrio e na marcha, vertigens, nistagmos, desmaios e dilatações de pupilas; (6) digestivas, que podem resultar em diminuição do peristaltismo, enjoos, vômitos, perda do apetite, dores epigástricas, gastrites,

úlceras; (7) comportamentais, que podem gerar mudanças de conduta e do humor, cansaço, falta de atenção e concentração, insônia e inapetência, cefaleia, diminuição da potência sexual, ansiedade, depressão e estresse. (Sabaté, 2007; Guerra, Lourenço, 2005; Sanchez et al., 2005; Santos et al., 2004; Seligman, 2001; Seligman, 1993; Seligman, Ibañez, 1993)

Diversos estudos demonstram a associação entre exposição a níveis elevados de pressão sonora e queixa de zumbido, em trabalhadores expostos ao ruído ocupacional. A prevalência de zumbido aumenta de acordo com a evolução do dano auditivo, controlado para a idade e tempo de exposição ao ruído. (Andrade et al., 2006; Dias, 2006; Dias et al., 2006; Sanchez et al., 2005; Araújo, Silva, 2004; Fernandes, Morata, 2002; Seligman, 2001; Aragute et al., 2000; Ribeiro et al., 2000)

A exposição ao ruído pode causar também efeitos genéricos no organismo, como irritabilidade, alterações do sono e da pressão arterial, entre outros. (Guerra et al., 2005; Fernandes, Morata, 2002; Héту et al., 1993; Seligman, 1993)

1.4.2 Efeitos auditivos

Os efeitos do ruído no sistema auditivo podem gerar sintomas que são classificados em três categorias: trauma acústico, alteração temporária do limiar (ATL) e alteração permanente do limiar (APL). (Melnick, 1989)

O termo trauma acústico é restrito aos efeitos de exposição aguda e

única a níveis de pressão sonoros elevados, como no caso de uma explosão (Melnick, 1989). Sons de curta duração e forte intensidade (explosões, estampidos de arma de fogo, detonações, etc.) podem resultar em perda auditiva imediata, severa e permanente, conceituada como trauma acústico. Todas as estruturas do sistema auditivo periférico podem ser lesadas, em particular o órgão espiral, a delicada estrutura sensorial da parte auditiva da orelha interna (cóclea). O aparelho auditivo apresenta mecanismos que procuram atenuar as vibrações que chegam até a cóclea e diminuir as chances de lesão auditiva. Contudo, em casos de sons como aqueles necessários e suficientes para conferirem trauma acústico, esses mecanismos do aparelho auditivo não têm "tempo para entrar em ação", e, desta forma, pode ocorrer a lesão (Saliba, 2004)

A Alteração Temporária do Limiar (ATL), conhecida também como mudança temporária do limiar de audição (TTS – “Temporary Threshold Shift”) ou fadiga auditiva, ocorre após a exposição a ruído intenso, por um curto período de tempo. Um ruído capaz de provocar perda temporária será capaz de provocar uma perda permanente, após longa exposição. Entretanto, os mecanismos de perda são distintos nas duas situações e as alterações observadas no órgão espiral são de natureza diferente. A ATL corresponde a um fenômeno temporário, em que o limiar auditivo retorna ao normal após um período de repouso auditivo. (Merluzzi, 1989)

Durante os desvios temporários dos limiares auditivos, ocorrem alterações discretas nas células ciliadas, edema das terminações nervosas auditivas, alterações vasculares, exaustão metabólica, modificações

intracelulares, diminuição dos estereocílios, alteração no acoplamento entre os cílios e membrana tectorial. Essas alterações são reversíveis, podendo haver recuperação do limiar, mesmo com presença de células lesadas. (Merluzzi, 1989)

A alteração permanente do limiar (APL) pode ser causada, isoladamente ou em combinação, por quatros fatores:

- *Presbiacusia* – é a inevitável perda auditiva relacionada com a idade;
- *Nosoacusias* – patologias otológicas ou condições médicas que afetam a audição;
- *Socioacusia* – perda que não se limita à provocada pelo trabalho, mas que é induzida pelo ruído não ocupacional (serviço militar, lazer e esporte);
- *Perda auditiva induzida pelo ruído ocupacional* – relacionada ao trabalho, é uma diminuição gradual da acuidade auditiva, decorrente da exposição contínua a níveis elevados de pressão sonora.

A APL é aquela que persiste ao longo da vida da pessoa e está relacionada ao tempo longo de exposição ao ruído (Merluzzi, 1989) e recebe várias denominações, e a perda auditiva induzida por ruído é a mais utilizada. (Brasil, 2006)

A perda auditiva dificulta a comunicação, tornando deficiente o relacionamento interpessoal, que é tão importante para o crescimento de qualquer ser humano. As variáveis: faixa etária; tempo de exposição ao

ruído; e, aumento do nível de pressão sonora, são relevantes e podem agravar o quadro clínico do trabalhador. Outro fator que deve ser destacado é a susceptibilidade, pois mesmo em um grupo de amostra com características ocupacionais quase idênticas, não se pode esquecer que cada trabalhador não é apenas um órgão a ser avaliado e sim um ser com todas as suas peculiaridades. (Araújo, Silva, 2004)

1.5 Perda auditiva induzida por ruído

Os pesquisadores definem as perdas auditivas relacionadas ao trabalho como perdas causadas por exposição crônica a sons com níveis elevados de pressão sonora no ambiente de trabalho, do tipo neurosensorial, tendo como característica principal sua irreversibilidade; acontecem insidiosamente, são de desenvolvimento lento e com agravo progressivo, se não houver a eliminação da exposição ou sua diminuição a níveis toleráveis estabelecidos. Na maioria das vezes, o trabalhador só se dá conta da perda auditiva, quando já apresenta perda acentuada em caráter irreversível. É uma doença coclear e pode apresentar intolerância a sons intensos e zumbidos, comprometendo a inteligibilidade da fala, em prejuízo do processo da comunicação. (Rabinowitz, 2007; Leite, 2001)

De acordo com sua etiologia, as perdas auditivas podem ser condutivas, sensorineurais e mistas. (Russo, Santos, 1993; Melnick, 1989)

As perdas auditivas denominadas condutivas são aquelas que

resultam de patologias que atingem a orelha externa e/ou média, reduzindo, dessa forma, a quantidade de energia sonora a ser transmitida para a orelha interna. As perdas auditivas classificadas como sensorineurais são as que resultam de distúrbios que comprometem a cóclea ou o nervo coclear (VIII par).

As perdas auditivas mistas são aquelas nas quais aparecem componentes condutivos e sensorineurais em uma mesma orelha.

A diminuição gradual da acuidade auditiva decorrente da exposição continuada a níveis elevados de pressão sonora é denominada perda auditiva induzida pelo ruído (PAIR), segundo o Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva (Nudelmann et al., 2001b).

A PAIR é caracterizada por perda neurosensorial irreversível, quase sempre bilateral e simétrica, e não ultrapassa 40dB(NA) nas frequências graves e 75dB(NA) nas frequências agudas; manifesta-se, primeiramente em 6kHz, 4kHz e/ou 3kHz, progredindo lentamente até as frequências de 8kHz, 2kHz, 1kHz, 500Hz e 250Hz. (Brasil, 1998)

Outra característica da PAIR é que, quando cessada a exposição, a perda auditiva não progride. (Andrade et al., 2002)

No Brasil, a perda auditiva induzida por ruído está entre os principais problemas de saúde dos trabalhadores (Gabas, 2007) e ocupa o segundo lugar entre as doenças mais frequentes do aparelho auditivo (Atti et al., 2000).

Na população adulta, a presbiacusia seguida de perda auditiva induzida por ruído (PAIRO) é a causa mais comum das alterações auditivas. (Costa, 2006)

Entre os fatores que influenciam no desencadeamento da PAIR, destacam-se as características físicas do ruído (tipo, espectro e intensidade da pressão sonora), o tempo de exposição e a suscetibilidade individual. (Daniell et al., 2006; Lutman, 2000)

Diversos estudos indicam a progressão dos limiares auditivos em função da idade e do tempo de serviço, considerando que quanto maior o tempo de serviço significa uma maior exposição aos riscos ocupacionais. Mostram os efeitos da idade e do tempo (em anos) de exposição ao ruído no trabalhador, considerando que os efeitos dos dois superpõem-se na cóclea e lesam as células ciliadas. (Gonçalves et al., 2009; Lopes et al., 2009; Santos, Ferreira, 2008; Teles, Medeiros, 2007)

A PAIR está entre as doenças do trabalho de maior prevalência, com agravante de tratar-se de uma doença irreversível. Acomete com mais frequência o setor industrial. (Almeida et al., 2000)

A legislação em vigor define como limite de tolerância uma exposição de, no máximo, oito horas diárias, a ruído contínuo ou intermitente com intensidade não superior a 85dB(A). Porém, a suscetibilidade individual jamais deve ser esquecida, pois algumas pessoas são mais susceptíveis à doença, quando expostas às mesmas condições ambientais. (Brasil, 1978)

A prevenção é a principal medida a ser tomada, porquanto a PAIR é uma lesão de caráter irreversível, não existindo tratamento clínico ou cirurgia para recuperação dos limiares auditivos. (Costa et al., 2009)

No Brasil, a legislação sobre a avaliação do efeito da exposição ao ruído ocupacional foi anunciada em 1978, com a publicação da Portaria do MTE nº 3.214, de 08 de junho de 1978, vigente desde 06 de julho de 1978, data de publicação no DOU, com várias Normas Regulamentadoras (NR), entre elas a NR-7, que aborda especificadamente o problema da exposição ao ruído ocupacional, determinando, como uma das medidas de controle, o exame audiométrico. (Brasil, 1978)

1.6 A audiometria

A legislação pátria reconhece que atividades ou operações que exponham os trabalhadores a níveis de ruído superiores a 85dB(A), por oito horas diárias ou mais, sem proteção adequada, oferecem risco grave e iminente à saúde. As normas brasileiras estabelecem como obrigatório para todas as empresas, o monitoramento do ruído ocupacional e da condição auditiva dos trabalhadores, bem como garantias para a proteção do trabalhador. (Brasil, 1998).

Por meio dos testes audiométricos é possível medir a acuidade auditiva do indivíduo. Trata-se de testes simples de rápida aplicação a um só

indivíduo, cujo objetivo é determinar a natureza do distúrbio e o local da lesão na via auditiva. (Brasil, 1998).

Os exames audiométricos são fundamentais na análise da eficácia dos programas de prevenção da perda auditiva de origem ocupacional, pois a audiometria, dentre todo o arsenal semiológico disponível, é um exame de custo baixo, mais conhecido, que possui relativa facilidade de aplicação e é universalmente padronizado. (Brasil, 1998).

A confiabilidade e a validade dos exames audiométricos têm sido extensamente investigadas nos programas de conservação auditiva, em trabalhadores expostos a ruído potencialmente nocivo, que usam ou não protetores auditivos. É de fundamental importância a obtenção de limiares audiométricos confiáveis no exame admissional, ou de referência, pois os critérios que caracterizam o desencadeamento ou agravamento das perdas auditivas induzidas pelo ruído decorrem de sua comparação com os limiares dos exames periódicos. (Brasil, 1998).

No Brasil, a Portaria n^o 19 do MTE estabelece diretrizes e parâmetros mínimos para a avaliação e o acompanhamento da audição do trabalhador mediante a realização de exames audiológicos de referência e sequenciais. (Brasil, 1998)

Para que este acompanhamento seja realizado de modo adequado, todo trabalhador deve ser submetido, em um primeiro momento, a uma audiometria realizada em condições técnicas ideais, que tem como

finalidade expressar de maneira fiel a real situação dos limiares auditivos tonais. Esta é a chamada audiometria de referência. (Brasil, 1998)

A audiometria de referência será sempre comparada com audiometrias sequenciais. Sempre que uma audiometria sequencial mostrar uma diferença significativa em relação à de referência, o trabalhador deve ser submetido a novo teste, agora em condições ideais, e, caso a diferença se confirme, a última passa a ser a nova audiometria de referência.

A audiometria tonal (AT), também conhecida como audiometria de via aérea, é o exame complementar de diagnóstico utilizado com maior frequência para identificar os limiares auditivos dos indivíduos, e determinar o grau, tipo e configuração da perda auditiva. (Miranda et al., 1998)

Na audiometria tonal o estímulo sonoro é apresentado por meio de fones auriculares ajustados às orelhas dos pacientes, que devem estar posicionados no interior de uma cabine acústica (audiométrica), que impeça que sons externos possam modificar o resultado do exame. Para gerar os sons desejados (intensidade e frequência), utiliza-se um aparelho denominado audiômetro.

Ao fazer o teste, por via aérea, o estímulo atravessa as estruturas da orelha externa e média, até atingir as células sensoriais de Corti dentro da orelha interna. As frequências testadas são: de 250Hz a 8kHz (250Hz; 500Hz; 1kHz; 2kHz; 3kHz; 4kHz; 6kHz e 8kHz). (Brasil, 1998)

Devem ser adotados cuidados especiais no momento da realização

da audiometria ocupacional, para obter dados confiáveis da audição do trabalhador e garantir o cumprimento dos preceitos legais, tais como:

- Audiômetro calibrado e certificado segundo a Norma ISO 8.253-1 (ISO, 1989);
- Cabine audiométrica ou ambiente acusticamente tratado de acordo com os limites permitidos pela Norma ISO 8.253-1;
- Exame realizado somente por médico ou fonoaudiólogo que são os profissionais legalmente habilitados;
- Acompanhamento sequencial obrigatório dos exames de audiometria ocupacional durante toda a vida laboral do empregado na empresa;
- Interpretação do resultado da audiometria ocupacional, de acordo com os normativos vigentes.

1.7 Justificativa do estudo

Apesar dos empregados da empresa na qual foi feito o presente estudo receberem treinamentos para reconhecer todos os riscos dos ambientes de trabalho, utilizarem equipamentos de proteção individual, participarem frequentemente de campanhas de conscientização e serem

submetidos a exames médicos periódicos, observou-se um aumento de diagnósticos de PAIR.

Os casos registrados são bastante heterogêneos. Existem diagnósticos de empregados que permanecem expostos a elevados níveis de pressão sonora e outros de empregados que se expõem a níveis muito próximos aos limites de tolerância.

Esta constatação demonstra a necessidade da empresa identificar não só os fatores internos, mas também os fatores externos que possam contribuir para o surgimento da PAIR.

Acredita-se que o estudo possa direcionar ações mais assertivas para minimizar novos diagnósticos; reduzindo, também, o risco potencial de perda financeira por redução do passivo trabalhista.

2 OBJETIVOS

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a incidência de perda auditiva por exposição a ruído entre trabalhadores de duas plantas de uma mineradora e pelletizadora de minério de ferro.

2.2 Objetivo Específico

Estimar a incidência de casos de PAIR entre trabalhadores expostos a intensidades diferentes de ruído.

Avaliar fatores de risco associados à perda auditiva induzida por ruído.

Estimar o efeito do tempo de exposição no aparecimento da perda auditiva.

Avaliar o perfil da pressão arterial dos trabalhadores das duas unidades industriais.

3 MÉTODOS

3 MÉTODOS

3.1 Desenho do estudo

O presente estudo de coorte histórica foi realizado com 1.069 trabalhadores de uma empresa mineradora e pelotizadora de ferro, no período compreendido entre os anos 2000 e 2010.

No estudo de coorte histórica os participantes são selecionados em um momento anterior ao início do estudo com base em registros de exposição e o desfecho de interesse é investigado com base nos registros clínicos destes participantes.

No presente estudo, os registros de avaliações admissionais e os exames periódicos são fontes confiáveis e padronizadas de dados.

Os trabalhadores foram divididos em dois grupos de acordo com critérios previamente estabelecidos. Os trabalhadores de ambos os grupos são treinados e orientados a utilizar equipamentos de proteção auditiva em ambientes ruidosos. Placas que sinalizam a obrigatoriedade de protetores auriculares estão instaladas nos acessos das áreas. A empresa disponibiliza gratuitamente aos trabalhadores equipamentos de proteção individual, conforme determina a legislação atual.

Os dados foram analisados a partir de prontuários médicos do Serviço de Saúde Ocupacional da empresa e avaliações quantitativas dos níveis de

exposição dos empregados ao agente ambiental ruído (dosimetrias) feitas pelo Setor de Higiene Ocupacional.

As audiometrias foram realizadas por especialista em audiologia com a supervisão de Médico do Trabalho e seguiram todas as obrigações constantes da legislação vigente. Os exames audiométricos foram realizados durante a admissão do empregado, 6 meses depois, a cada ano por ocasião do exame médico periódico, e na demissão. Foram incluídos no estudo, todos os exames realizados de janeiro de 2000 até dezembro do ano de 2010. Não houve contato direto entre o pesquisador e os trabalhadores.

Dentre as informações constantes dos prontuários dos participantes foram selecionadas: idade, pressão arterial e índice de massa corpórea (IMC).

3.2 Local do estudo

O estudo foi realizado com trabalhadores lotados em duas unidades industriais de uma mineradora e pelotizadora de ferro localizadas na região sudeste do Brasil. Fundada na década de 70, é uma empresa brasileira de mineração, de capital fechado. O principal produto são pelotas de minério de ferro que são comercializadas para a indústria siderúrgica mundial. Em 2012, a indústria vendeu sua produção para siderúrgicas de 25 países das Américas, Ásia, África, Europa e Oriente Médio.

A capacidade nominal produtiva instalada é de 22,250 milhões de toneladas anuais. Possui mais de 2,5 mil empregados diretos e 3,4 mil empregados indiretos. Atualmente é a segunda maior exportadora no mercado transoceânico de pelotas de minério de ferro do mundo.

A empresa possui dois concentradores instalados na Unidade 1, no Estado de Minas Gerais, que beneficiam o minério e aumentam o seu teor de ferro.

A estrutura conta ainda com três usinas de pelotização (que transformam o minério em pelotas) na Unidade 0, localizada no Estado do Espírito Santo.

As duas unidades industriais são interligadas por dois minerodutos, com quase 400km de extensão cada, que transportam a polpa de minério de ferro entre os dois Estados e passam por 25 municípios.

A empresa conta ainda com um terminal marítimo próprio, localizado na Unidade no Estado do Espírito Santo, por onde escoam toda a produção.

3.3 População

Dos exames audiométricos dos trabalhadores da mineradora (aproximadamente 2.300 empregados, em dezembro de 2010), foram selecionados 1.069, que haviam sido submetidos a exame admissional no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2007 e a exames sequenciais até

o mês de dezembro de 2010, com intervalos que variavam entre 6 meses e 1 ano.

Todos os trabalhadores foram submetidos a exame prévio de otoscopia após repouso auditivo de, no mínimo, 14 horas, para a realização dos exames.

Foi realizada uma análise do ruído ambiental e também avaliadas as audiometrias nos trabalhadores, no período compreendido entre os anos 2000 e 2010. Deste modo, foi possível avaliar a evolução das perdas auditivas e o tempo necessário para a audição ser considerada como fora dos padrões de normalidade.

3.3.1 Critérios de Inclusão

Como critérios de elegibilidade para o estudo, os trabalhadores deveriam ter sido admitidos no período compreendido entre os anos 2000 e 2007, e, no momento da admissão, apresentar resultados dos exames audiométricos considerados dentro dos padrões de normalidade.

3.3.2 Critérios de Exclusão

Foram excluídos do estudo os trabalhadores da empresa:

- que foram promovidos e/ou movidos de posto/área de trabalho, e que estas tenham gerado mudanças significativas no nível de exposição ao agente ambiental ruído;
- com diagnóstico confirmado de perda auditiva por outras causas, que não a exposição ao ruído. Nestes casos não seria possível determinar a normalidade dos resultados do exame audiométrico admissional;
- com audiogramas indicativos de perdas auditivas do tipo condutivo (não existe o fator neurossensorial. Ex: excesso de cera, inflamação, micose, etc.) ou mista, problemas auditivos associados a doenças ou exposições extra-ocupacionais significativas;
- que trabalham expostos a níveis de pressão sonora inferiores a 85dB. Estes empregados não são submetidos a exames de audiometria, pois não possuem exposição considerada ocupacional;
- que tenham se desligado da empresa no período da pesquisa.

Após a análise dos critérios de inclusão e exclusão previamente definidos, foram considerados no estudo 1.069 trabalhadores lotados nas áreas operacionais da mineradora. A jornada de trabalho para todos os indivíduos que participaram da pesquisa era similar (8 horas diárias), em áreas cujos níveis de pressão sonora variavam entre 85dB(A) e 100 dB(A).

Os trabalhadores foram divididos em dois grupos, de acordo com o nível de pressão sonora (NPS) médio, obtido através de medições quantitativas feitas com áudio-dosímetro e análise do histograma da exposição diária aos quais estavam expostos.

O grupo denominado “menos expostos” é formado por trabalhadores que exercem atividades nas áreas industriais e de mineração, expostos a níveis de ruído pouco acima dos limites de tolerâncias (entre 85dB e 88dB). Já os trabalhadores do grupo denominado “mais expostos” exerciam suas atividades expostos durante toda a jornada de trabalho a níveis de pressão sonora considerados críticos (> 88dB).

Os 1.069 indivíduos selecionados para a pesquisa, usavam EPI tipo “plug” de inserção ou tipo concha, cujo nível de atenuação do ruído (NRRsf), varia entre 16dB e 21dB.

3.4 Coleta de dados

O pesquisador visitou pessoalmente o serviço de saúde ocupacional e a área de higiene ocupacional de onde os dados foram coletados e analisou a rotina de realização de exames.

Os dados foram coletados nas unidades estudadas a partir de duas fontes: (1) prontuários médicos do Serviço de Saúde Ocupacional da empresa, dando maior ênfase aos exames de audiometria; (2) avaliações

quantitativas dos níveis de exposição dos empregados ao agente ambiental ruído (dosimetrias) por ocupação, realizadas pela área de Higiene Ocupacional da empresa.

Os prontuários médicos continham as informações sobre: identificação do empregado (nome, idade, cargo, setor, duração da jornada de trabalho diária, tempo de trabalho na empresa, etc.); doenças crônicas (hipertensão arterial, diabetes mellitus); uso de medicamentos; e, resultados das audiometrias.

Todas as audiometrias foram realizadas por especialista em audiologia com a supervisão de Médico do Trabalho em cabina acústica da marca Oto-Sonic (São Paulo, SP, Brasil), cujos níveis de pressão sonora em cada frequência estava de acordo com o preconizado nas Normas ANSI S3.6-1996, ISO 8253 e Resolução CFFa 364/09. Foi utilizado o audiômetro marca Interacoustics, modelo AD229d (Interacoustics, Rio de Janeiro, Brasil), previamente calibrado de acordo com as normas ANSI S3.6-1996 (ANSI, 1996) e ISO 8253 (ISO, 1989), e fones de ouvido marca Interacoustics, modelo DD45 (Interacoustics, Rio de Janeiro, Brasil).

O método escolhido para determinação dos limiares tonais aéreos foi o que consta na Portaria nº 19 (Brasil, 1998) e recomenda a pesquisa nas frequências: 500Hz, 1kHz, 2kHz, 3kHz, 4kHz, 6kHz e 8kHz.

Os exames audiométricos foram realizados na admissão, seis meses após, anualmente por ocasião do exame médico periódico e na demissão. Analisou-se a audiometria de referência e o último exame audiométrico de

cada participante, seguindo os parâmetros da legislação brasileira. (Brasil, 1998). Esta estabelece diretrizes e parâmetros mínimos para avaliação e acompanhamento da audição dos trabalhadores expostos a níveis de pressão sonora elevados (Brasil, NR-7, 1994).

Não houve contato direto entre o pesquisador e os trabalhadores.

Dentre as informações selecionadas, constantes dos prontuários dos participantes, estavam: idade, pressão arterial e IMC.

Para interpretação dos resultados dos exames audiométricos, foi utilizado o critério proposto no Anexo I da Norma Regulamentadora nº 7 (Brasil, 1994) e da Portaria nº. 19 de 1998 (Brasil, 1998).

Foram classificados como exames normais, ou dentro dos limites aceitáveis, os que apresentavam limiares auditivos de até 25dB(NA) para todas as frequências aplicadas nos testes.

Foram considerados como desencadeamento ou agravamento, e classificados como exames alterados, as audiometrias que na comparação com a audiometria de referência, mostraram uma diferença entre as médias aritméticas dos limiares auditivos no grupo de frequências de 500Hz, 1kHz e 2kHz, ou no grupo de frequências de 3kHz, 4kHz e 6kHz, valor $\geq 10\text{dB}$, ou $\geq 15\text{dB(NA)}$ em frequência isolada.

Os audiogramas que não se enquadram nas descrições anteriores foram considerados não sugestivos de PAIR e classificados como normais.

As informações referentes à análise ambiental do ruído constavam nos documentos do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) da empresa e também foram analisadas. O ruído foi avaliado pelo setor de Engenharia de Segurança do Trabalho da empresa pesquisada, e a avaliação foi realizada por grupos homogêneos de exposição (GHE) com amostras de trabalhadores de todos os setores, durante a jornada de trabalho.

Para as avaliações quantitativas de exposição real dos trabalhadores foi utilizado o dosímetro de ruído da marca Simpson Electric Co. modelo 897 (Wisconsin, EUA) calibrado acusticamente antes e após as avaliações. Os critérios e procedimentos para avaliação da exposição ocupacional ao ruído (nível critério igual a 85dB(A), tempo critério de 8 horas e fator de troca igual a 3) atenderem ao disposto na norma NHO-01 da FUNDACENTRO (FUNDACENTRO, 1980).

3.5 Análise estatística

A análise estatística consistiu de três etapas: análise univariada, análise bivariada e modelos de regressão.

Na análise descritiva as variáveis categóricas foram apresentadas segundo medidas de frequências absoluta e relativas e as variáveis contínuas segundo valores de tendência central e de dispersão: valores máximos, mínimos, média, desvio padrão e mediana.

Na análise bivariada foi utilizado o teste de Qui-quadrado para associação de variáveis categóricas. Para as variáveis contínuas a normalidade e a homogeneidade das variâncias foram analisadas pelos testes de Kolmogorov-Smirnov e Levene, respectivamente. (Callegari-Jacques, 2004). Como as variáveis não apresentaram esses princípios satisfeitos foi utilizado o teste U de Mann-Whitney para a comparação entre grupos em relação à idade, IMC e tempo transcorrido entre a admissão e o diagnóstico de perda auditiva. (Callegari-Jacques, 2004).

Na análise de regressão foram consideradas as variáveis preditoras unidade, exposição a ruídos, hipertensão e idade quanto a alteração auditiva e tempo para alteração auditiva por meio de modelos de regressão logística simples e múltipla.

No modelo múltiplo foram incluídas as variáveis explicativas que apresentaram significância estatística menor ou igual a 20% no modelo simples.

Uma das hipóteses deste estudo era que os trabalhadores expostos a níveis de ruído mais elevados desenvolveriam sintomas auditivos em maior frequência e em menor tempo. A fim de testar esta hipótese, os trabalhadores foram categorizados em dois grupos de exposição, com base no nível de exposição ao agente ambiental ruído. Assim, 248 trabalhadores ficavam expostos a níveis de ruído de 85dB(A) a 88dB(A) e 821 trabalhadores ficavam expostos à níveis acima de 90dB(A).

Para todos os testes o nível de significância máximo assumido foi de 5% ($p \leq 0,05$) e o pacote estatístico utilizado para a análise foi o SPSS versão 14.0 for Windows.

3.6 Aspectos éticos

Este estudo foi realizado dentro dos padrões de uma pesquisa de delineamento transversal, observacional, individual e retrospectivo, por meio da análise dos protocolos de monitoramento auditivo e dos registros médicos de empregados de uma empresa mineradora e pelletizadora de ferro de grande porte, que apresentaram alterações auditivas em exame audiológico periódico, de acordo com os critérios da Portaria do MT nº 19 (Brasil, 1998).

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo sob o número 094/10 (Apêndice 1).

4 RESULTADOS

4 RESULTADOS

4.1 Análise descritiva da população do estudo

Foram incluídos no estudo 1.069 trabalhadores: 174 (16,27%) do gênero feminino e 895 (83,73%) do gênero masculino. A idade média da população estudada era de 28,2 anos (DP=6,2 anos) com mínimo de 16 anos e máximo de 54 anos. A maior concentração de indivíduos estava na faixa etária entre 23,9 anos e 30,7 anos.

Para determinar o IMC (Índice de Quetelet) de cada trabalhador foram consideradas a massa corporal e a altura. O cálculo é feito de acordo com a fórmula: massa corporal / altura².

A massa corporal dos empregados variou de 42kg a 129kg, com média de 77kg e desvio padrão de 12,1.

A altura variou de 1,42m a 1,98m, com média de 1,73m. Observou-se que 75% dos empregados apresentaram altura acima de 1,68m.

O IMC calculado variou entre 16 e 41, e o valor médio encontrado foi de 25,6. Metade da população estudada apresentou IMC entre 23,6 e 27,2.

A Tabela 2 mostra a análise descritiva (variáveis) dos participantes do estudo.

Tabela 2 - Análise descritiva das variáveis contínuas

Estatística	Idade (anos)	Tempo de latência (anos)	Idade na alteração (anos)	Massa (kg)	Altura (m)	IMC
N						
Média	28,2	2,6	34,3	77,3	1,7	25,6
Mediana	26,7	2,0	33,3	77,0	1,7	25,3
DP	6,2	1,3	7,5	12,1	0,1	3,2
Mínimo	16,4	1,0	18,5	42,5	1,4	16,1
Máximo	54,1	6,0	55,1	129,5	2,0	41,8
Percentil 25	23,9	2,0	28,5	70,0	1,7	23,7
Percentil 50	26,7	2,0	33,3	77,0	1,7	25,3
Percentil 75	30,8	3,0	38,7	84,3	1,8	27,2

IMC = índice de massa corporal; N = quantidade de trabalhadores; “Missing” = medições não efetuadas ou perdidas; DP = desvio padrão

A Unidade 1 de trabalho possuía 30% a mais de empregados do que a Unidade 0. A maioria dos empregados faz parte da Gerência de Manutenção (29,3%, n=313), seguida pela Gerência Administrativa (16,7%, n=178) e Mineração (12,4%, n=133).

A Tabela 3 mostra a quantidade de trabalhadores analisados em cada unidade da mineradora.

Tabela 3 – Quantidade de trabalhadores analisados em cada unidade da mineradora

Unidade da trabalho	Frequência (%)
0	439 (41,1)
1	630 (58,9)
Total	1.069 (100)

% = porcento

Desses empregados, a maioria estava exposta a níveis de ruídos acima de 90dB(A), comprovadamente prejudiciais à capacidade auditiva em longo prazo. Os outros empregados ficaram expostos a níveis de pressão sonora próximas aos limites de tolerância, entre 85dB(A) e 88dB(A).

A Tabela 4 mostra a quantidade de trabalhadores expostos e não expostos a ruídos.

Tabela 4 - Quantidade de trabalhadores expostos e não expostos a ruídos

Situação	Quantidade de trabalhadores analisados (%)
Menos expostos a ruídos	250 (23,4)
Mais expostos a ruídos	819 (76,6)
Total	1.069 (100)

% = percento

O resultado do acompanhamento audiométrico dos empregados mostrou normalidade na grande maioria dos casos o que mostra baixo percentual de alteração.

A Tabela 5 apresenta a distribuição percentual da PAIR no total de participantes, de acordo com o local de trabalho e “status” de exposição. Aproximadamente 1/8 dos participantes apresentou PAIR.

Tabela 5 - Quantidade de trabalhadores das duas unidades estudadas com resultados de audiometria considerada normal ou alterada

Audiometria	Quantidade de trabalhadores analisados (%)
Normal	941 (88,0)
Alterada	128 (12,0)
Total	1.069 (100)

% = por cento

Na Unidade 1 houve uma perda 2,3 vezes maior que na Unidade 0. Quando a análise foi estratificada por exposição, o que se observou foi uma perda auditiva maior nos mais expostos em relação aos menos expostos. (p-valor de 0,005).

A quantidade de audiometrias alteradas não se configura representativo frente à quantidade total de exames realizados. Das classificadas como alteradas, 97 (9,1%) são relacionadas a empregados expostos a níveis de ruído considerados críticos e 31 (2,9%) são de empregados expostos a níveis de ruído próximos aos limites de tolerância.

Quando se relaciona as audiometrias alteradas, por grupo de exposição, verifica-se que o grupo de mais expostos apresentou uma quantidade absoluta maior de casos de alteração no limiar auditivo (97 trabalhadores) do que o grupo menos exposto (31 trabalhadores).

Quando casos de alteração, porém, foram analisados e comparados com a quantidade de empregados em cada grupo, percebeu-se que a taxa

de alteração do grupo menos exposto é maior do que a do grupo mais exposto, 12,4% contra 11,8%, respectivamente.

Na Tabela 6 pode-se observar a associação entre a unidade e a exposição do empregado a ruídos ($p\text{-valor}<0,001$), sendo o número de empregados mais expostos quase 2 vezes maior na unidade 1 em relação a unidade 0. Esta lógica se inverte quando se observa a quantidade de empregados menos expostos, na qual a Unidade 0 possui 1,7 vezes mais empregados do que a Unidade 1.

Tabela 6 – Quantidade de empregados expostos e não expostos a ruídos em cada unidade da mineradora

Unidade	Mais expostos N (%)	Menos expostos N (%)	Total N (%)
0	283 (64,5)	156 (35,5)	439 (100)
1	536 (85,1)	94 (14,9)	630 (100)
Total N(%)	819 (76,6)	250 (23,4)	1.069 (100)

N = quantidade de empregados; % = por cento

Na Tabela 7 observa-se a associação entre a unidade de trabalho e a hipertensão por meio do teste de Qui-quadrado ($p\text{-valor}=0,002$) e que a Unidade 1 possui 2,5 vezes mais hipertensos do que a Unidade 0, em número absoluto.

Tabela 7 – Quantidade de empregados hipertensos ou não hipertensos em cada unidade da mineradora

Unidade	Hipertenso N (%)	Não hipertenso N (%)	Total N (%)
0	35 (8,0)	404 (92,0)	439 (100)
1	89 (14,1)	541 (85,9)	630 (100)
Total N(%)	124 (11,6)	945 (88,4)	1.069 (100)

N = quantidade de empregados; % = por cento

A associação entre audiometria e unidade também foi significativa quando aplicado o teste do Qui-quadrado (p -valor = 0,005), e a Unidade 1 apresenta um número de alterações 2,4 vezes maior que a Unidade 0, como mostra a Tabela 8.

Tabela 8 – Quantidade de empregados submetidos à audiometria com resultados normais ou alterados em cada unidade da mineradora

Unidade	Audiometria		Total N (%)
	Alterada N (%)	Normal N (%)	
0	38 (8,7)	401 (91,3)	439 (100)
1	90 (14,3)	540 (85,7)	630 (100)
Total N(%)	128 (11,6)	941 (88,4)	1.069 (100)

N = quantidade de empregados; % = por cento

O próximo bloco de associações foi feito com relação ao áudio tonal, em que não se observa relação com a exposição (p-valor = 0,813), mas associação com hipertensão (p-valor = 0,035), audiometria (p-valor <0,0001) e unidade de trabalho (p-valor = 0,005).

A Tabela 9 mostra que, 17,2% dos empregados com alteração em áudio tonal apresentaram hipertensão e este percentual cai para 10,8% nos empregados sem esta alteração auditiva.

Tabela 9 – Quantidade de empregados da mineradora com ou sem hipertensão arterial sistêmica, submetidos a áudio tonal, com resultados normais ou alterados

Audio tonal	HAS		Total N (%)
	Hipertensos N (%)	Não hipertensos N (%)	
Normal	102 (10,8)	839 (89,2)	941 (100)
Alterado	22 (17,8)	106 (82,8)	128 (100)
Total N(%)	124 (11,6)	945 (88,4)	1.069 (100)

HAS = hipertensão arterial sistêmica; N = quantidade de empregados; % = por cento

Foram feitas as comparações do “rank” das variáveis contínuas (idade, tempo de latência, idade da alteração, altura, massa corporal e IMC) entre as duas unidades em estudo por meio do teste de Mann-Witney-Wilcoxon. Constatam-se resultados significativos para as variáveis de tempo de latência (p-valor <0,0001), altura (p-valor <0,0001) e massa corporal (p-valor = 0,004) do empregado. O tempo de letência foi maior para

a Unidade 1 (mediana = 3 contra mediana = 2 na Unidade 0), a altura e massa corporal foram maiores na Unidade 1, com mediana de 1,8m na altura e 77,7kg na massa corporal contra 1,7m de altura e 76,6kg de massa corporal na Unidade 0, como mostra a Tabela 10.

Tabela 10 - Variáveis contínuas para trabalhadores da mineração para cada unidade de lotação

Unidade		Idade (anos)	Tempo de latência (anos)	Idade na alteração (anos)	Massa corporal (kg)	Altura (m)	IMC	
1	N	630	90	90	629	630	629	
	Média	28,5	2,4	34,9	76,6	1,7	25,7	
	Mediana	26,9	2,0	33,7	76,6	1,7	25,3	
	DP	6,5	1,3	7,8	13,8	0,1	3,8	
	Mínimo	16,44	1,0	18,5	42,5	1,42	16,1	
	Máximo	54,11	6,0	55,1	129,5	1,98	41,8	
		25	23,8	2,0	29,0	66,7	1,7	23,1
	Percentil	50	26,9	2,0	33,7	76,6	1,7	25,3
		75	31,5	3,0	39,6	85,3	1,8	27,8
	0	N	439	38	38	439	439	439
		Média	27,8	3,1	32,7	78,3	1,7	25,6
Mediana		26,5	3,0	31,3	77,7	1,8	25,3	
DP		5,5	1,1	6,4	9,0	0,1	2,1	
Mínimo		18,1	2,0	22,9	50,7	1,5	21,0	
Máximo		49,8	6,0	47,0	108,4	1,9	38,7	
		25	24,1	2,0	27,5	73,0	1,7	24,2
Percentil		50	26,5	3,0	31,3	77,7	1,8	25,3
		75	29,5	4,0	36,8	83,8	1,8	26,6
p-valor		0,273	<0,001	0,141	0,004	0,000	0,500	

N = quantidade de trabalhadores; IMC = índice de massa corporal; * teste de Mann-Witney

O tempo de exposição necessário para o diagnóstico de PAIR nos empregados incluídos no estudo ficou distribuído assim: 1 ano (20-15,6%); 2 anos (57-44,5%); 3 anos (26-20,3%); 4 anos (10-7,8%); 5 anos (10-7,8%) e 6 anos (5-3,9%).

Pode-se observar que 80% das alterações audiométricas ocorrem nos três primeiros anos de exposição.

A mesma análise foi feita para as categorias de audiometria, em que observou-se significância para o “rank” de idade (p-valor <0,0001) e IMC (p-valor = 0,024).

A idade foi 4,1 anos mais baixa que para audiometria normal do que para a alterada.

Os valores de IMC também foram levemente superiores no grupo que apresentou audiometria alterada.

Os valores de altura e massa corporal não variaram de forma significativa entre os grupos. Os resultados são mostrados na Tabela 11.

Tabela 11 - Resultados da audiometria nos trabalhadores da mineração relacionada com as variáveis contínuas como idade, massa corporal, altura e IMC

Audiometria		Idade (anos)	Massa corporal (kg)	Altura (m)	IMC
Normal	N	941	940	941	940
	Mediana	26,4	77,0	1,74	25,2
Alterada	N	128	128	128	128
	Mediana	30,5	77,6	1,73	25,6
p-valor*		<0.0001	0,153	0,433	0,024

N = quantidade de trabalhadores; IMC = índice de massa corporal; * teste de Mann-Witney

A mesma análise foi feita para as categorias de exposição, em que foi observado resultado significativo para o “rank” de idade (p-valor = 0,014), altura (p-valor <0,001), massa corporal (p-valor <0,001) e IMC (p-valor <0,001).

O grupo de trabalhadores menos expostos possuía idade pouco maior que o dos mais expostos. Já para as variáveis: altura, massa corporal e IMC, foram observados valores maiores no grupo de mais expostos.

Tabela 12 – Variáveis contínuas para os grupos de trabalhadores não expostos e expostos ao ruído

Exposição		Idade (anos)		Tempo de latência (anos)	Idade da alteração (anos)	Massa corporal (kg)	Altura (m)	IMC
Menos exposto	N		250	31	31	249	250	249
	Média		28,8	2,7	33,7	73,9	1,7	25,0
	Mediana		27,6	2,0	30,8	75,5	1,7	24,7
	DP		6,2	1,5	7,9	12,2	0,1	2,8
	Mínimo		19,2	1,0	22,9	42,5	1,4	16,3
	Máximo		52,3	6,0	53,3	111,5	1,9	38,7
		25	24,8	2,0	28,0	64,6	1,7	23,4
	Percentil	50	27,6	2,0	30,8	76,0	1,7	24,7
		75	31,3	4,0	38,5	82,0	1,8	26,3
Mais exposto	N		819	97	97	819	819	819
	Média		28,0	2,6	34,5	78,4	1,7	25,8
	Mediana		26,5	2,0	33,7	77,3	1,7	25,5
	DP		6,2	1,2	7,3	12,0	0,1	3,3
	Mínimo		16,4	1,0	18,5	45,8	1,5	16,1
	Máximo		54,1	6,0	55,1	130,0	2,0	41,8
		25	23,7	2,0	28,5	71,3	1,7	23,9
	Percentil	50	26,4	2,0	33,7	77,3	1,7	25,5
		75	30,7	3,0	39,1	85,3	1,8	27,4
p-valor*			0,014	0,953	0,418	<0,0001	<0,0001	<0,0001

N = quantidade de trabalhadores; IMC = índice de massa corporal; * teste de Mann-Witney

A Tabela 13 mostra o tempo até ser observada alteração em grupos de trabalhadores mais expostos ao ruído nas duas unidades de lotação.

Tabela 13 – Tempo até ser observada alteração em grupos de trabalhadores mais expostos ao ruído nas duas unidades de lotação

Unidade		Tempo de latência (anos)
1	N	90
	Mediana	2,0
0	N	38
	Mediana	3,0
p-valor*		<0,0001

N = quantidade de trabalhadores; * teste de Mann-Witney

4.2 Regressão logística

Para investigar fatores de risco associados à perda auditiva foram adotados modelos de regressão logística, tendo a variável perda auditiva (sim ou não) como variável dependente em modelos simples que incluíram as variáveis explicativas seguintes:

- a) Exposição - os mais expostos foram todos aqueles que trabalhavam em áreas nas quais os níveis de ruídos estavam acima de 88dB;
- b) Unidade de trabalho - local onde os trabalhadores estavam lotados;
- c) Hipertensão - ser ou não hipertenso, tendo sido diagnosticado em exames periódicos; e,

- d) Grupo Etário - definido em tercís de participantes de acordo com a Tabela 14.

Para a análise de modelagem, optou-se por utilizar a variável idade de forma categórica, pois a sua categorização foi necessária. Nota-se certo balanceamento na distribuição das informações.

Tabela 14 – Frequência e percentual para categorias da variável idade

Categoria	Frequência	Porcentual
<24 anos e 11 meses	352	32,9
24 anos e 11 meses a 28 anos e 8 meses	354	33,1
>28 anos e 8 meses	363	34,0
Total	1.069	100,00

A Tabela 15 apresenta os resultados das regressões logísticas simples e múltipla. Foram incluídas no modelo múltiplo as variáveis que apresentaram $p \leq 0,2$ nos modelos simples.

Tabela 15 – Regressão logística: modelo simples e modelo múltiplo

Variável		Modelo simples		Modelo múltiplo*	
		Razão de chance	IC 95%	Razão de chance	IC 95%
Exposição	Menos exposto	1,00	-		
	Mais Exposto	1,28	0,55 - 2,95		
Hipertensão	Normotenso	1,00	-	1,00	-
	Hipertenso	1,71	1,03 - 2,82	1,31	0,78 - 2,20
Unidade	0	1,00	-	1,00	-
	1	1,76	1,18 - 2,63	1,64	1,09 - 2,46
Idade	<24 anos e 11 meses	1,00	-	1,00	-
	24 anos e 11 meses a 28 anos e 8 meses	1,52	0,88 - 2,64	1,58	0,91 - 2,75
	>28 anos e 8 meses	3,48	2,12 - 5,71	3	2,01 - 5,49

* p<0,2

Nos modelos simples constatou-se que apenas a exposição não se mostrou fator de risco significativo ($p=0,81$). Ser hipertenso ($p=0,04$), ou trabalhar na Unidade 1 ($p=0,01$), ou ter idade acima de 28 anos e 11 meses ($p=0,00$) mostraram ser fatores de risco significativos.

Ao incluir no modelo múltiplo ser hipertenso deixa de ser fator de risco significativo para perda auditiva induzida por ruído ($p=0,31$). Por outro lado, tanto trabalhar na Unidade 1 ($p=0,02$) quanto ter idade superior a 28 anos e 8 meses ($p=0,00$) permaneceram como fatores de risco significativos para perda auditiva induzida por ruído.

Os hipertensos têm maiores chances de apresentarem alteração do que os não hipertensos, e os empregados da Unidade 1 têm maiores chances de apresentarem alteração auditiva do que os empregados da

unidade 0, ou seja, a Unidade 1 é a mais arriscada quanto a alteração auditiva, independentemente da idade do empregado.

Ter idade acima de 28 anos e 8 meses se mostrou um fator de risco para perda auditiva quando comparado com o grupo mais jovem.

Por fim, foram ajustados modelos relativos ao tempo até a alteração auditiva, em que o tempo foi categorizado em “menor do que 3 anos” e “maior do que 3 anos”, e a categoria modelada tempo é “menor do que 3 anos”.

Para entender a relação entre a unidade, idade, exposição e hipertensão no tempo até a alteração auditiva, os modelos de regressão logística simples foram ajustados. Foi observada significância ($p\text{-valor}=0,002$) da unidade no tempo até a alteração auditiva, e a Unidade 1 tem maiores chances de apresentar tempo menor para alteração. No entanto, não foi observada significância para a idade, exposição, nem da hipertensão para o tempo até alteração auditiva.

5 DISCUSSÃO

5 DISCUSSÃO

5.1 Resultados Principais

O estudo mais profundo e detalhado da exposição dos trabalhadores a agentes ambientais potencialmente nocivos à saúde, com a aplicação de técnicas e metodologias científicas originadas da área de Higiene Ocupacional tem sido um grande aliado na busca pela identificação de fatores de risco para a saúde ocupacional.

Com a compreensão de que as atividades industriais e outras atividades de produção realizadas pelos seres humanos podem comprometer direta ou indiretamente a qualidade de vida e a saúde dos seres vivos, estudos epidemiológicos têm sido cada vez mais solicitados antes de serem autorizados novos empreendimentos industriais. Além disso, as empresas estão sendo pesadamente oneradas pelos órgãos fiscalizadores e judiciais por questões relacionadas à saúde ocupacional e segurança do trabalho.

Foi neste contexto que se desenhou este estudo de coorte histórica, no qual foram avaliados 1.069 trabalhadores de uma mineradora, acompanhando a evolução da capacidade auditiva dos mesmos por meio de exames audiométricos sequenciais, no período dos anos 2000 a 2010. Os indivíduos foram divididos em dois grupos, tendo como referência o nível de pressão sonora ao qual estavam expostos durante sua jornada de trabalho.

Os resultados demonstraram que 80% das alterações audiométricas ocorrem nos três primeiros anos de exposição. Além disso, foi demonstrado que existe associação entre apresentar perda auditiva e ter hipertensão, trabalhar na unidade 1 e pertencer à faixa etária mais velha, como investigado neste estudo.

5.2 Características do estudo

Optou-se por um estudo de coorte histórica, no qual os participantes foram observados por um período de tempo pré-estabelecido, cuja duração é dependente da enfermidade considerada, para que fossem verificadas mudanças na frequência da ocorrência da enfermidade associadas à presença do fator de risco. Como a unidade de observação era o indivíduo, o acompanhamento permitiu detectar as mudanças que ocorreram em todos os participantes do estudo.

Dos estudos epidemiológicos observacionais, os estudos de coorte são os que apresentam maior poder de inferência causal. As coortes concorrentes ou prospectivas são aquelas que apresentam menor viés de informação, uma vez que os dados de classificação de exposição e de ocorrência de doença são todos obtidos ou definidos pelo pesquisador.

Dentre as vantagens deste tipo de estudo pode-se destacar:

- Os estudos de coorte permitem o cálculo do risco de desenvolver

uma determinada enfermidade em indivíduos expostos a um fator de risco específico em relação aqueles não expostos a este mesmo fator de risco;

- O estudo pode ser planejado com exatidão e o risco de se chegar a conclusões falsas é menor;
- Os indivíduos expostos a ruídos e os não expostos são conhecidos previamente, antes de ter conhecimento dos resultados;
- Permite o cálculo de taxas de incidência em expostos e não expostos e, por meio destas, calcular o Risco Relativo (RR);
- O estabelecimento de critérios e procedimentos para condução do estudo antes que este se inicie, resulta que os dados sobre a exposição e a doença possam ser de excelente qualidade;
- Os dados são coletados durante a realização do estudo, minimizando, portanto, a possibilidade de introdução de vícios ao se obter as informações. O fator de exposição é definido no início do estudo não sofrendo influências da presença ou ausência do desfecho;
- As relações entre o fator de risco de interesse e outras enfermidades podem ser investigadas. O carácter prospectivo destes estudos permite analisar a relação entre os fatores em estudo e vários resultados esperados o que não é possível com outros estudos;
- O fato de os estudos de coorte serem prospectivos permite fazer uma medição das variáveis ou fatores que têm interesse de um modo completo, válido e preciso, primeiro, porque se determina

exposições no presente sem ter que recorrer à memória dos indivíduos ou outras fontes indiretas, o que poderia enviesar a determinação; segundo, porque as determinações são feitas antes do resultado esperado ter acontecido, evitando, assim, o enviesamento inerente à determinação da exposição num indivíduo que já conhece o seu estado como doente;

- Podem ser obtidas informações sobre os participantes nos quais houve mudança de exposição ao fator de risco;
- Não apresentam problemas éticos quanto à decisão em expor os participantes a fatores de risco ou tratamento como ocorre nos estudos experimentais;
- A seleção dos controles, ao contrário dos estudos de caso-controle, é relativamente simples.

As informações utilizadas apresentavam-se padronizadas e organizadas, e os registros de acompanhamento dos empregados participantes do estudo estavam estruturados nos prontuários médicos do serviço de saúde ocupacional da empresa - local do estudo.

A qualidade das informações foi verificada presencialmente, mediante visitas aos serviços médicos da empresa alvo do estudo, bem como avaliação do uso das técnicas, normas e legislações vigentes para realização dos exames e obtenção dos resultados.

Pode-se destacar como um ponto forte deste estudo a realização de um acompanhamento de 10 anos com audiometrias anuais. As dificuldades para manter o acompanhamento de trabalhadores por um período de tempo relativamente longo permite que outros estudos optem por um período de segmento mais curto.

5.3 Limitações do Estudo

Entre as limitações do estudo pode-se elencar a existência de duas unidades da empresa estudada, situadas em Estados diferentes, com equipes de trabalho, equipamentos e instalações distintas.

Apesar da distância entre as unidades estudadas (aproximadamente 500km), constatou-se que a empresa possuía instruções técnicas, procedimentos e normas padronizadas, equipamentos adequados e profissionais capacitados em ambas as unidades. Apesar de acreditar que este fato garante a qualidade das informações utilizadas, potencialmente poderia haver um viés de informação, mas a qualificação, o treinamento e a padronização formal minimizam sobremaneira esta possibilidade.

Não houve viés de seleção porque se trabalhou com toda a população de trabalhadores da empresa nas duas unidades, admitidos entre os anos 2000 e 2007.

Outra limitação que se pode pontuar é a possibilidade da exposição dos empregados incluídos no estudo a ruídos não ocupacionais, provenientes de fontes externas à empresa, tais como os existentes nos grandes centros urbanos ou o originado por uso de fones de ouvido. Não há como estabelecer esta exposição. Esta limitação foi minimizada por informações nos prontuários individuais de atividades extras porventura realizadas pelos empregados, que pudessem, mesmo que potencialmente, expô-los à níveis elevados de ruído.

Vale ressaltar que algumas variáveis podem influenciar o surgimento e diagnóstico de PAIR, dentre elas cita-se: exposição a produtos químicos ototóxicos, taxas metabólicas alteradas e doenças degenerativas. Todas estas possibilidades foram analisadas para minimizar erros na análise dos resultados obtidos.

5.4 Contextualização do estudo

A saúde auditiva do trabalhador vem recebendo destaque nas últimas décadas, pois os problemas encontrados não se limitam apenas à perda auditiva. Além dos problemas de saúde ocupacional por exposição a níveis elevados de ruído amplamente conhecidos, como a PAIR, zumbidos, irritabilidade, absenteísmo e aumento da pressão sanguínea, as empresas passaram a enfrentar perdas financeiras severas por questões impostas por novas legislações.

O ruído está presente entre os mais variados ramos de atividade econômica e muitas têm sido as pesquisas que apontam prevalências altas de PAIR, principalmente em indústrias com níveis de ruído acima dos limites de tolerância preconizados por lei (85dB(A)).

Os dados obtidos neste estudo revelam, porém, que profissionais que atuam em ambientes industriais, mesmo permanecendo em ambientes com ruído próximo ou até mesmo inferior a 85dB(A), podem apresentar piora dos limiares audiométricos, caracterizando lesão auditiva. Normalmente estes trabalhadores não são considerados como grupo de risco pelas empresas, refletindo no rigor e periodicidade em que o acompanhamento audiométrico destes é realizado.

Os resultados obtidos sugerem que os limites de tolerância utilizados atualmente no Brasil não asseguram a saúde auditiva dos trabalhadores, corroborando com alguns estudos realizados (Oliva, 2008; Guerra et al, 2005; Regazzi, 2005). As prevalências encontradas neste estudo, para exames audiométricos alterados, foram de 12%; inferiores as encontradas em outros estudos realizados. Deve-se considerar o fato de que esses estudos foram realizados com trabalhadores de diferentes categorias profissionais, em empresas de portes diferentes e com estrutura e organização dos seus serviços de saúde ocupacional distintos.

Os casos identificados no grupo de indivíduos menos expostos a ruídos podem estar relacionados com a percepção do risco por parte dos empregados e da empresa. Um nível de pressão sonora próximo dos limites

legais de tolerância podem transmitir a falsa sensação de segurança, de modo que, tanto os empregados quanto a empresa relaxem nos controles por acreditar que aquela situação já se encontra, de certa forma, controlada. Nestes casos, o trabalhador pode não utilizar os equipamentos de proteção auditiva durante toda a jornada pelo simples fato de não ter a real percepção dos danos que aquela exposição pode causar à sua saúde.

A percepção dos trabalhadores que executam suas atividades, expostos a níveis elevados de ruído é mais clara. Não restam dúvidas para este grupo de que o não uso de proteção auricular trará consequências negativas para sua capacidade auditiva. O grupo de expostos tende a se proteger mais e a empresa tende a priorizar seus investimentos e vigilância para estes empregados.

Em um estudo de prevalência realizado por Miranda et al. (1998b), a partir de dados audiométricos aplicados em 7.925 trabalhadores de 44 empresas industriais da região metropolitana de Salvador, a perda auditiva induzida por ruído foi de 35,7%. Em outro estudo de prevalência realizado, em 2002, por Araújo (2002) em uma metalúrgica a prevalência foi de 21,0%. Hanger e Barbosa-Branco (2004) obtiveram a prevalência de 48% e Lopes et al. (2009) de 24,75%.

Em outro estudo, em 2006, Caldart et al. analisaram trabalhadores de indústria têxtil e a prevalência de PAIR também foi superior a obtida no presente estudo, totalizando 105 trabalhadores, dentre os quais 52 (28,3%) apresentavam curvas audiométricas compatíveis com perda auditiva

induzida pelo ruído.

A prevalência de casos sugestivos de PAIR encontrada no presente trabalho, também foi menor que a verificada nos estudos realizados por: Oliva et al. (2011), Freitas et al. (2003), Barbosa (2001), Martins et al. (2001), Ferreira (1998), Miranda et al. (1998a), Miranda e Dias (1998), Oliveira et al. (1997), Ruggeri et al. (1991) e Santos (1998) os quais mostraram variação entre 28,5% e 46,2%.

Alguns estudos demonstraram que a exposição ao ruído e consequente perda auditiva, é o problema de saúde ocupacional mais prevalente nos ambientes industriais, corroborando com os achados de casos de PAIR entre os trabalhadores do estudo, expostos a elevados níveis de ruído. (Andrade et al., 2006; Guerra et al., 2005; Araújo, 2002)

Uma das variáveis que influenciam positivamente no diagnóstico de PAIR é a idade, segundo achados de Lopes et al. (2009, 2007). No presente estudo constatou-se que a idade dos empregados com exames alterados era maior que a mediana do grupo estudado, nas duas unidades corroborando com os estudos supracitados.

A prevalência de HAS (11,6%) observada no grupo de trabalhadores do estudo foi muito próxima daquela encontrada nos estudos de Cordeiro et al. (1998) e Santana et al. (2001), que trabalharam com outros grupos de profissionais e também àquela estimada para trabalhadores do Brasil (15%) determinada por Kholmann et al. (1999).

Quantidade maior de hipertensos na unidade 1 da mineradora pode ter relação com questões culturais da região onde a mesma está localizada, mais especificamente no tipo de alimentação e na forma de lazer dos residentes.

6 CONCLUSÃO

6 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que:

Foi verificada a incidência de 12% de casos de perda auditiva por exposição a ruído na população estudada;

Em relação aos dois grupos de exposição definidos neste estudo, não houve diferença na incidência de casos de perda auditiva induzida por ruído;

Entre os fatores de risco investigados no presente estudo, faixa etária mais avançada e a unidade de trabalho foram considerados fatores de risco significativos e robustos para perda auditiva induzida por exposição ao ruído;

Constatou-se que, no presente estudo, 80% das alterações audiométricas ocorrem nos três primeiros anos de exposição;

Encontrou-se um percentual maior de hipertensos entre os trabalhadores da Unidade 1.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

7.1 Considerações Finais

Atualmente, várias são as situações que promovem exposição a ruído em nossa vida cotidiana: a proximidade dos meios de transportes que circulam pelas ruas dos centros urbanos, o uso de eletrodomésticos nas atividades domésticas, o uso cada vez mais comum e constante de fones de ouvido para escutar música nas atividades de lazer, entre outros.

Estas situações, por si só, já podem ser consideradas potencialmente nocivas à saúde auditiva dos seres humanos, podendo causar sérios danos auditivos, dentre eles a perda auditiva induzida por ruído.

A PAIR é diagnosticada atualmente em uma quantidade cada vez maior de pessoas e, tendo em vista o prejuízo social e financeiro que causa, além de interferir e alterar substancialmente a qualidade de vida de seu portador, é imprescindível que se priorizem esforços no sentido de evitar o surgimento de novos casos.

As indústrias, pelas características de seu processo produtivo, nas quais é necessário usar máquinas e equipamentos de grande porte, se constitui em grande fonte potencial de ruído e, conseqüentemente, de casos de perda auditiva por exposição a estas fontes. Neste contexto, os trabalhadores industriais da indústria ficam expostos a uma dose diária de ruído substancialmente maior que grande parcela da população. A

exposição concomitante a ruído ocupacional e extra ocupacional aumenta o risco do surgimento de casos de PAIR nestes profissionais.

Não se pode esquecer, porém, que o ambiente de trabalho é apenas uma das variáveis que podem contribuir para o diagnóstico de PAIR. O tempo de exposição, a susceptibilidade individual e a necessidade de comportamentos seguros voluntários também são questões fundamentais que devem ser analisadas previamente à adoção de medidas corretivas ou preventivas.

No Brasil, embora existam legislações que asseguram os direitos e deveres dos empregados e empregadores frente à exposição a agentes ambientais potencialmente nocivos, dentre eles o ruído ocupacional, com o objetivo de prevenir riscos à saúde e promover a saúde, ainda é precário o interesse, o conhecimento e o desenvolvimento de ações preventivas eficazes que possam beneficiar os trabalhadores.

A experiência em higiene ocupacional do pesquisador demonstra que as indústrias concentram seus esforços e recursos para a conservação auditiva dos trabalhadores, e para a redução das taxas de perdas auditivas, prioritariamente em ambientes com níveis de pressão sonora altos. Na grande maioria dos casos, o uso de proteção auditiva é a única medida preventiva adotada. Sabe-se que a simples oferta do equipamento não garante seu uso adequado pelo trabalhador.

Sabe-se que o uso de equipamentos de proteção individual deve ser considerado como medida temporária de controle. A necessidade de um

comportamento adequado por parte dos trabalhadores, do uso correto por toda a jornada de trabalho e da escolha tecnicamente mais adequada para cada EPI torna esta medida precária, com muitas lacunas.

A minimização ou eliminação da exposição a agentes ambientais potencialmente nocivos deverá sempre priorizar a adoção de medidas de ordem geral que conservem o ambiente de trabalho dentro dos limites de tolerância, os chamados controles coletivos. No caso do ruído, pode-se atuar diretamente nas fontes por meio de substituição por outras menos ruidosas ou tratamentos acústicos, em sua trajetória mediante instalação de biombos ou barreiras acústicas ou na organização do trabalho, por rodizio de tarefas ou disponibilização de locais acusticamente protegidos para os trabalhadores.

A empresa estudada possui uma forte gestão com foco na identificação, avaliação e controle de todos os agentes ambientais potencialmente nocivos à saúde dos empregados. O ruído foi considerado como o agente mais crítico, com base em uma metodologia de avaliação de riscos bastante complexa e completa, desenvolvida pela própria empresa, que leva em consideração diversas variáveis e condições de trabalho, e que atendem as determinações das legislações nacionais e normas técnicas nacionais e internacionais vigentes (BRASIL, 1978). Todos os esforços e recursos são direcionados para a minimização da exposição dos empregados a níveis elevados de pressão sonora.

A empresa na qual foi feito o estudo possui um Programa de Conservação Auditiva já implantado e realiza audiometrias frequentemente, seguindo todas as recomendações técnicas e legais. Possui profissionais de saúde próprios e estrutura adequada para o atendimento dos empregados. Realiza treinamentos de proteção auditiva para todos os empregados anualmente. Possui certificação internacional para seu sistema de gestão de saúde e segurança do trabalho. Realiza monitoramentos qualitativos e quantitativos de todos os agentes ambientais existentes em seu processo produtivo.

As ações supracitadas em conjunto com um sistema de gestão efetivamente implantado e eficaz pode constituir uma explicação plausível para a baixa incidência de PAIR do estudo quando comparado com dados da literatura.

Apesar de todas as ações citadas já terem sido implantadas, de todos os investimentos em máquinas, equipamentos e capacitação, ainda assim foram diagnosticados casos de PAIR.

Esta questão, talvez, possa ser explicada se for levado em consideração o fator humano. O comportamento dos trabalhadores frente às questões de saúde ocupacional e de segurança do trabalho é diretamente influenciado por diversos fatores, como a postura de sua liderança, a valorização da saúde e segurança demonstrada pela empresa, o reconhecimento por parte dos próprios trabalhadores do benefício de se comportar de forma adequada para sua própria saúde, a frequência e

qualidade da fiscalização, entre outros. Some-se a estes a exposição aos ruídos existentes fora do ambiente da empresa, já citada anteriormente.

Ações de caráter educativo são fortemente recomendadas, para demonstrar aos empregados, expostos ou não expostos, a real necessidade de adoção das medidas preventivas com o objetivo de proporcionar mais segurança e uma melhor qualidade de vida.

Os efeitos potenciais da exposição ao ruído à saúde, especialmente a saúde auditiva, reforçam a necessidade de um investimento intenso na gestão, em ações corretivas de caráter coletivo e contínuo processo de avaliação dos Programas de Prevenção de Perdas Auditivas nas indústrias de transformação no País.

A preocupação com a qualidade de vida dos empregados é importante e vantajosa, uma vez que profissionais saudáveis e mais preparados do ponto de vista emocional e físico conseguem lidar melhor com as pressões no trabalho, acarretando, assim, maiores ganhos para a empresa. O empregado torna-se mais produtivo, as taxas de absenteísmo da empresa diminuem e o clima organizacional melhora.

Com o objetivo de ajudar a organização alvo do estudo na definição assertiva de ações preventivas e corretivas na minimização da exposição dos empregados ao ruído, planejou-se encaminhar os resultados desta pesquisa aos setores de saúde ocupacional e segurança do trabalho da empresa.

Planejou-se ainda, mediante a apresentação e divulgação dos resultados da pesquisa, alertar as empresas do parque industrial brasileiro quanto à necessidade de elaboração e implantação de programas mais adequados de saúde ocupacional, capazes de, verdadeiramente, reduzir as condições de exposição a agentes ambientais potencialmente nocivos à saúde dos trabalhadores.

Pretende-se, também, com a divulgação desta pesquisa, fomentar o interesse por parte de outros pesquisadores na condução de novas pesquisas e consequente aumento da produção científica sobre a exposição ao ruído entre trabalhadores industriais no Brasil, que ainda é insuficiente. Este fato restringe o conhecimento sobre as condições de trabalho e de saúde auditiva da população. Em consequência, há dificuldades para a identificação de processos e áreas prioritárias para a intervenção, e limitações importantes aos esforços que poderiam ser empreendidos para incluir a saúde auditiva entre as prioridades da saúde pública no país. Esse tipo de informação é essencial para gerar estimativas e subsidiar decisões e ações em favor da saúde dos indivíduos expostos a riscos na sua rotina de trabalho.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

- Almeida SIC, Albernaz PLM, Zaia PA, Xavier OG, Karazawa EHI. História natural da perda auditiva ocupacional provocada por ruído. *Rev Assoc Med Bras.* 2000;46(2):143-58.
- Amorin RB, Lopes AC, Santos KTP, Melo ADP, Lauris JRP. Alterações Auditivas da Exposição Ocupacional em Músicos. *Arq Intern Otorrinolaringol.* 2008;12(3):377-83.
- Andára SB. Perfil audiológico de trabalhadores expostos ao ruído usuários da unidade de saúde do trabalhador do município de Gravataí. [Especialização em Saúde Pública]. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2008.
- Andrade AIA, Russo ICP, Lima MLLT, Oliveira LCS. Avaliação auditiva em músicos de frevo e maracatu. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2002;68(5):714-20.
- Andrade WTL, et al. Achados audiométricos em trabalhadores expostos a ruído de uma usina sem programa de conservação auditiva. *Fono Atual.* 2006;9(36):17-22.
- ANSI. American National Standard. Maximum Permissible Ambient Noise Levels for Audiometric Test Rooms. S3.1 – 1996 Standard. 1996.
- Aragute M, et al. Caracterização do zumbido em trabalhadores atendidos no CEREST/SP. *Distúrbios da Comunicação,* 2000;11(2):207-25.
- Arakawa AM, Sitta EI, Caldana ML, Sales-Peres SHC. Análise de diferentes estudos epidemiológicos em audiologia realizados no Brasil. *Rev CEFAC.* 2011;13(1):152-8.

- Araújo AS. Perda auditiva induzida pelo ruído em trabalhadores de metalúrgica. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2002;68(1):47-52.
- Araújo CAF, Silva AA. PAIRO - Perda auditiva induzida pelo ruído ocupacional. *Rev Soc Otorrinolaringol.* 2004;4(2):36-43.
- Atti JL, Correa AG, Stefani F, Vaccaro S. Perda auditiva Induzida por ruído. *Rev. Cient AMECS.* 2000;9(2):40-4.
- Azevedo PM. Efeitos de produtos químicos e ruído na gênese de perda auditiva ocupacional. [Dissertação de Mestrado]. Rio de Janeiro (RJ): Fundação Oswaldo Cruz – Escola Nacional de Saúde Pública. Curso de Mestrado em Saúde Pública; 2004.
- Barbosa ASM. Ruído urbano e perda auditiva: o caso da exposição ocupacional em atividades ligadas à coordenação do tráfego de veículos no município de São Paulo [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo; 2001.
- Boger ME, Barbosa-Branco A, Ottoni AC. A influência do espectro de ruído na prevalência de Perda Auditiva Induzida por Ruído em trabalhadores. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2009;75(3):328-34.
- Brasil. Ministério da Previdência e Assistência Social. Norma técnica para avaliação da incapacidade – PAIR, de 05 de agosto de 1998. Aprova norma técnica sobre perda auditiva neurossensorial por exposição continuada a níveis elevados de pressão sonora. Ordem de serviço INSS/DSS no. 608, Brasília-DF; 1998a.
- Brasil. Ministério da Saúde. Perda auditiva induzida por ruído (PAIR). Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. Brasília: Editora do Ministério da Saúde. 2006. 40 p.

- Brasil. Ministério da Saúde. Segurança e Medicina do Trabalho – Norma Regulamentadora nº 7 (NR-7), Programa De Controle Médico de Saúde Ocupacional – Alteração Portaria GM/SSSTb n. 24, de 29 de dezembro de 1994 – (DOU 30.12.94).
- Brasil. Ministério da Saúde. Segurança e Medicina do Trabalho, Lei 6.514, de 22 de dezembro de 1977. Norma Regulamentadora 15 (NR-15), aprovada pela Portaria 3.214, de 8 de junho de 1978. Ed. São Paulo, 2007.
- Brasil. Ministério do Trabalho. Portaria n. 3214 de 08 de junho de 1978. Aprova as normas regulamentadoras do Capítulo V, Título II, das leis do trabalho, relativas a segurança e medicina do trabalho. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília (DF); Jul 6, 1978.
- Brasil. Ministério do Trabalho. Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho Portaria n. 19, de 9 de abril de 1998. Estabelece diretrizes e parâmetros mínimos para a avaliação e acompanhamento da audição dos trabalhadores expostos a níveis de pressão sonora elevados. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília (DF); 1998 Abr 9; Seção I:64-66. 1998b
- Bray A, Szymanski M, Mills R. Noise induced hearing loss in dance music disc jockeys and a examination of sound levels in nightclubs. J Laryngol Otol. 2004;118(2):123-8.
- Caldart AU, Adriano CF, Terruel I, Martins RF, Mocellin M. Prevalência de perda auditiva induzida pelo ruído em trabalhadores da indústria têxtil. Arq Int Otorrinolaringol. 2006;10(3):192-6.
- Callegari-Jacques SM. Bioestatística: princípios e aplicação. São Paulo: Artmed. 2004.
- Campelo LMP. Identificação de sintomas auditivos e extra auditivos em trabalhadores expostos a níveis elevados de pressão sonora e sua relação com o tempo de exposição. Rio de Janeiro; 2007.

- Carmo, L. I. C. Efeitos do ruído ambiental no organismo Humano e suas manifestações auditivas. 1999. 45 p. Monografia (Especialização em Audiologia Clínica) - CEFAC, Goiânia. 1999.
- Chioventa P, Pasqualetti P, Zappasodi F, Ercolani M, Milazzo D, Tomei G, et al. Environmental noise-exposed workers: Event-related potentials, neuropsychological and mood assessment. *Int J Psychophysiol*. 2007;65(3):228-37.
- Cordeiro R, Clemente ANG, Diniz CS, Dias A. Exposição ao ruído ocupacional como fator de risco para acidentes do trabalho. *Rev. Saúde Públ.* 2005;39(3):461-6.
- Cordeiro R, Lima Filho EC, Almeida IM. Pressão arterial entre trabalhadores de curtime. *Rev Saúde Pública* 1998;32:467-76.
- Corrêa Filho HR, Costa LS, Hoehne EL, Pérez MAG, Nascimento LCR, Moura EC. Perda auditiva induzida por ruído e hipertensão em condutores de ônibus. *Rev Saúde Públ.* 2002;36(6):693-701.
- Costa SS. Audição, comunicação e linguagem. In: Costa SS, Cruz OLM, Oliveira JA (Ed.). *Otorrinolaringologia: princípios e prática*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed; 2006.
- Costa CB, Gama WU, Momensohn-Santos TM. Eficácia do Protetor Auditivo de Inserção em Programa de Prevenção de Perdas Auditivas. *Arq Int Otorrinolaringol*. São Paulo. 2009;13(3):281-6.
- Daniell WE, Swan SS, McDaniel MM, Camp JE, Cohen MA, Stebbins JG. Noise exposure and hearing loss prevention programmes after 20 years of regulations in the United States. *Occup Environ Med*. 2006;63(5):343-51.
- Dias, A. Associação entre perda auditiva induzida pelo ruído e zumbidos. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 22, n.1, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.org/scielo/>>. Acesso em: 22 abr. 2013.

- Dias A, Cordeiro R, Corrente JE, Gonçalves CGO. Associação entre perda auditiva induzida pelo ruído e zumbidos. *Cad. Saúde Públ.* 2006;22(1):63-8.
- Dobie RA. The burdens of age-related and occupational noise-induced hearing loss in the United States. *Ear Hear.* 2008;29(4):565-77.
- Fernandes JC. A influencia dos protetores auditivos na inteligibilidade da voz. [Monografia] (Curso de Especialização) Universidade de São Paulo. Bauru. 2001.
- Fernandes JC. Avaliação da perda de audição induzida por ruído em trabalhadores expostos a níveis inferiores a 85 dBN. Simpósio de Engenharia de Produção; Bauru, 1999. Disponível em http://www.simpep.feb.unesp.br/anais_simpep_auz.php?e=6
- Fernandes M, Morata CM. Estudo dos efeitos auditivos e extra-auditivos da exposição ocupacional a ruído e vibração. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2002;68(5):705-12.
- Ferreira Jr M. Perda auditiva induzida por ruído. In: Ferreira Jr Ed. *Saúde do trabalhador*. São Paulo: Rocca; 2000, pág. 265-85.
- Ferreira Jr M. PAIR – Perda auditiva induzida pelo ruído: bom senso e consenso. São Paulo: VK Ltda. 1998, 121 p.
- Freitas RGF, Nakamura HY. Perda Auditiva Induzida por Ruído em Motoristas de Ônibus com Motor Dianteiro. *Saúde Rev Piracicaba.* 2003;5(10):13-9.
- FUNDACENTRO Norma de Higiene Ocupacional Procedimento Técnico – Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído. 1980.
- Gabas G. Escute bem e proteja-se. *Rev. Proteção.* 2007;181:54-61.
- Gonçalves CG. *Saúde do trabalhador: da estruturação à avaliação de programas de preservação auditiva*. São Paulo: Roca. 2009. 104 pág.

- Gonçalves CGO, Lacerda ABM, Ribas A, Oliva FC, Almeida SB, Marques JM. Exposição ocupacional ao ruído em odontólogos do Paraná: percepção e efeitos auditivos. *Rev. Odontol UNESP*. 2009;38(4):253-43.
- Gonçalves CGO, Mota PHM, Marques JM. Ruído e idade: análise da influência na audição em indivíduos de 50-70 anos. *Rev. Pro-fono*. 2009;21(4):57-61.
- Gonçalves VSB, Adissi PJ. Identificação dos níveis de pressão sonora em shopping centers na cidade de João Pessoa. *Ver Gestão Indust*. 2008; 4(3):146-59.
- Guerra MR, Lourenço PMC, Bustamante-Teixeira MT, Alves MJM. Prevalência de perda auditiva induzida por ruído em empresa metalúrgica. *Rev Saúde Pública*. 2005;39(2):238-44.
- Guida HL, Morini RG, Cardoso ACV. Avaliação audiológica em trabalhadores expostos a ruído e pragicida. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2010;76(4):423-7.
- Hanger MRHC, Barbosa-Branco A. Efeitos auditivos decorrentes da exposição ocupacional ao ruído em trabalhadores de marmorarias no Distrito Federal. *Rev Assoc Med Bras*. 2004;50(4):396-9.
- Hétu R, Quoc HT. Psychoacoustic performance in workers with NIHL. In: Axelson A, Bordigrevonk H, Hamernik RP, Hellstrom P, Henderson D, Salvi RJ, editors. *Scientific basis of noise-induced hearing loss*. New York: Thieme, 1996. p. 264-85.
- Hétu R, Jones, L, Getty L. The impact of acquired hearing impairment on intimate relationships: implications for rehabilitation. *Audiology*. 1993;32(6):363-81.
- Ibañez RN, Schneider IO, Seligman J. Anamnese dos trabalhadores expostos ao ruído. In: Nudelmann AA. et al. *PAIR – Perda Auditiva Induzida pelo Ruído*. Rio de Janeiro: Revinter; 2001, vol.2, 241 p.

- ISO - "International Organization for Standardization". Acoustics -- Audiometric test methods -- Part 1: Basic pure tone air and bone conduction threshold audiometry. ISO 8253-1:1989.
- Jansen EJM, Helleman HW, Dreschler WA, de Laat JAPM. Noise induced hearing loss and other hearing complaints among musicians of symphony orchestras. *Int Arch Occup Environ Health*. 2009; 82:153-64.
- Job RFS. The influence of subjective, reactions to noise on health effects of the noise. *Environ Int*. 1996;22:93-104.
- Johansson G, Evans GW, Cederström C, Rydstedt LW, Fuller-Rowell T, Ong AD. The Effects of Urban Bus Driving on Blood Pressure and Musculoskeletal Problems: A Quasi-Experimental Study. *Psychosom Med*. 2012;74(1):89-92.
- Kholmann Jr-O, Guimarães AC, Carvalho MHC, Chaves Jr-HC, Machado CA, Praxedes JN et al. III Consenso Brasileiro de Hipertensão Arterial. *Arq Bras Endocrinol Metab*; 1999;43:257-86.
- Kwitko A. Coletânea n.1: PAIR, PAIRO, RUIDO, EPI, EPC, PCA, CAT, Perícias reparação e outros tópicos sobre Audiologia Ocupacional. São Paulo: ITr. 2001. 144 p.
- Leite JCB, et al. Perdas auditivas induzidas por níveis elevados de pressão sonora. Uma proposta de classificação. *Otorrinolaringol*. 2001;1(1):7-12.
- Lopes AC, Nelli MP, Lauris JRP, Amorin RB, MeloADP. Condições de saúde auditiva no trabalho: investigação dos efeitos auditivos em trabalhadores expostos ao ruído ocupacional. *Arq Int Otorrinolaringol*. 2009;13(1):49-54.
- Lopes AC, Otubo KA, Basso TC, Marinelli EJI, Lauris JRP. Perda auditiva ocupacional: audiometria tonal x audiometria de altas frequências. *Arq Int Otorrinolaringol*. 2009;13(3):293-9.
- Lopes G, Russo ICP e Fiorini AC. Estudo da audição e da qualidade de vida em motoristas de caminhão. *Rev CEFAC*. 2007;9(4):532-42.

- Lutman ME. What is the risk of noise-induced hearing loss at 80, 85, 90 dB(A) and above? *Occup Med. (Lond)*. 2000;50(4):274-5.
- Martins AL, Alvarenga KF, Bevilacqua MC, Costa Filho AO. Perda auditiva em motoristas e cobradores de ônibus. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2001;67(4):467-73.
- Medeiros, L. B. Ruído: efeitos extra-auditivos no corpo humano. 1999. 36f. Monografia (Especialização em Audiologia Clínica) - CEFAC / Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica, Porto Alegre, 1999.
- Mello AP, Waismann W. Exposição ocupacional ao ruído e químicos industriais e seus efeitos auditivos: revisão de literatura. *Arq Otorrinolaringol*. 2004;8(3):226-34.
- Melnick W. Conservação Auditiva Industrial. In: Katz J. *Tratado de Audiologia Clínica*. São Paulo: Editora Manole LTDA, 1989. pág. 731-51.
- Merluzzi F. Programa di prevenzione dei danni auditivi da rumore. *Istituto di Medicina del Lavoro, Università di Milano*. 1989;(78):427-40
- Miranda CR, Dias CR. Perda auditiva induzida pelo ruído em trabalhadores em bandas e em trios elétricos de Salvador, Bahia. *Rev Bras Saude Ocup*. 1998;25(93/94):99-118.
- Miranda CR, Dias CR, Pena PGL, Nobre LCC, Aquino R. Perda auditiva induzida pelo ruído em trabalhadores industriais da região metropolitana de Salvador, Bahia. *Inf Epidemiol SUS* 1998a;7(1):87-94.
- Miranda CR, Dias CR, Pena PGL, Nobre LCC, Aquino R. Surdez ocupacional em trabalhadores industriais da região metropolitana de Salvador, Bahia. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 1998b;64(2):109-13.
- Nudelmann AA, Costa EA, Seligman J, Ibanez RN. PAIR - Perda auditiva Induzida pelo Ruído. Vol. II. Rio de Janeiro: Revinter. 2001a.

- Nudelmann AA, Costa EA, Seligman J. Ibañez RN. Atualização sobre os documentos do Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva. In: Nudelmann AA, Costa EA, Seligman J. Ibañez RN, organizadores. PAIR – Perda auditiva induzida pelo ruído. Rio de Janeiro: Revinter; 2001b, pág. 225-34.
- OHSAS 18001:2007 Sistema de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional. BSI Julho. 2007
- Oliva FC. Limites de tolerância para exposição ao ruído e o risco de mudança significativa de limiar auditivo [Dissertação]. Universidade Tuiuti do Paraná. Curso de pós-graduação; 2008.
- Oliva FC; Morata TC, Lacerda ABM, Steinmetz L. Mudança significativa do limiar auditivo em trabalhadores expostos a diferentes níveis de ruído. Rev Soc Bras Fonoaudiol. 2011;16(3):260-5.
- Oliveira TMT, Araújo AS. Eficácia do protetor auditivo de inserção em programa de conservação de perdas auditivas. Arq Int Otorrinolaringol. 2009;13(3):281-6.
- Oliveira TMT, Reis ABF, Bossi C, Pagnossim DF, Pereira LF, Mello MC et al. Implantação de um programa de conservação auditiva em uma indústria de bebidas. Rev Bras Saude Ocup. 1997;24(89/90):31-6.
- Passchier-Vermeer W, Passchier WF. Noise exposure and public health. Environ Health Perspect. 2000;108(1):123-31.
- Quick TC, Lapertosa JB. Contribuição ao estudo das alterações auditivas e de ordem neurovegetativa atribuíveis ao ruído. Rev Bras Saúde Ocup. 1983;9(36):50-6.
- Rabinowitz PM. Noise exposure e levels predict hearing loss in a modern industrial cohort? Occup Environ Med. 2007;64(2):53-9.

- Regazzi DR. O risco de danos auditivos induzido por ruído ambiental, substâncias ototóxicas e o nexo causal. *Rev Saúde Pub.* 2005;29(2):423-38.
- Ribeiro PJ, Iorio MCM, Fukuda Y. Tipos de zumbido e sua influência na vida do paciente: estudo em uma população ambulatorial. *Acta-Awho.* 2000;19(3):125-35.
- Rothman KJ; Sandergreenland SG; Timothy TLL. *Epidemiologia Moderna.* Porto Alegre, ARTMED. 2011
- Ruggieri M, Cattani S, Giardini LDL, Oliveira KAS. Deficiência auditiva induzida por ruído em 472 trabalhadores da região do ABC Paulista. *Arq Med ABC* 1991;14(1):19-23.
- Russo ICP, Santos TMM. *A prática da audiologia clínica.* São Paulo: Cortez, 1993. 253 p.
- Sabaté R. Ruído afeta saúde. In: Reimberg, C. *Do coletivo ao individual: medidas coletivas reduzem ruído e dão mais garantias de saúde ao trabalhador.* *Proteção.* 2007;20(85):48-60.
- Saliba TM. *Manual prático de avaliação e controle do ruído.* 3. ed. São Paulo: LTR, 2004. 110 pág.
- Sanchez L, Yanes, L. Abordaje de la salud de los trabajadores en El escenario de reajuste económico, la reconversión industrial y los cambios tecnológicos. *Salud de los trabajadores.* Maracay. 1995;3(1):35-42.
- Sanchez TG, et al. Zumbido em pacientes com audição normal: caracterização clínica e repercussões. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2005;71(4):427-31.
- Santana VS, Carvalho LC, Santos CP, Andrade C, D Oca G. Morbidade em candidatos a empregos na região metropolitana de Salvador, Bahia, Brasil. *Cad Saúde Pública* 2001;17:107-15.

- Santos JD, Ferreira MIDC. Variação dos limiares audiométricos em trabalhadores submetidos a ruído ocupacional. Porto Alegre, RS. Arq Int Otorrinlaringol. 2008;12(2):62-70.
- Santos LF, Shiraishi NY, Silva JS, Prioste SV, Koishi SM, Lima CJ et al. Estudo de prevalência da perda auditiva induzida por ruído em trabalhadores de uma indústria gráfica. Distúrb Comun. 1998;10(1):45-58.
- Santos SAB, Araújo CAF, Silva AA. Perda auditiva temporária em trabalhadores expostos a ruído. Rev Soc Otorrino. 2004;4(1):15-20.
- Seidman MD, Standring RT. Noise and Quality of Life, Int J Environ Res Public Health. 2010;7:3730-8.
- Seligman J. Efeitos não auditivos e aspectos psicossociais no indivíduo submetido a ruído intenso. Rev Bras Otorrinolaringol. 1993;59(4):257-9.
- Seligman J. Sintomas e sinais na PAIR. In: Nudelmann AA. et al. PAIR – perda auditiva Induzida pelo ruído. 1. ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2001, v. II.
- Seligman J, Ibañez RN. Considerações a respeito da perda auditiva induzida pelo ruído. Acta-Awho. 1993;12(2):75-9.
- Silva GLL, Gomes MVSG, Zaher VL. Perfil audiológico de motoristas de ambulância de dois hospitais na cidade de São Paulo, Brasil. Arq Int Otorrinolaringol. 2006;10(2):132-40.
- Silva LF; Mendes R. Exposição combinada entre ruído e vibração e seus efeitos sobre a audição de trabalhadores. Rev Saúde Pública. 2005;39(1):9-17.
- Siviero AB; Fernandes MJ, Lima JAC; Santoni CB, Bernadi APA. Prevalência de perda auditiva em motoristas de ônibus de transporte coletivo da cidade de Maringá, PR. Rev Cefac. 2005, 7(3):376-81.

- Stansfeld SA, Matheson MP. Noise pollution: non-auditory effects on health
Department of Psychiatry, Medical Sciences Building, Queen Mary.
University of London. London, UK. v. 68, p. 243-57. 2003.
- Teixeira CF, Augusto LGS, Morata TC. Saúde auditiva de trabalhadores
expostos a ruído e inseticidas. Rev Saúde Pub. 2003; 37(3): 417-23
- Teles RM, Medeiros MPH. Perfil audiométrico de trabalhadores do distrito
industrial de Maracanaú – CE. Rev. Soc Bras Fonoaudiol.
2007;12(3):233-39.
- Vasconcelos FS. Causa e norma na medicina do trabalho: o caso do
benzeismo. [Dissertação]. Salvador (BA): Universidade Federal da
Bahia, Curso de Pós-Graduação em Medicina; 1994
- WHO – “World Health Organization”. Noise. Environmental Health Criteria
12. Geneva. 1980.

Bibliografia adicional consultada

- Bauer P, Körpert K, Neuberger M, Raber A, Schwetz F. Risk factors for
hearing loss at different frequencies in a population of 47,388 noise-
exposed workers. J Acoust Soc Am. 1991;90(6):3086-98.
- Botelho CT, Paz APML, Gonçalves AM, Frota S. Estudo comparativo de
exames audiométricos em metalúrgicos expostos a ruído e ruído
associado a produtos químicos. Rev Bras Otorrinolaringol. 2009;75(1):51-
7.
- Brasil. Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT NBR ISO/IEC 9000
– Sistemas de Gestão da Qualidade – Fundamentos e Vocabulário. Rio
de Janeiro. 2005.

Brasil. Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT NBR ISO/IEC 9001 – Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos. Rio de Janeiro. 2008.

Brasil. Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT NBR ISO/IEC 14.001 – Sistemas de Gestão Ambiental – Requisitos. Rio de Janeiro. 2004.

Curado JAF, et al. A incidência de PAIR na lavanderia de um hospital universitário. Arq Otorrinolaringol. 2001;5(2):113-6.

El Dib RP, Atallah NA, Andriolo RB, Soares BGO, Verbeek J. A systematic review of the interventions to promote the wearing of hearing protection. São Paulo. Med J. 2007;125(6):362-9.

Vieira KG. Perda da força sofrida pelo arco do equipamento de proteção individual auricular tipo concha de acordo com o tempo de utilização. 2003. 73p. [Monografia] (Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho), Unesp, Bauru/SP, 2003.

APÊNDICE

CARTA DA COMISSÃO DE ÉTICA

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de 19.05.10, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº **094/10** intitulado: "INCIDÊNCIA DE PERDA AUDITIVA POR RUÍDO OCUPACIONAL (PAIRO) E HIPERTENSÃO ARTERIAL ENTRE TRABALHADORES DE UMA MINERADORA E PELOTIZADORA DE MINÉRIO DE FERRO" apresentado pelo Departamento de Patologia.

Cabe ao pesquisador elaborar e apresentar ao CEP-FMUSP, os relatórios parciais e final sobre a pesquisa .

Pesquisador (a) Responsável: Alfésio luís Ferreira Braga

Pesquisador (a) Executante: Bruno Vianna do Amaral

CEP-FMUSP, 19 de maio de 2010

Prof. Dr. Eduardo Massad
Coordenador
Comitê de Ética em Pesquisa