

**KATARINE MENEZES DA COSTA**

**ESTUDO DA AUDIÇÃO DE UM GRUPO DE FERROVIÁRIOS  
DO ESTADO DE SÃO PAULO.**

**MESTRADO EM FONOAUDIOLOGIA**

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO**

**SÃO PAULO  
2010**

KATARINE MENEZES DA COSTA

**ESTUDO DA AUDIÇÃO DE UM GRUPO DE FERROVIÁRIOS  
DO ESTADO DE SÃO PAULO.**

Dissertação apresentada a Banca examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Fonoaudiologia, sob a orientação da Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Iêda Chaves Pacheco Russo.

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO**

**SÃO PAULO**

**2010**

**KATARINE MENEZES DA COSTA**

**ESTUDO DA AUDIÇÃO DE UM GRUPO DE FERROVIÁRIOS  
DO ESTADO DE SÃO PAULO.**

Presidente da Banca:

---

**BANCA EXAMINADORA**

Profª Drª. \_\_\_\_\_

Profª Drª. \_\_\_\_\_

Profª Drª. \_\_\_\_\_

Aprovada em : \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmico e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação por processos de fotocópias ou eletrônicos.

Assinatura: \_\_\_\_\_

Local e Data: \_\_\_\_\_

*A vida é uma peça de teatro que não permite ensaios. Por isso, cante, chore, dance, ria e viva intensamente, antes que a cortina se feche e a peça termine sem aplausos.*

**Charles Chaplin**

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais, **José Newton Fernandes da Costa** e **Maria de Fátima Menezes da Costa**, pelo apoio ao se mostrarem presentes mesmo à distância e acima de tudo pelo carinho, preocupação, amor e aos valores ensinados, que fizeram com que a vontade de estudar e lutar pelos ideais fossem passadas a mim com tanta eficiência. Agradeço a vocês, especialmente por todo apoio, compreensão, paciência, torcida e amor dedicados a mim, os quais foram essenciais para a concretização dessa conquista, que não é minha, mas nossa.

À minha irmã, **Karoline Menezes da Costa** que, de perto ou de longe, sempre acompanhou minha jornada e torceu por mim; você está sempre no meu coração! E a minha irmã de coração **Tatá**, obrigada pela dedicação e pelo amor em todos os momentos da minha vida.

Ao meu namorado **Diego Marioto**, só nós sabemos o que significou essa batalha! Você, que esteve sempre do meu lado, dando incentivo, dicas e idéias, me deu também o que de melhor poderia: sua presença e seu amor! Juntos teremos muitos desafios, maiores e menores do que esse, mas o mestrado vai ficar pra sempre guardado na nossa história! Te amo! Agradeço também sua família que já é minha também: **Elizabete e Gimenes** e todos os outros que me aceitaram em sua família com tanto carinho!

A minha querida avó paterna **Adauta Fernandes da Costa** (*in memorian*), que por toda a vida lutou que eu realizasse os meus sonhos. Todo o dia pensava em você, pelos ensinamentos e pela saudade eterna.

Essa distância que nos separa é diminuída pelo infinito amor que sinto. Não posso deixar de agradecer também aos meus avós maternos, **Antônio Cosme de Menezes** e **Raimunda Amorim de Menezes** que sempre rezaram por mim, acreditaram e se orgulharam! Nunca esquecerei o amor e carinho de vocês, que fazem parte de mim, do que sou e do que serei!

## AGRADECIMENTOS

Durante os momentos que se passaram desde o início do mestrado, os momentos difíceis foram muitos. Em todos eles, contei com a ajuda de **Deus**. Por isso, em primeiro lugar, agradeço a Ele.

À minha orientadora **Profª Drª Iêda Chaves Pacheco Russo**, pessoa maravilhosa, justa e sincera que me fez acreditar em minha capacidade e por compartilhar comigo todo este trabalho, sendo uma interlocutora disposta a oferecer estímulos e principalmente orientar todas as questões, dúvidas e problemas que surgiram durante a realização desta dissertação. Obrigada pela atenção, apoio, compreensão, conselhos e principalmente pelo carinho que a senhora me deu. Sinto muito orgulho por ter compartilhado momentos de sabedoria e de companheirismo como sua orientanda. Minha admiração e respeito serão eternos!!!

A **Profª Drª Ana Claudia Fiorini** por fazer parte da banca de qualificação e defesa trazendo a importância de conteúdos para a concretização deste trabalho. Gostaria de deixar expresso todo o meu carinho, admiração, respeito e gratidão. Obrigada por tudo!

A **Profª Drª Daniela Gil**, pela gentileza, pela disponibilidade e pelos comentários e sugestões por ocasião do exame de qualificação. Suas contribuições tornaram minha caminhada mais focada e mais tranquila. Agradeço por todo carinho e apoio.

À **Fga. Ms. Gabriela Lopes**, pela sua participação e contribuições oferecidas no pré-projeto durante a disciplina Seminário de Dissertação II.

Aos Professores do Programa de Estudos de Pós-Graduação em Fonoaudiologia da PUC-SP.



Ao meu cunhado, **Gabriel Silva Cardoso** pelo apoio e força para a realização desta dissertação.

Às minhas queridas amigas e fonoaudiólogas **Marcela Silveira e Neruna Guedes**, presente em todas as etapas do mestrado. Vocês me deram muitos conselhos, ajudaram a me organizar, tranquilizando-me e incentivando-me. Também nossas conversas, “programinhas”, viagens, lanchinhos gostosos foram momentos de cumplicidade e diversão que me ajudaram a relaxar e “recarregar as baterias” para continuar trabalhando. Tudo isso por fim me mostrou que tenho vocês, duas grandes amigas de verdade.

Aos queridos amigos **Paula e Miguel**, pelo amor e cumplicidade que nos une, principalmente pelo amor que tenho por **Elisa**. Mesmo a distância vocês torceram por mim. Obrigada!

A **todas as colegas do mestrado**, em especial **Daniely Borges, Monique Lopes e Emanuelle Campos** e a todas que conheci durante o percurso do mestrado quero agradecer a vocês a oportunidade de ter dividido as minhas expectativas, frustrações e alegrias. Vocês têm grande participação nesta conquista!

Aos funcionários da clínica **Ladi, Leandro, Fábio, Carol e Sirleide**, pelo auxílio na convocação dos trabalhadores, assim como, pela gentileza e esclarecimento de dúvidas e na resolução de intercorrências surgidas no desenvolvimento deste trabalho. Obrigada por tudo!

A **João Matias**, funcionário da biblioteca da DERDIC - PUCSP pela assessoria na formatação dessa dissertação e nas pesquisas bibliográficas, e pelos papos descontraídos.

Aos **trabalhadores ferroviários**, que disponibilizaram seu tempo precioso de trabalho para contribuírem com este estudo. Agradeço pelo

acolhimento e interesse demonstrado e, sobretudo, por confiarem e acreditarem em mim.

A **Virgínia**, secretária do PEPG, pela atenção, paciência e tranquilidade.

Ao Médico do Trabalho **Dr. Luis Antônio Pimenta Rodrigues**, pelo empréstimo da clínica para que eu realizasse os exames para a realização desta pesquisa.

Aos meus amigos, **Erika Ribeiro, Marcelo Araújo, Gysa Hartery, Patricia Cavaliere e Milena Nóbrega** pelas palavras de incentivo e força em minha vida. Obrigada por acreditarem em mim, por me distraírem, me fazerem rir e por me ouvirem muito!

Ao meu grande amigo **Carlos Francisco Sousa**, por suas palavras de incentivo e força, sempre serenas e especiais em minha vida. Mesmo de longe você foi constantemente presente nesta etapa!

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)**, pela bolsa concedida, imprescindível para o desenvolvimento desse trabalho.

Enfim, agradeço a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para tornar esta pesquisa uma realidade.

Muito Obrigada!

## RESUMO

Costa KM. Estudo da audição em um grupo de ferroviários do Estado de São Paulo. São Paulo; 2010 [Dissertação de Mestrado - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP].

**Introdução:** Toda população direta ou indiretamente depende dos transportes públicos para a melhoria do trânsito e, com o crescimento acelerado das grandes cidades, só é possível atender essa demanda, por intermédio do transporte ferroviário. No desempenho de sua função estes profissionais podem apresentar diversos problemas de saúde e dentre eles, a deficiência auditiva. **Objetivo:** Este trabalho visa estudar a prevalência de alterações auditivas em um grupo de ferroviários do Estado de São Paulo e verificar a relação entre os resultados da avaliação audiométrica e hábitos de lazer desta população. **Método:** Foram avaliados 98 trabalhadores ferroviários, do sexo masculino, com idade entre 18 e 50 anos e com o tempo de profissão entre dez e 25 anos. Os sujeitos responderam a uma anamnese e realizaram uma audiometria tonal. Os audiogramas foram classificados segundo o critério de grupos sugerido por Fiorini (1994). **Resultados:** Do total de exames realizados, 57 sujeitos (58,2%) apresentaram audiogramas dentro dos padrões de normalidade (Grupo 1) e 41 sujeitos (41,8%) foram classificados como tendo audiogramas sugestivos de PAIR (Grupo 2). Dentre os 57 audiogramas do Grupo 1 (100%), 32 (56,1%) foram classificados como dentro dos padrões de normalidade, com entalhe unilateral; 18 (31,6%) foram classificados como dentro dos padrões de normalidade, com entalhe bilateral e 7 (12,3%) apresentaram audiograma dentro dos padrões de normalidade. Dos 41 audiogramas do Grupo 2 (100%), 32 (78%) foram sugestivos de PAIR bilateral e 9 (22%) de PAIR unilateral, sendo que as orelhas contralaterais apresentaram audição dentro dos padrões de normalidade. O maior comprometimento auditivo foi encontrado nas frequências de 4 kHz e 6kHz. As variáveis qualitativas: tempo de profissão (0,022) e exposição anterior a ruído (0,046) influenciaram estatisticamente os resultados da avaliação audiométrica. **Conclusões:** A prevalência de alterações auditivas na população estudada foi de 41,8% e não houve diferença estatisticamente significativa entre os resultados da avaliação audiométrica e os hábitos de lazer.

**Palavras-Chave:** Audição, Perda Auditiva Induzida por Ruído, Saúde Ocupacional, Ferroviários.

## ABSTRACT

Costa KM. Hearing in a group of railroad state of São Paulo. São Paulo, 2010 [Mater's Dissertation – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUCSP].

**Introduction:** The whole population depends direct or indirectly on public transportation for the improvement of the traffic and, with the accelerated growth of the big cities, it is only possible to supply this demand, by means of rail transportation. While performing their roles, these professionals, may present many health problems including hearing disabilities. **Objective:** This body of work was aimed at studying the prevalence of hearing alterations in a group of rail workers in the State of São Paulo. **Method:** 98 male rail workers, aged between eighteen and fifty years old and who had been working in the profession from ten to twenty-five years, were evaluated. The subjects replied to an anamnesis and the tonal audiometric were performed. The audiograms were classified according to the group criteria suggested by Fiorini (1994). **Results:** From the total number of exams performed, 57 subjects (58,2%) have audiograms within normal parameters (Group 1) and 41 subjects (41,8%) were classified as having audiograms that suggest Noise Induced Hearing Loss (NIHL) (Group 2). From 57 audiograms in group 1 (100%), 32 (56,1%) were classified within normal parameters, with unilateral etchings; 18 (31,6%) were classified within normal parameters, with bilateral etchings and 7 (12,3%) have shown audiograms within normal parameters. From 41 audiograms group 2 (100%), 32 (78%) have suggested bilateral NIHL and 9 (22%) have suggested unilateral NIHL, considering that the contra lateral eras have presented hearing within the normal parameters. The major hearing endangerment was found in the frequencies of 4 kHz and 6 kHz. The qualitative variables: time in the profession (0,022) and previous exposure to noise (0,046) have statistically influenced the results of the audiometric evaluation. **Conclusions:** The prevalence of hearing alterations within the studied population was of 41,8% and there were no statistically significant differences among the results of the audiometric evaluation and the leisure habits.

**Key words:** Hearing, Noise Induced Hearing Loss, Occupational Health, railroad.

# SUMÁRIO

<b>DEDICATÓRIA</b> .....	<b>i</b>
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>iii</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vii</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>ix</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>x</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b> .....	<b>xi</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVO</b> .....	<b>4</b>
2.1 Objetivo Geral .....	4
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>5</b>
3.1 A natureza do ruído na ferrovia .....	5
3.2 Os efeitos do ruído na audição .....	9
3.3 Estudos realizados com ferroviários .....	16
<b>4. MÉTODO</b> .....	<b>23</b>
4.1 Critérios para seleção dos sujeitos .....	23
4.2 Considerações Éticas .....	23
4.3 Procedimentos .....	24
4.4 Critérios para análise dos resultados audiométricos .....	26
4.5 Método estatístico .....	27
<b>5. RESULTADOS</b> .....	<b>28</b>
<b>6. DISCUSSÃO</b> .....	<b>36</b>
6.1. Discussão dos resultados referentes à avaliação audiométrica e os resultados obtidos na anamnese. ....	37
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>41</b>
<b>8. CONCLUSÃO</b> .....	<b>42</b>
<b>9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>43</b>
<b>10. ANEXOS</b> .....	<b>47</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado da avaliação audiométrica, segundo o critério utilizado por Fiorini (1994), em porcentagem (%), para cada grupo. ....	28
Tabela 2 - Resultado das 82 orelhas de acordo com os diferentes limiares audiométricos (dB NA) nas oito frequências (f) sob teste (kHz), no grupo 2.....	29
Tabela 3 - Análise descritiva completa para as variáveis: anos de profissão e idade. ....	29
Tabela 4 - Resultado da avaliação do questionário no grupo de ferroviários, segundo a variável faixa etária. ....	30
Tabela 5 - Resultado da avaliação do questionário no grupo de ferroviários, segundo a variável Distribuição de Função .....	31
Tabela 6 - Resultado da avaliação do questionário no grupo de ferroviários, segundo a variável das respostas dadas na anamnese. ....	32
Tabela 7 - Resultado da avaliação audiométrica em um grupo de ferroviários, segundo a variável das respostas dadas na anamnese. ....	33
Tabela 8 - Resultado da avaliação audiométrica para as orelhas direita e esquerda dos sujeitos dos grupos Normal e PAIR.....	34
Tabela 9 - Comparação das Frequências .....	35

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição da Faixa Etária dos sujeitos avaliados. ....	30
Figura 2 - Distribuição da Função dos sujeitos avaliados. ....	31
Figura 3 - Distribuição das respostas dadas na Anamnese .....	32
Figura 4 - Comparação das Orelhas na Audiometria .....	33
Figura 5 - Distribuição da classificação Normal/ PAIR segundo a orelha. ...	34
Figura 6 - Distribuição da Média dos limiares tonais por freqüência .....	35

## LISTA DE ABREVIATURAS

ALL – América Latina Logística

ACOEM – *American College of Occupational and Environmental Medicine*

ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos

CPTM – Companhia Paulista de Trens Metropolitanos

CND – Conselho Nacional de Desestatização

CNRCA – Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva

CBTU/SP – Companhia Brasileira de Trens Urbanos de São Paulo

CCE – Células Ciliadas Externas

dBNA – Decíbel Nível de Audição

dB(A) – decibel Escala de Compensação A

DNIT – Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes

EPI – Equipamento de Proteção Individual

EEP – Equipamento Estéreo Pessoal

FEPASA – Ferrovia Paulista S/A.

ISO – *International Organization for Standardization*

km/h – quilômetros/hora

kHz – quiloHetz



Leq – Nível Sonoro Equivalente

MTL – Mudança Temporária de Limiar

MPL – Mudança Permanente de Limiar

NR – Norma Regulamentadora

PAIR – Perda Auditiva Induzida por Ruído

PAINPSE – Perda Auditiva Induzida por Níveis de Pressão Sonora Elevados

PCMSO – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional

RFFSA – Rede Ferroviária Federal S.A

SR – Superintendências Regionais

SNAC – Sistema Nervoso Auditivo Central

SPR – São Paulo Railway Company

UE – União Européia

VLT – Veículos Leves Sobre Trilhos

## 1. INTRODUÇÃO

---

Com o acelerado crescimento industrial decorrente do sistema capitalista, os trabalhadores estão cada vez mais expostos a vários agentes nocivos à saúde e, dependendo das condições, o trabalho deixa de ser um motivo de subsistência, transformando-se em um desgaste ao homem. Com efeito, são muitos os problemas decorrentes do ruído, que vão desde a dificuldade na comunicação, o estresse, a falta de concentração no trabalho até os distúrbios físicos, dificuldades mentais e emocionais, mas principalmente a perda auditiva.

As políticas públicas de transporte no Brasil priorizaram apenas o transporte rodoviário, tanto o coletivo como o individual, tais como: corredores de ônibus, viadutos e túneis. As conseqüências não podiam ser outras senão o aumento descontrolado do trânsito, da poluição, do número de acidentes e dos custos operacionais do transporte público. Esse modelo oferece um limite relativamente baixo de capacidade de transporte, sendo ideal para pequenas cidades ou para integrar e complementar outros modais de alta capacidade nos centros urbanos, como metrô e trens.

Grandes cidades como São Paulo, Rio de Janeiro ou mesmo outras capitais requerem um sistema complexo de transporte, de alta capacidade e eficiência ao mesmo tempo. A única maneira de se atender a demanda necessária nessas cidades é por intermédio de metrô e trens de subúrbio, formando a espinha dorsal do sistema, e integrada como ônibus ou Veículos Leves sobre Trilhos (VLT) para efetuar as ramificações necessárias em torno das estações. É assim que ocorre, por exemplo, em grandes centros urbanos do mundo como Paris, Londres e Nova Iorque (Facini, 2007).

Com a implantação de linhas de trem de alta velocidade no Japão e na Europa, a partir dos anos 80, não foi mais possível ignorar o problema do ruído ferroviário, em virtude do impacto ambiental causado por esse tipo de sistema (Ortíz, 2000).

Antes de iniciarem seus estudos investigando as melhores soluções para a redução deste ruído, pesquisadores precisaram equacionar o problema, recorrendo à coleta de dados e a tomadas de medidas de ruído externas, isto é, na parte externa dos trens e na lateral das vias ferroviárias.

No setor ferroviário, as pesquisas de ruído foram sendo implementadas pouco a pouco e os estudos nessa área vêm progredindo desde meados dos anos 80 e início dos anos 90.

Na década de 90, com esses dados já trabalhados, as pesquisas deram sequência à implementação de normas sobre ruídos e componentes ferroviários, especialmente, na Europa, bem como ao aprofundamento das pesquisas para identificação das origens do ruído ferroviário e seus mecanismos de atuação (Lage, 2003).

A grande maioria das pesquisas se concentra na transmissão e efeitos do ruído sobre comunidades residentes próximas às ferrovias e edificações vizinhas, no que tange ao transporte urbano. A escassez de material de pesquisa relacionada com o passageiro embarcado nos trens metropolitanos não significa que o tema não seja relevante; mas sim que outros tipos de trens foram priorizados até agora, pelo incômodo que causam à população: os trens de carga e os trens de alta velocidade (Luz, 2006).

O transporte ferroviário gera um barulho intenso ao longo do trajeto, como: os apitos, freadas, o atrito das rodas nos trilhos, que podem gerar incômodos, além de efeitos à audição. Diariamente, são transportados cerca de 3,3 milhões de passageiros, embora este transporte represente um grave

problema na organização urbana da cidade, de acordo com a Revista Ferroviária (2008).

No Brasil, estudos sobre incômodo na população não são comuns e, quando ocorrem, frequentemente são executados por engenheiros que focam a atenção na avaliação quantitativa da poluição sonora. Na Fonoaudiologia, os estudos sobre o ruído e seus efeitos na saúde são realizados em populações de trabalhadores de indústrias, partindo, portanto, das exposições ocupacionais. Porém, o ruído é um problema de saúde pública, extensivo à toda a população e, desta forma, os estudos sobre incômodo são importantes não somente para a avaliação qualitativa dos índices de poluição, mas principalmente, na geração de subsídios para as ações de educação ambiental.

A Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR) é uma das patologias ocupacionais estudadas com maior afinco nas últimas décadas. Geralmente, é encontrada em trabalhadores expostos a um índice elevado de ruído, sem que haja correlação direta com o tempo de exposição, mais sim com a persistência de uma elevada intensidade sonora e o agravamento dessa perda auditiva pode se dá pela somatória destes dois fatores. É uma patologia que pode ser prevenida com o uso de equipamento de proteção individual (EPI) e mecanismos de diminuição de ruído na fonte e/ou no ambiente de trabalho.

Diante desta realidade surge a hipótese deste trabalho, ou seja, a de que a super exposição a níveis de pressão sonora elevados de ruído associada a hábitos de lazer em locais ruidosos poderia desencadear ou agravar as alterações na audição em um grupo de trabalhadores ferroviários.

## **2. OBJETIVO**

---

### **2.1 Objetivo Geral**

Este trabalho visa estudar a prevalência de alterações auditivas em um grupo de ferroviários do Estado de São Paulo e verificar a relação entre os resultados da avaliação audiométrica e hábitos de lazer desta população.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

---

Nesse capítulo serão apresentados os estudos mais relevantes da literatura englobando os seguintes itens: natureza do ruído na ferrovia, efeitos do ruído na ferrovia e estudos realizados com ferroviários.

#### 3.1 A natureza do ruído na ferrovia

O ruído é uma das ameaças à saúde pública mais disseminadas nos países industrializados. A sua redução é, por conseguinte, necessária, não só por razões de conforto, mas também para atenuar efeitos sanitários adversos, como, por exemplo, problemas cardiovasculares e deficiências cognitivas. O caminho-de-ferro é, em geral, considerado um dos modos de transporte mais respeitadores do ambiente. Todavia, o contributo do transporte ferroviário para a poluição sonora é significativo, com cerca de 10% da população expostos a níveis de ruído, superiores ao limiar de “incômodo grave” (Jakovljevic, 2006).

Em algumas regiões europeias, há uma considerável oposição do público ao ruído ferroviário, com exigência de iniciativas políticas que visem a sua redução. Se não forem tomadas medidas corretivas, poderá haver restrições ao tráfego ferroviário ao longo dos mais importantes corredores ferroviários europeus, com destaque para os comboios de mercadorias, e os estrangulamentos resultantes terão provavelmente efeitos adversos para as economias europeias. Por outro lado, uma eventual troca do modo ferroviário pelo rodoviário nestes corredores agravaria os impactos ambientais, nomeadamente as emissões de gases com efeito estufa, visto

que as emissões específicas de CO<sub>2</sub> do transporte por caminho-de-ferro são significativamente menores do que as do transporte por estrada. E isto aconteceria no momento em que a Comunidade pondera a oportunidade de desenvolver uma rede ferroviária que dê prioridade ao transporte de mercadorias.

Considera-se ruído de tráfego ferroviário o ruído gerado e radiado lateralmente, em relação à linha férrea, somado ao ruído existente dentro das próprias composições. Este ruído apresenta algumas características particulares: tem uma “assinatura” temporal, ou seja, a passagem de um comboio tem uma evolução no tempo distinta de outros tipos de fontes; a fonte do ruído encontra-se bem situada no espaço (Paiva, 1997).

Em termos teóricos, a modelação do ruído do tráfego ferroviário depende do tipo de fonte sonora considerado. De fato, cada comboio pode ser tratado como um conjunto de fontes sonoras pontuais em movimento, ou como uma fonte sonora de linha (Pereira, 2004).

Os trens geram vibrações ao passar por túneis. Estas vibrações propagam a partir das ferrovias que dão estabilidade para o solo e são subsequentemente transmitidos para a estrutura de edifícios de suas proximidades (Miedema, 2001).

O contato roda/ trilho é a principal fonte de ruído ferroviário para velocidades próximas de 80 km/h. Portanto, as superfícies planas do trilho e da roda são de vital importância, pois na sua ausência, as imperfeições geram ruído, uma vez que são duas superfícies metálicas em contato e sujeitas ao atrito. Qualquer defeito, por menor que seja, na região do contato, tanto nos trilhos como nas rodas, deve ser investigado quando se pretende mitigar o ruído primário de um dado sistema ferroviário (Mayou, 2000).

Atualmente, as políticas ambientais estão voltadas para o abatimento do ruído gerado pelos sistemas de transportes, principalmente nos modais

terrestres. No setor ferroviário, as pesquisas de ruído foram sendo implementadas pouco a pouco. Com a implantação de linhas de trem de alta velocidade no Japão e na Europa, a partir dos anos 80, não mais se pode ignorar o problema do ruído ferroviário, em função do seu impacto ambiental, motivando o aprofundamento das pesquisas para identificação das origens do ruído ferroviário e seus mecanismos de atuação. Esses conhecimentos propiciaram uma atuação direta sobre a fonte do ruído, não se atendo somente à adoção de medidas mitigadoras e compensatórias. Atualmente, as preocupações com as conseqüências da poluição ambiental sobre o ser humano e o próprio meio vêm gerando grande discussão e impacto mundial e novas leis são aprovadas, restringindo-se cada vez mais os níveis de poluição permitidos em todos os segmentos, inclusive no controle da emissão de ruídos (Gauchard, 2003).

O ruído proveniente dos transportes é gerado principalmente pelo sistema de propulsão do veículo (motor, turbina) e pelo atrito com o meio (veículo/ar) e com a via (contato pneu/pavimento), durante o seu deslocamento e em função da velocidade, e se expande na área ao redor do veículo em deslocamento. O contato roda/trilho é a principal fonte de ruído ferroviário para velocidades próximas de 80 km/h. Portanto, a planicidade das superfícies do trilho e da roda é de vital importância, pois na sua ausência, as imperfeições geram ruído, uma vez que são duas superfícies metálicas em contato e sujeitas ao atrito. Qualquer defeito, por menor que seja, na região do contato, tanto nos trilhos como nas rodas, deve ser investigado quando se pretende mitigar o ruído primário de um dado sistema ferroviário (Massarani, 1999).

Os mecanismos associados com a interação da roda e o trilho dominam a produção de ruído de operações ferroviárias em velocidades convencionais e são bastante significativos nos trens de alta velocidade. O ruído roda/trilho pode ser dividido em três categorias. O ruído de rolamento, que ocorre em trilhos retos e são predominantemente causados por



ondulações na superfície das rodas e dos trilhos que induzem uma vibração vertical relativa. O ruído de impacto, que pode ser considerado uma forma extrema do ruído de rolamento, devido a descontinuidades na superfície das rodas e dos trilhos, causando também uma excitação vertical, porém descontínua. E, finalmente, o ruído de esmerilhamento, que ocorre em curvas de raio apertado, e é usualmente induzido por um mecanismo de excitação lateral (Heckl et al, 1995).

O ruído emitido por um veículo ferroviário depende do tipo de trem em movimento, das condições de operação da via, da velocidade de percurso, das condições de manutenção das vias e também do tipo de superestrutura existente (fixação direta, fixação elástica, via em lastro, presença ou ausência de dispositivo para atenuação de vibrações). Além da via, outro fator que contribui para o aumento do ruído percebido pelo usuário é o entorno da via, ou seja, se a via é confinada num túnel o ruído refletido nas paredes retorna ao veículo e ao passageiro no seu interior, se a via está em elevado o ruído emitido se dissipa na atmosfera. O ruído irradiado pelo trem pode ser transmitido por via aérea ou através das estruturas sobre as quais a via permanente está assentada. Neste estudo, o ruído transmitido por via aérea, ou ruído primário, tem maior importância, uma vez que dele provém perturbação aos passageiros embarcados (Bertoli, 2006).

Esse ruído normalmente ocorre em propagação de velocidade do trem, dos sistemas auxiliares (compressores, ventiladores, sistemas alimentadores, baterias), da velocidade de operação, do tipo de freios, e, no caso de trens de alta velocidade, do ruído aerodinâmico, quando analisamos o aspecto veículo e a função da superestrutura da via permanente, bem como, da infra-estrutura na qual o sistema está implantado – via elevada, superfície ou túnel (Thompson e Jones 2000).

No Brasil, a Norma da ABNT (1994), NBR 13068 estabelece os níveis máximos admissíveis interna e externamente ao trem, nas condições estáticas e dinâmicas, junto às estações e entre elas, na área destinada aos

passageiros e dentro da cabina do operador do trem. O ruído interno deve ser menor que os valores a seguir descritos:

**Salão de passageiros** - O nível de pressão sonora ponderada ( $L_{eq}$ ) deve ser de, no máximo, 80 dB(A).

**Cabina do operador** - O nível de pressão sonora ponderada ( $L_{eq}$ ) deve ser de, no máximo, 75 dB(A). O ruído externo deve atender os seguintes valores, nas condições estática e dinâmica:

**Estático (com o trem parado)** - O nível de pressão sonora ponderada ( $L_{eq}$ ) deve ser de, no máximo, 80 dB(A).

**Dinâmico (com o trem em movimento)**- O nível de pressão sonora ponderada ( $L_{eq}$ ) para composições partindo, chegando e passando pela estação deve ser de, no máximo, 85 dB(A), e, trafegando entre estações (via elevada ou em superfície) de, no máximo, 90 dB(A). Durante a última década, foram obtidas diversas melhorias na diminuição do nível de ruído interno e externo com a introdução de freios a disco nos carros de passageiros. As ferrovias europeias criaram uma norma internacional para trens de média velocidade, 160km/h, que estabelece limites de ruído interno de 65dB(A), para carros de segunda classe, sendo que esses valores também são adotados para trens de alta velocidade, acima de 200 km/h.

### 3.2 Os efeitos do ruído na audição

O potencial de danos à audição não depende somente do nível do ruído, mas também de sua duração. É possível estabelecer um valor único  $L_{eq}$  (Nível Sonoro Equivalente) que é o nível sonoro médio integrado durante a faixa de tempo específica; é uma medida energética ponderada. Essa grandeza é utilizada em diversas normas e legislações relativas à exposição ao ruído (Gerges 2000).

Em 1990, a *National Institute of Health Consensus Development Conference on Noise and Hearing* verificou que a perda auditiva acometeu cerca de 28 milhões de pessoas nos Estados Unidos. Aproximadamente 10 milhões destas perdas auditivas eram parcialmente atribuídas à exposição a elevados níveis sonoros. Mais de 20 milhões de americanos eram expostos a ruídos intensos, o que poderia resultar em danos irreversíveis à audição. A exposição ao ruído ocupacional era a principal causa da Perda Auditiva Induzida por Ruído, a qual ameaçava a audição de oficiais de polícia, bombeiros, militares, trabalhadores de construção civil, fazendeiros, ferroviários, metalúrgicos, motoristas de ônibus, entre outras. Contudo, a música em intensidade elevada, os veículos recreativos, os aviões, os cortadores de grama, as ferramentas de marcenaria e alguns eletrodomésticos eram exemplos de fontes de ruído não ocupacionais potencialmente desencadeadoras da PAIR.

Mc Fadden et al (2001) constataram que as seqüelas do ruído em longo prazo no aparelho auditivo humano decorrem de lesões das células sensoriais do órgão de Corti. Ao expor a cóclea ao ruído ocorre o aumento da produção de espécies de oxigênio reativo (*reactive oxygen species*) que podem causar danos oxidativos em diferentes estruturas celulares desde a membrana até ao DNA da célula. Isto ocorre caso essas espécies de oxigênio reativo não sejam neutralizadas por antioxidantes de defesa. Os antioxidantes atuam na regularização da produção das espécies de oxigênio reativo e são fundamentais para minimizar os danos cocleares, principalmente os associados ao envelhecimento e à exposição ao ruído elevado.

Henderson *et al* (2006) criaram uma hipótese de como o ruído aumentaria a produção de espécies de oxigênio reativo e, conseqüentemente, desencadearia lesões cocleares e perda auditiva. Para os autores, o ruído alteraria o metabolismo e a ação mecânica da cóclea em diversos pontos, conduzindo a diferentes formas de danos. Nas células

ciliadas, o ruído induziria a hiper-estimulação da mitocôndria, a excitotoxicidade nas ligações entre as células ciliadas externas e as fibras nervosas auditivas aferentes, além do efeito de isquemia e re-perfusão no abastecimento sanguíneo da cóclea. Essas ações provocariam o aumento de espécies de oxigênio reativo, que danificaria o DNA e a membrana celular, atuando com um eliciador de apoptose. O resultado seria a morte celular, devido à combinação da necrose e de apoptose, causando a perda auditiva.

Sabe-se que a exposição a som intenso pode gerar alterações mecânicas ou metabólicas na cóclea, principalmente nas estruturas vasculares e no órgão espiral, dentre as quais as células ciliadas externas (CCE) são as mais afetadas. Os estereocílios das células ciliadas, bem como o seu mecanismo de contração, são atingidos, por conta do intenso contato com a membrana tectória durante a vibração da membrana basilar na transmissão sonora (Oliveira, 2001). Segundo o autor, os danos auditivos causados pela exposição a elevados níveis de pressão sonora são diferentes de acordo com a intensidade e duração da exposição e pela natureza da lesão, podendo ser classificados em três tipos: trauma acústico, mudança temporária do limiar auditivo e perda auditiva por ruído (PAIR) ou perda auditiva induzida por níveis de pressão sonora elevados (PAINPSE).

É possível que exista uma relação entre mudança temporária e permanente de limiar auditivo, onde se supõe que, a segunda é resultado de repetidas ocorrências da primeira. Se entre dois períodos de exposição não houver um tempo suficiente para uma completa recuperação da capacidade auditiva, é certo que ao longo prazo se instaurará um dano auditivo permanente (Gerges, 1991).

Fiorini (1994) acompanhou a audição de uma indústria metalúrgica, por um período de três anos. Através da proposta de classificação audiométrica, segundo o critério clínico, autora dividiu os resultados dos audiogramas em Grupo 1 (Normalidade), Grupo 2 (sugestivo de Perda

Auditiva Induzida por Ruído - PAIR) e Grupo 3 (Outros). Observou que 23,75% dos sujeitos adquiriram PAIR nos anos analisados. Propôs uma estratégia de monitoramento audiométrico, observando a aquisição ou a progressão de PAIR, oferecendo subsídios para os fonoaudiólogos desenvolverem um efetivo Programa de Prevenção de Perdas Auditivas (PPPA).

Henderson, Salvi (1998) estudaram os mecanismos neurais responsáveis pelos déficits associados à Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR), com base na neurofisiologia e na anatomofisiologia do Sistema Auditivo Periférico. A PAIR englobou uma ampla variedade de déficits auditivos, provocando mudanças fundamentais nos códigos neurais, os quais são enviados ao Sistema Nervoso Auditivo Central (SNAC). Os déficits auditivos referidos foram: o recrutamento da *loudness*, o zumbido, a pobre seletividade de frequência, o comprometimento no processamento temporal, a alteração da curva de sintonia e a dificuldade na percepção de fala. A exposição da cóclea ao ruído comprometeu a plasticidade do SNAC e provocou profundas modificações no processamento da informação além do dano perilinfático.

A maior característica da PAIR é a degeneração das células ciliadas do órgão de Corti. Recentemente, tem sido demonstrado o desencadeamento de lesões e de apoptose celular em decorrência da oxidação provocada pela presença de radicais livres formados pelo excesso de estimulação sonora ou pela exposição a determinados agentes químicos. Esses achados têm levado ao estudo de substâncias e condições capazes de proteger as células ciliadas cocleares contra as agressões do ruído e dos produtos químicos (Hyppolito, 2003).

Em 1999, o Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva definiu como características da PAIR:

- Ser sempre neurossensorial, uma vez que a lesão é no órgão de Corti da orelha interna.
- Ser geralmente bilateral, com padrões similares. Em algumas situações, observam-se diferenças entre os graus de perda das orelhas.
- Geralmente, não produzir perda maior que 40dB(NA) nas frequências baixas e que 75dB(NA) nas altas.
- A sua progressão cessa com o fim da exposição ao ruído intenso.
- A presença de PAIR não torna a orelha mais sensível ao ruído; à medida que aumenta o limiar, a progressão da perda se dá de forma mais lenta.
- A perda tem seu início e predomínio nas frequências de 3, 4 ou 6 kHz, progredindo, posteriormente, para 8, 2, 1, 0,5 e 0,25 kHz.
- Em condições estáveis de exposição, as perdas em 3, 4 ou 6 kHz, geralmente atingirão um nível máximo, em cerca de 10 a 15 anos.
- O trabalhador portador de PAIR pode desenvolver intolerância a sons intensos, queixar-se de zumbido e de diminuição de inteligibilidade da fala, com prejuízo da comunicação oral.

O *American College of Occupational and Environmental Medicine* (ACOEM), em 2003, apresenta como principais características da PAIR:

- O primeiro sinal da PAIR seria o entalhe no audiograma nas frequências de 3, 4e/ou 6kHz, com recuperação em 8kHz. A exata localização do entalhe audiométrico dependeria de múltiplos fatores, como a frequência do ruído e o comprimento do meato acústico externo.

- Perda auditiva sensório-neural com comprometimento das células ciliadas da orelha interna.
- Quase sempre bilateral.
- Seu primeiro sinal é um rebaixamento no limiar audiométrico de 3, 4 ou 6 kHz. No início da perda, a média dos limiares de 500, 1 e 2 kHz é melhor do que a média de 3,4 ou 6 kHz. O limiar de 8kHz tem que ser melhor do que o pior limiar.
- Em condições normais, apenas a exposição ao ruído não produz perdas maiores do que 75 dB em freqüências altas e do que 40 dB nas baixas.
- A progressão da perda auditiva decorrente da exposição crônica é maior nos primeiros 10 a 15 anos e tende a diminuir com a piora dos limiares.
- Evidências científicas indicam que a orelha com exposições prévias a ruído não são mais sensíveis a futuras exposições. Uma vez cessada a exposição, a PAIR não progride.
- O risco de PAIR aumenta muito quando a média da exposição está acima de 85 dB(A) por oito horas diárias. As exposições contínuas são piores do que as intermitentes, porém, curtas exposições a ruído intenso também podem desencadear perdas auditivas. Quando o histórico identificar o uso de protetores auditivos, deve ser considerada a atenuação real do mesmo, assim como a variabilidade individual durante o seu uso.

A deficiência auditiva provocada pela exposição continuada a ruído pode provocar diversas limitações auditivas funcionais, as quais referem-se, além da alteração da sensibilidade auditiva, às alterações de seletividade de

freqüência, das resoluções temporal e espacial, do recrutamento e do zumbido (Samelli, 2004).

A alteração da seletividade de freqüência provoca dificuldades na discriminação auditiva. Essa lesão provoca aumento do tempo mínimo requerido para resolver um evento sonoro (resolução temporal), o que, principalmente associado com a reverberação dos ambientes de trabalho, provoca limitação da capacidade do portador de PAIR em reconhecer sons (Bistafa, 2006).

Quando o indivíduo é portador de uma PAIR, que tem como característica ser neurossensorial; ocorre uma redução na faixa dinâmica entre o limiar auditivo e o limiar de desconforto, provocando um aumento na ocorrência de recrutamento (fenômeno de crescimento rápido e anormal da sensação de intensidade sonora) e, portanto, um aumento da sensação de desconforto. Isso é comum nos ambientes de trabalho com elevados níveis de pressão sonora.

O zumbido é um dos sintomas mais comumente relatados pelos portadores de PAIR, e provoca muito incômodo (Kandel; Schwartz; Jessel, 2003). Ele é definido como sendo a manifestação do mau funcionamento, no processamento de sinais auditivos envolvendo componentes perceptuais e psicológicos (Vesterager, 1997). Num estudo com 3.466 trabalhadores requerentes de indenização por PAIR, Mc Shane, Hyde Alberti (1988) observaram uma prevalência de zumbido de 49,8%. Destes, 29,2% afirmaram que o zumbido era o problema principal.

As dificuldades de compreensão de fala são as mais relatadas pelo trabalhador portador de PAIR, cujo padrão de fala poderá sofrer alterações, de acordo com as frequências de 3.000Hz a 6.000Hz, sendo a de 4.000Hz a mais atingida. Perdas na frequência de 4.000Hz ocorrem em pequena quantidade nas primeiras décadas de exposição e se espalham até as baixas frequências, que são importantes para a compreensão da fala,



tornando o indivíduo consciente de seu problema. A perda inicialmente pode ser unilateral, mas com sua progressão passa a ser bilateral, simétrica, neurossensorial (Jerger, 1989).

A instalação desta alteração é influenciada principalmente pelas características físicas do ruído (tipo, espectro e nível de pressão sonora), tempo de exposição e susceptibilidade individual; com parada da progressão uma vez cessada a exposição ao ruído intenso (Rios, 2003).

Apesar de a PAIR ser um comprometimento passível de prevenção com o uso de um equipamento de proteção individual (EPI), do tipo protetor auricular, sua ocorrência ainda é muito frequente, pois esses equipamentos são mal aceitos pelos usuários (Franze et al, 2003).

### **3.3 Estudos realizados com ferroviários**

Dacomo et al. (1994) realizaram um estudo epidemiológico longitudinal em 1052 trabalhadores de ferrovia do Estado de Milão, classificados como sendo profissionais expostos a ruído superior a 85dB(A) segundo as leis locais. Estes trabalhadores foram submetidos periodicamente a exames audiométricos e controle otorrinolaringológico. Todos os trabalhadores eram do sexo masculino, com idade superior a 21. Dos 1052 sujeitos, 558 (53%) apresentaram perda auditiva unilateral, 110 (10,5%) revelaram perda auditiva não relacionada ao ruído e 384 (36,5%) apresentaram claramente perda auditiva induzida por ruído. Destes últimos, 280 (26,6%) apresentaram perda auditiva induzida por ruído no primeiro exame audiométrico, que pareceu estar relacionado a outros tipos de exposição sonora (caça, discoteca, etc.). Em 104 (9,9%) observaram presença de perda auditiva estável em 4,6% e agravamento nos 5,3% restantes. Os resultados deste trabalho evidenciaram a importância da

realização de exames audiométricos periódicos e sua eficácia nos programas de conservação auditiva.

Aly et al. (1998) investigaram a existência e/ou agravamento da perda auditiva induzida por ruído nos operadores de trem da Companhia do Metropolitano de São Paulo por meio da análise comparativa dos exames audiométricos, admissional com o último exame periódico. Dos 666 operadores de trem, 14 (8%) tiveram perda auditiva induzida por ruído, sendo 8,2% perda auditiva unilateral e 6,6% perda auditiva bilateral. Os autores relataram que o desconforto térmico na cabina dos operadores, mediante um sistema de ventilação e exaustão é ineficientes, portanto induz os condutores operarem o trem de janelas abertas, elevando o nível de ruído a que estão sendo expostos.

Henderson e Saunders (1998) analisaram 500 trabalhadores de ferrovia com interesse exclusivo nos primeiros dez anos de trabalho. Para tanto, os autores consultaram prontuários contendo 2660 audiogramas, distribuídos assystematicamente pelos vários tipos de funções dentro da ferrovia. Os limiares tonais foram ordenados segundo a idade, usando padrões estabelecidos pela ISO 1999 Anexo B e feita à média em função de anos trabalhados em dois seguimentos de frequências: 0,5 kHz, 1 kHz, 2 kHz e 3 kHz e 2 kHz e 4 kHz. No grupo de trabalhadores que possuía perda auditiva, quando contratado, foi realizada uma nova audiometria para avaliar o tipo de perda auditiva pré-existente. A audição estava pior na contratação destes trabalhadores do que o sugerido pela ISO 1999 Anexo B, comparado com o tipo de perda que esses trabalhadores já apresentavam em relação com os que apresentavam audição dentro da normalidade.

Clark e Popelka (1999) estabeleceram o perfil audiométrico de trabalhadores expostos ao ruído, e analisaram o nível de audição de trabalhadores ferroviários da *Union Pacific e Missouri Pacific Railroad*. Foi analisado o nível de audição de 9427 trabalhadores ferroviários no período de um ano dentro de um programa de conservação auditiva. Este estudo

revelou que os trabalhadores ferroviários possuíam perda auditiva induzida por ruído industrial significativa, quando comparado a um grupo controle de indivíduos não expostos a ruído ocupacional. Além disso, análises de regressão múltiplas que consideraram os efeitos da idade e tempo de serviço mostraram efeitos significativos devido à idade e ao tempo de serviço. Estas análises mostraram claramente que trabalhadores ferroviários são tipicamente expostos a ruídos ocupacionais danosos. Os achados foram corroborados por um estudo nacional da exposição ao ruído de tripulações de locomotivas, o qual mostra uma exposição típica de aproximadamente 88 dB(A) (19%) para uma jornada de oito horas.

Kryter (1999) estudou o ruído causado pelas atividades de transportes ferroviários e indivíduos expostos ao ruído de arma de fogo. Foram analisadas as audiometrias, o histórico de doenças e a exposição ao ruído de arma de fogo em 9778 ferroviários do sexo masculino, comparando os resultados das amostras obtidas pela ISO 1999. O resultado analisado foi que trabalhadores com idade acima de 45 anos possuíam perda auditiva nas frequências acima de 2 kHz. No entanto, foi difícil distinguir o fator que predominou a causa da perda auditiva, se foi o ruído ferroviário ou o da arma de fogo. O trabalho cita que ferroviários expostos a ruídos de arma de fogo tem em média 2 a 5 dB(A) a mais de perdas para frequências acima de 2 kHz do que ferroviários não expostos. A comparação das quantidades de perdas auditivas observadas nos ferroviários com as da ISO 1999 sugeriram Leq 8h, de 92 dB(A) para o local de trabalho dos ferroviários e 87 dB(A) para ruído de armas de fogo militar e 89 dB(A) para armas de caça e tiro ao alvo.

Zannin (2002) relatou que o ruído causado pelas atividades de transporte é um problema comum na maioria das grandes cidades, contribuindo para a contaminação acústica destes ambientes. O transporte ferroviário, principalmente a parte do trajeto que é realizado na superfície, pode contribuir para o agravamento da situação. Assim, este autor realizou um estudo para investigar a taxa de prevalência da Perda Auditiva Induzida

por Ruído em 10.355 funcionários que trabalham para o uma cooperativa ferroviária na Coréia do Sul. Foi aplicado um questionário e realizados exame otológico, teste de Rinne e audiometria tonal liminar. Foram excluídos os funcionários que apresentavam problemas otológicos anteriores, exposição recente em nível de ruído elevado e os que estavam tomando medicação. Dos 10.355 trabalhadores, 4 (0,037%) tiveram diagnóstico de PAIR e 6 (5,56%) com início de PAIR. A taxa de prevalência e início de PAIR foi diferente entre os diversos setores e a idade. Os condutores de trens tiveram maior prevalência de PAIR (23,74%), maquinistas (11,43%), manutenção (3,1%) e trabalhadores do escritório na própria estação (2,1%). A taxa de percepção sem o protetor auditivo foi de 55% e com o protetor auditivo foi de 11,1%.

Alves (2004) afirmou que o ruído em excesso é um fato comum nos grandes centros urbanos. As atividades desenvolvidas pelos seres humanos resultam na emissão de sons com altas intensidades, contribuindo para uma nova forma de poluição sonora. A prevalência de perdas auditivas em maquinistas na Companhia Paulista de Trens Metropolitanos de acordo com o PCMSO, descreveu o tipo de perda auditiva e a configuração audiométrica dos maquinistas que apresentaram alteração audiométrica. O estudo de caráter retrospectivo, descritivo foi proveniente da análise de 111 prontuários de maquinistas da Linha A/D, no qual foi utilizada a última audiometria de cada maquinista, no período de 1998 a 1999. Todos os maquinistas pertenciam ao sexo masculino, na faixa etária entre 20 e 50 anos, sendo a média de tempo de serviço de um a 25 anos. Os resultados mostraram que 69 (62,2%) dos maquinistas apresentaram audição dentro dos padrões da normalidade e 42 (37,8%) apresentaram alteração audiométrica; dos alterados, 100% apresentaram perda auditiva neurossensorial, com predomínio de curva descendente, sendo 31 (27,93%) na orelha direita e 32 (28,83%) na orelha esquerda. Este estudo revelou uma série de deficiências no acompanhamento de saúde dessas populações e demonstrou a

necessidade da implantação de programas preventivos tanto no que se refere à exposição a níveis de pressão sonora elevados.

Chau et al (2004) mostraram simultaneamente o papel dos fatores ocupacionais, das características individuais e das condições de vida em acidentes, sobre trabalhadores ferroviários. Este estudo avaliou o papel destes fatores em vários tipos de lesões e para diversos postos de trabalho em trabalhadores ferroviários. O estudo caso-controle foi realizado em 1.305 trabalhadores do sexo masculino durante o período de um ano realizado por com um profissional médico. Foi utilizado um questionário padronizado foi pelo profissional e os dados foram analisados pelo método da regressão logística. Os fatores importantes para todas as lesões encontradas combinado foram: idade (<30 anos), tempo de trabalho, tabagismo e atividade de lazer. A idade e o tabagismo foram comuns para vários tipos de lesões. O papel destes fatores diferiu entre as diversas categorias profissionais. Entre os trabalhadores afastados de oito dias ou mais foram mais freqüentes em indivíduos com sobrepeso e fumantes atuais. Como conclusão, os autores revelaram que a insatisfação no emprego, a falta de atividade física aumentam o risco de lesões.

Hansen (2005) estudou 8.500 trabalhadores expostos ao monóxido de carbono e ao ruído intenso, durante a jornada de trabalho. As profissões foram selecionadas por apresentarem ambos os riscos, destacando-se: bombeiros, mecânicos automotivos, operadores de trens, mineradores, motoristas e mineradores. A autora comparou a audição dos trabalhadores expostos a níveis de ruído abaixo de 90 dB (A) por oito horas, aos limiares auditivos dos trabalhadores expostos a ruído acima de 90 dB (A). Em ambos os grupos, uma amostra também estava exposta ao monóxido de carbono. Apontou que os trabalhadores em contato com o monóxido de carbono e com ruído intenso acima de 90 dB (A) apresentaram limiares auditivos alterados nas frequências médias/ altas, de 3 kHz a 6 kHz.

A autora sugeriu que a perda auditiva seria causada pelos reduzidos níveis de oxigênio no fluxo sanguíneo, o que aceleraria a deterioração das células sensoriais da orelha interna, sofrendo anóxia. Outra suposição seria de que o monóxido de carbono e o ruído produziriam radicais livres, que atacariam as ligações das reações químicas, danificando as células ciliadas. Destacou os motoristas e operadores de trens como pertencentes a profissões de risco à saúde, por conviverem direta e diariamente com o monóxido de carbono e com o ruído intenso durante sua jornada de trabalho.

Ryu (2006) avaliou as relações profissionais e de certas características individuais com uma lesão de origem ocupacional. Este estudo caso-controle incluiu 1.305 trabalhadores ferroviários, do sexo masculino com lesões durante 1999-2000. Um questionário padronizado foi preenchido pelo médico, na presença do sujeito. Após mais de uma lesão associada a curto tempo de serviço no presente trabalho, idade, transtornos, fumo, mudança de emprego, incapacidade física e falta de atividade física. A segurança foi negativamente correlacionada com o prejuízo e frequência. O tempo de serviço curto foi o único fator significativo para uma única lesão. O estudo identificou uma série de trabalhos individuais e fatores que previram lesões ocupacionais e frequência que podem ser úteis na concepção de medidas preventivas. Concluiu que os profissionais da saúde poderão ajudar os trabalhadores a serem mais conscientes dos riscos e encontrar medidas corretas para um melhor trabalho e bem estar do trabalhador.

Kim (2007) ressalta que a exposição ao ruído excessivo é um grande problema de ruído urbano, afetando milhões de pessoas. Como um primeiro passo na determinação do risco dentro deste contexto, realizou recentemente um levantamento do nível de ruído do sistema de transporte ferroviário de Nova York. Mais de 90 medições de ruído foram feitas usando um medidor de nível sonoro. Médias e níveis máximos de ruído foram medidos em plataformas de metrô, e os teores máximos foram medidos dentro de vagões do metrô e em pontos de ônibus próximos da estação para

diversos fins de comparação. O nível médio de ruído medido nas plataformas de metrô foi de 90dB(A), dentro de vagões do metrô 112dB(A) e em pontos de ônibus 89dB(A). Estes resultados indicam que os níveis de ruído em ambientes de metrô e ônibus têm o potencial de exceder as diretrizes de exposição recomendado da Organização Mundial da Saúde (OMS) e Environmental Protection Agency (EPA). Contudo, medidas de controle devem ser aplicadas, sempre que possível, para reduzir a exposição ao ruído do metrô e seus arredores.

Barsikow (2008) relata que a perda auditiva induzida por ruído cresce ao longo dos anos de exposição ao ruído associado ao ambiente de trabalho. Realizou um estudo para identificar os principais sintomas otorrinolaringológicos em 485 trabalhadores de ferrovia, sendo todos do sexo masculino. Obteve 21% das audiometrias sugestivas de PAIR; 70% delas dentro dos padrões de normalidade e 9% sugestivas de outras doenças auditivas. Os outros sintomas que apareceram com mais frequência foram: dificuldade de compreensão da fala (13%); exposição a ruído (14%); hipoacusia (8%); tontura (10%) entre outras. Concluiu que os trabalhadores de trens apresentam ocorrência de alteração auditiva sugestiva de Perda Auditiva Induzida por Ruído e queixa de sintomas otorrinolaringológicos significativos.

## 4. MÉTODO

---

Foi realizado um estudo de caráter transversal de inquérito, quantitativo em uma clínica da cidade de São Paulo.

### 4.1 Critérios para seleção dos sujeitos

Inicialmente, foi feita uma consulta aos prontuários da referida clínica a fim de selecionar os funcionários de ferrovias do Estado de São Paulo que participaram do estudo. Foram selecionados 104 funcionários, tendo sido todos convidados a participar da pesquisa, porém, 98 destes compuseram a amostra. Todos os funcionários eram do sexo masculino, com idades entre 18 e 50 anos, sendo a média de tempo de serviço entre 10 e 25 anos. A seguir, foi feita uma lista contendo o nome dos funcionários que iriam realizar os exames periódicos e foi feito um agendamento com os sujeitos, a fim de que tivesse início o procedimento de coleta dos dados.

### 4.2 Considerações Éticas

Foram tomados os cuidados éticos com relação ao sigilo, confidencialidade, privacidade, cuidados com os dados obtidos de cada sujeito estudado e respeito à sua individualidade.

Todos os sujeitos foram devidamente informados de que não existiam riscos à saúde associados a este estudo, bem como, pouco ou nenhum desconforto durante a coleta de dados. Portanto, houve interrupções



quantas vezes fossem necessárias durante a sessão de atendimento, garantindo um maior conforto e tranquilidade ao sujeito. Foi explicado que não haveria ressarcimento das despesas decorrentes de sua participação, assim como, indenização financeira.

O participante teve o direito de retirar o seu consentimento e deixar a qualquer momento, sem que seu emprego fosse prejudicado.

Os resultados foram analisados em conjunto, não sendo revelados os dados de identificação dos sujeitos isoladamente. Conseqüentemente, todos foram informados que a pesquisa seria publicada em revista científica, ligada à área de Fonoaudiologia e/ou Medicina do Trabalho.

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética do Programa de Estudos Pós-Graduados em Fonoaudiologia da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PEPG em Fonoaudiologia - PUCSP), sob parecer de número 169/2009 (ANEXO 1).

### **4.3 Procedimentos**

Inicialmente, foi feito um contato com o diretor da Clínica a fim de obter a autorização para a realização da pesquisa (ANEXO 2)

O procedimento constou primeiramente de uma lista com os nomes e os telefones dos trabalhadores ferroviários que passariam pela clínica para a realização do exame periódico. Em seguida, foi feito um contato telefônico para o agendamento do exame audiológico. Neste contato, foi explicado o objetivo e o procedimento da pesquisa. Após repassar as informações básicas referentes à pesquisa, foi efetuado o agendamento no dia e horário em que a Fonoaudióloga estaria na Clínica, a fim de que ela os conhecesse

e pudesse novamente expor o procedimento, para que assim, decidissem sobre sua efetiva participação no estudo.

Nos respectivos dias e horários agendados, foi solicitado aos trabalhadores ferroviários que chegassem cerca de uma hora antes do início do exame, para preencherem os documentos necessários propostos pela pesquisa. Foram agendados de 10 a 12 sujeitos por período.

Caso aceitassem compor a amostra, seria lido o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO 3), previamente à execução de qualquer procedimento.

Foi realizada uma anamnese (ANEXO 4) contendo perguntas fechadas para investigar a história clínica e ocupacional, a fim de caracterizar o tipo de segmento e o trabalhador estudado. Foram perguntados dados sobre a identificação, ambiente de trabalho e de lazer dos sujeitos. A seguir, foram realizadas avaliações audiométricas, anteriormente à jornada de trabalho, respeitando o repouso auditivo de 14 horas. Este repouso foi garantido por terem chegado antecipadamente ao turno de trabalho, como também, por perguntas efetuadas pela Fonoaudióloga sobre atividades de lazer, *hobbies* ou acontecimentos que pudessem ter ocorrido antes de se submeterem ao exame.

Todas as avaliações audiométricas foram efetuadas em cabina acústica, marca Acústica São Luis, devidamente calibrada de acordo com a Norma ISO 8253-1, 1989. Previamente à avaliação audiométrica, foi realizada a inspeção visual do meato acústico externo, a fim de verificar alguma impossibilidade para a execução do exame, como cerume parcial ou total. Foi empregado o otoscópio da marca Heine-Mini 2000.

Posteriormente, foi realizada a audiometria tonal liminar, tanto por via aérea, nas frequências de 0.25 kHz, 0.5 kHz, 1 kHz, 2 kHz, 3 kHz, 4 kHz, 6 kHz e 8 kHz, quanto por via óssea, se necessário. Para a execução destes exames, foi usado o audiômetro da marca Auditec, modelo VSD 2050 –

calibrado anualmente, segundo a norma *International Organization for Standardization* (ISO) 8253-1 (1989) e de acordo com os critérios, propostos por Momensohn-Santos et al (2005).

Imediatamente após a avaliação audiométrica, o resultado foi explicado a cada trabalhador ferroviário.

#### **4.4 Critérios para análise dos resultados audiométricos**

Os audiogramas foram analisados segundo a proposta de Fiorini (1994), considerando os resultados de ambas as orelhas:

**Grupo 1** (audiogramas sugestivos de audição dentro dos padrões de normalidade): sujeitos que apresentaram todos os limiares obtidos bilateralmente em valores iguais ou menores de 25 dB NA.

**Grupo 2** (audiogramas sugestivos de Perda Auditiva Induzida por Ruído): sujeitos que apresentam configuração de perda audiométrica (limiares maiores que 25 dB NA) nas altas frequências (3 kHz e/ou 4 kHz e/ou 6 kHz).

De acordo com a autora, esta classificação não apresentava objetivo diagnóstico e para facilitar a apresentação dos resultados, estes Grupos passaram a ser chamados de:

- **Grupo 1:** Normalidade
- **Grupo 2:** Sugestivo de PAIR (Perda Auditiva Induzida por Ruído)

#### 4.5 Método estatístico

Um banco de dados foi criado para a verificação da consistência das repostas, para posteriormente, realizar as análises estatísticas descritiva e inferencial. Os valores estatisticamente significantes foram assinalados com um asterisco (\*).

Definimos um nível de significância de 0,05 (5%) e todos os intervalos de confiança foram construídos com 95% de confiança estatística.

Utilizamos testes e técnicas estatísticas não paramétricas, porque as condições (suposições) para a utilização de técnicas e testes paramétricos não foram encontradas (principalmente a normalidade) neste conjunto de dados. Utilizamos o teste de Friedman para comparar os resultados entre todas as frequências.

A variável dependente deste estudo foi a Perda Auditiva Induzida por Ruído em um grupo de trabalhadores ferroviários. Sendo assim, as variáveis independentes foram:

- Tempo de profissão.
- Tabagismo.
- Uso de Equipamento Estéreo Pessoal.
- Idade.
- Atividade de lazer.
- Exposição Ocupacional Anterior ao Ruído.

## 5. RESULTADOS

Neste capítulo, será apresentada a análise descritiva, bem como, a análise estatística referente à avaliação audiométrica e os hábitos de lazer de um grupo de trabalhadores ferroviários.

Na tabela 1 foi apresentada a classificação das avaliações audiométricas, baseada na proposta de Fiorini (1994), considerando os resultados de ambas as orelhas.

**Tabela 1 - Resultado da avaliação audiométrica, segundo o critério utilizado por Fiorini (1994), em porcentagem (%), para cada grupo.**

<b>Grupos</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
Grupo 1 – Normal	57	58,2
Grupo 2 – Suggestivo de PAIR	41	41,8
<b>Total</b>	<b>98</b>	<b>100</b>

Em relação aos 98 audiogramas estudados, 57 sujeitos (58,2%) apresentaram audiogramas dentro dos padrões de normalidade (Grupo 1) e 41 sujeitos (41,8%) apresentaram audiogramas alterados (Grupo 2).

Dentre os 57 audiogramas do Grupo 1 (100%), 32 (56,1%) foram classificados como dentro dos padrões de normalidade, com entalhe unilateral; 18 (31,6%) foram classificados como dentro dos padrões de normalidade, com entalhe bilateral e 7 (12,3%) apresentaram audiograma dentro dos padrões de normalidade, porém sem entalhe.

Dos 41 audiogramas do Grupo 2 (100%), 32 (78%) foram sugestivos de PAIR bilateral e 9 (22%) de PAIR unilateral, sendo que as orelhas

contralaterais apresentaram audição dentro dos padrões de normalidade, com entalhe.

A tabela 2 apresenta a classificação da avaliação audiométrica (por frequência e pelo grau da perda), considerando os resultados de ambas as orelhas dos indivíduos pertencentes ao Grupo 2 – Sugestivo de PAIR.

**Tabela 2 - Resultado das 82 orelhas de acordo com os diferentes limiares audiométricos (dB NA) nas oito frequências (f) sob teste (kHz), no grupo 2.**

<b>Grupo 2</b>	<b>0 – 25</b>	<b>30 – 40</b>	<b>45 – 55</b>	<b>60 – 70</b>	<b>75 – 85</b>	<b>Total</b>
<b>f (kHz)</b>	<b>dB(NA)</b>	<b>dB(NA)</b>	<b>dB(NA)</b>	<b>dB(NA)</b>	<b>dB(NA)</b>	
0,25	82	-	-	-	-	82
0,5	82	-	-	-	-	82
1	81	1	-	-	-	82
2	76	6	-	-	-	82
3	69	7	6	-	-	82
4	64	10	6	1	1	82
6	60	11	8	2	1	82
8	74	4	2	1	1	82

Nas tabelas de 3 a 7 foi analisada a existência de alguma relação e/ou associação entre os resultados qualitativos obtidos para os Grupos 1 (Normalidade) e 2 (Sugestivo de PAIR), utilizados por Fiorini (1994). Foram categorizadas as variáveis quantitativas contínuas em qualitativas, a fim de fornecer maior fidedignidade e compreensão dos resultados.

**Tabela 3 - Análise descritiva completa para as variáveis: anos de profissão e idade.**

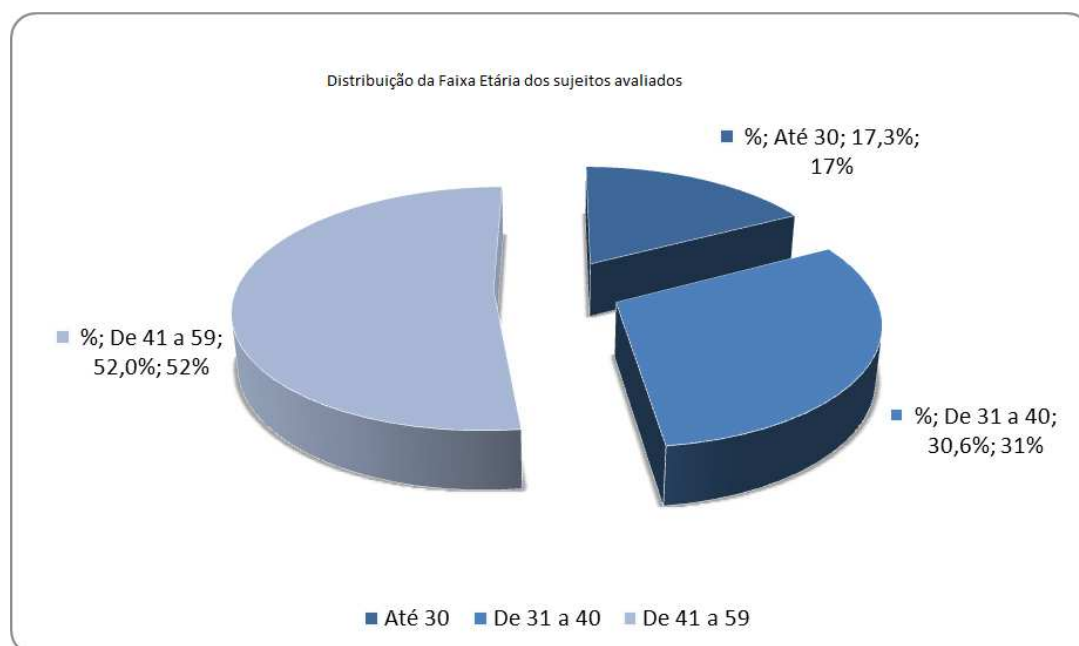
<b>Descritiva</b>	<b>Ano de Profissão</b>	<b>Idade</b>
Média	19,85	40,87
Mediana	20	41
Desvio Padrão	9,04	9,41
CV	45,5%	23,0%
Q1	11,25	32
Q3	27	48
Min	7	26
Max	40	59
N	98	98
IC	1,79	1,86

Verificamos que a variabilidade em ambas as variáveis foi baixa, pois o CV foi menor do que 50%. Isso demonstra que os dados foram homogêneos. O tempo médio de profissão foi de  $19,85 \pm 1,79$  anos.

**Tabela 4 - Resultado da avaliação do questionário no grupo de ferroviários, segundo a variável faixa etária.**

<b>Faixa Etária</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>p-valor</b>
Até 30 anos	7	17,3	0,030
De 31 a 40 anos	0	30,6	0,002*
De 41 a 59 anos	1	52,0	<0,001*

**Figura 1 - Distribuição da Faixa Etária dos sujeitos avaliados.**

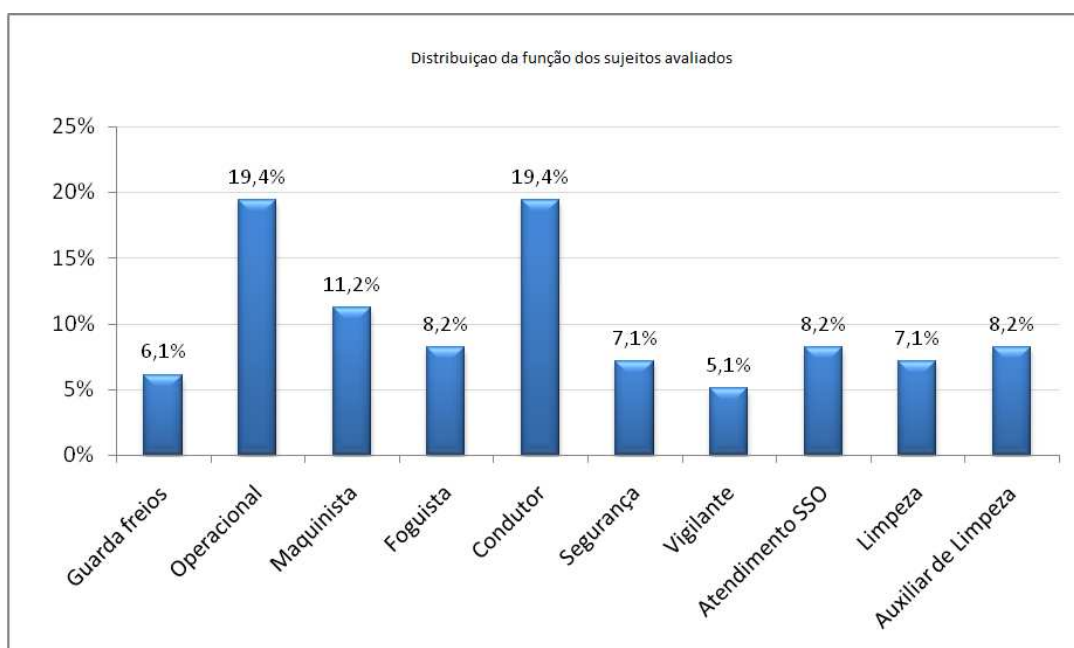


A faixa etária prevalente foi de 41 a 59 anos, com 52,% dos sujeitos.

**Tabela 5 - Resultado da avaliação do questionário no grupo de ferroviários, segundo a variável Distribuição de Função**

<b>Função</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
Guarda freios	6	6,1
Operacional	19	19,4
Maquinista	11	11,2
Foguista	8	8,2
Condutor	19	19,4
Segurança	7	7,1
Vigilante	5	5,1
Atendimento SSO	8	8,2
Limpeza	7	7,1
Auxiliar de Limpeza	8	8,2

**Figura 2 - Distribuição da Função dos sujeitos avaliados.**



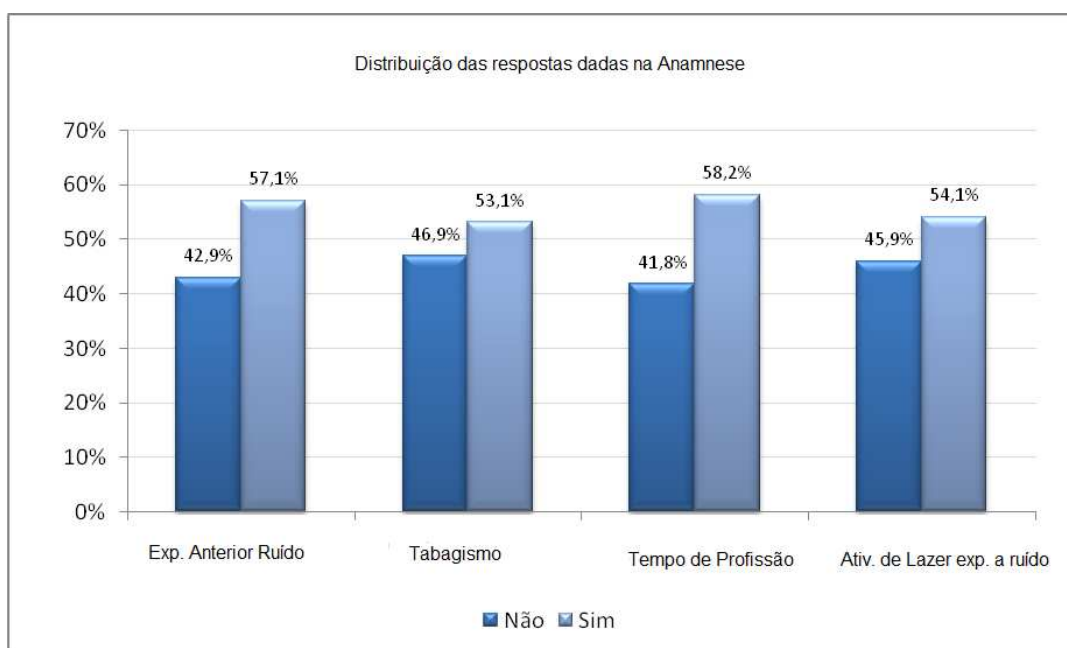
As funções que apresentaram maior prevalência de PAIR com 19,4% dos casos foram duas: “Operacional” e “Condutor”. Porém, se analisarmos a tabela veremos que o percentual não pode ser considerado estatisticamente diferente de “Maquinista” com 11,2%.



**Tabela 6 - Resultado da avaliação do questionário no grupo de ferroviários, segundo a variável das respostas dadas na anamnese.**

<b>Respostas</b>	<b>Não</b>	<b>%</b>	<b>Sim</b>	<b>%</b>	<b>p-valor</b>
Exp. Anterior Ruído	42	42,9%	56	57,1%	0,046*
Tabagismo	46	46,9%	52	53,1%	0,391
Tempo de Profissão	41	41,8%	57	58,2%	0,022*
Ativ. de Lazer Exp a Ruído	45	45,9%	53	54,1%	0,253

**Figura 3 - Distribuição das respostas dadas na Anamnese**

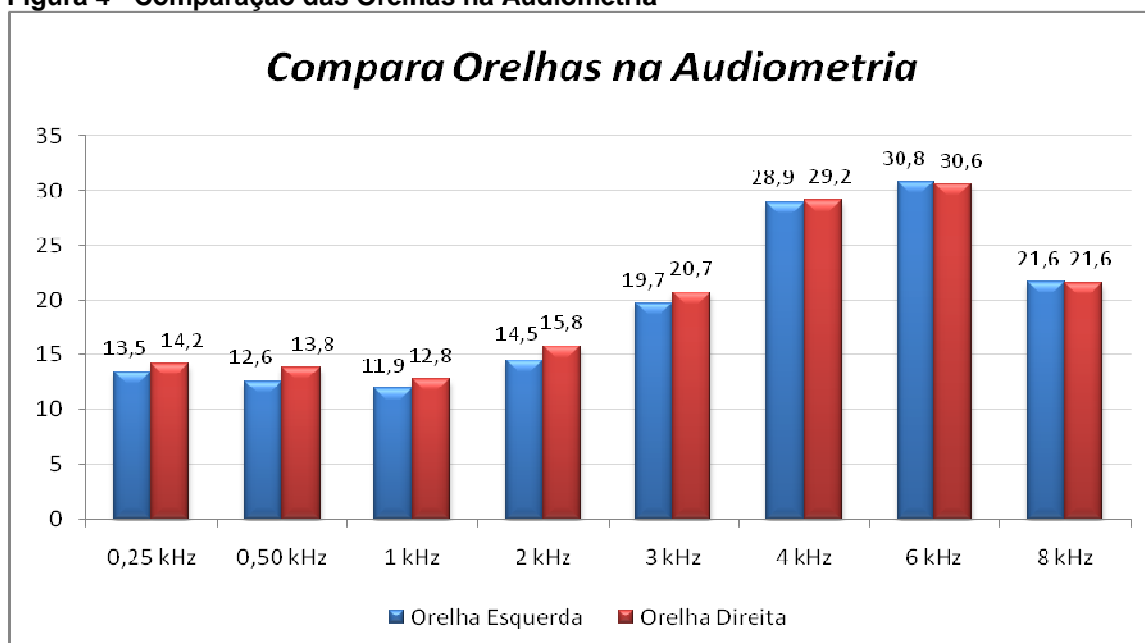


Houve diferença estatisticamente significativa dos percentuais de Sim e Não para as variáveis de “exposição anterior a ruído” e “Tempo de Profissão”, com maior percentual de respostas Sim.

**Tabela 7 - Resultado da avaliação audiométrica em um grupo de ferroviários, segundo a variável das respostas dadas na anamnese.**

Freq. Orelhas	Média	Mediana	Desvio Padrão	Q1	Q3	N	IC	p-valor	
0,25 kHz	OD	14,18	15	5,50	10	20	98	1,09	0,142
	OE	13,47	15	6,60	10	15	98	1,31	
0,50 kHz	OD	13,83	15	5,17	10	15	98	1,02	0,047*
	OE	12,60	10	6,31	10	15	98	1,25	
1 kHz	OD	12,76	10	6,43	10	15	98	1,27	0,193
	OE	11,89	10	6,91	5	15	98	1,37	
2 kHz	OD	15,82	15	10,27	10	20	98	2,03	0,300
	OE	14,54	15	8,62	10	20	98	1,71	
3 kHz	OD	20,71	15	13,00	10	30	98	2,57	0,581
	OE	19,69	15	12,78	10	25	98	2,53	
4 kHz	OD	29,15	25	16,97	15	45	98	3,36	0,931
	OE	28,88	25	17,58	15	40	98	3,48	
6 kHz	OD	30,61	25	19,91	15	50	98	3,94	0,492
	OE	30,77	25	19,98	15	45	98	3,96	
8 kHz	OD	21,58	15	15,67	10	25	98	3,10	0,969
	OE	21,63	18	16,53	10	29	98	3,27	

**Figura 4 - Comparação das Orelhas na Audiometria**

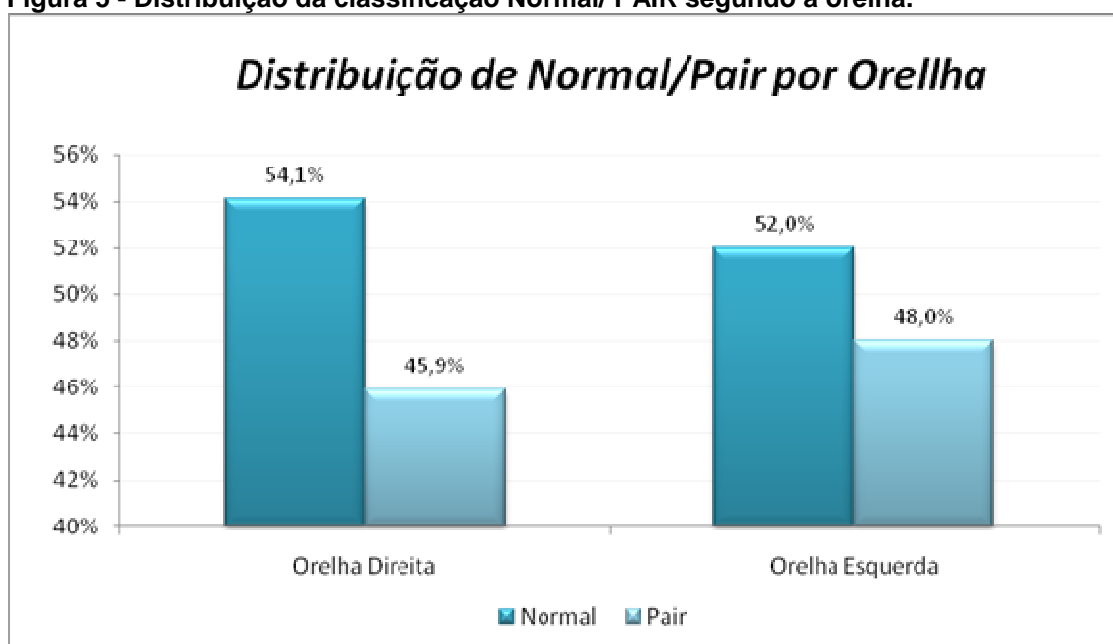


Embora tenha havido uma diferença entre as orelhas em todas as frequências, somente houve significância estatística na frequência de 500 Hz, na qual o resultado da orelha direita foi maior do que o da esquerda.

**Tabela 8 - Resultado da avaliação audiométrica para as orelhas direita e esquerda dos sujeitos dos grupos Normal e PAIR.**

Classificação	OD		OE	
	N	%	N	%
Normal	53	54,1%	51	52,0%
PAIR	45	45,9%	47	48,0%
p-valor	0,253		0,568	

**Figura 5 - Distribuição da classificação Normal/ PAIR segundo a orelha.**

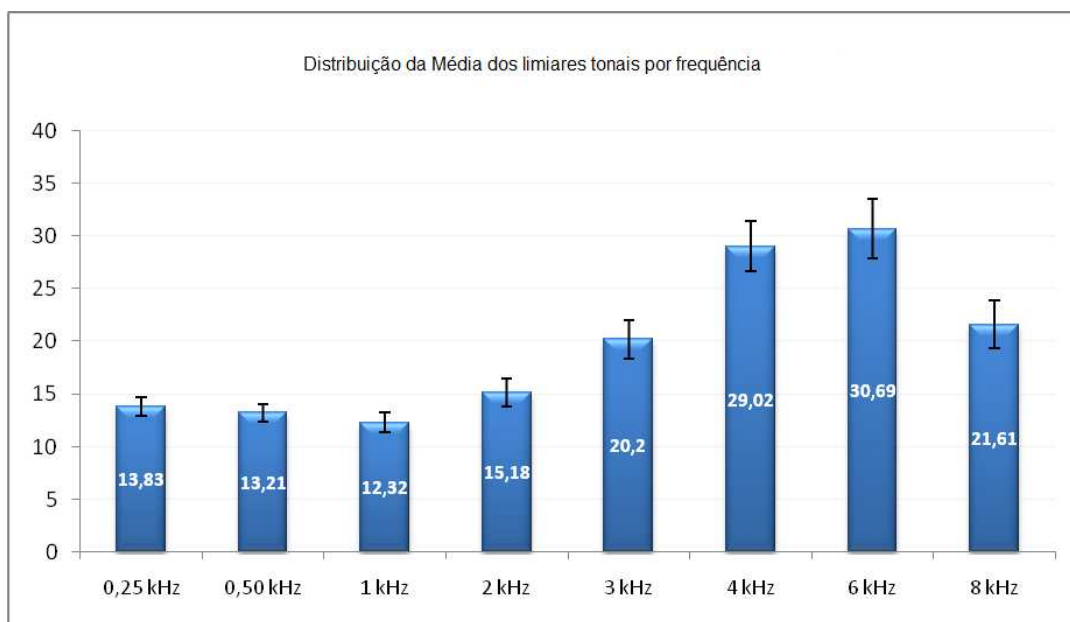


Verificamos em ambas as orelhas maior porcentagem de resultados normal; a diferença para o percentual de PAIR não pode ser considerada significativa. Para finalizar utilizamos o teste de Friedman para comparar os resultados entre todas as frequências.

**Tabela 9 - Comparação das Frequências**

Frequências	0,25 kHz	0,50 kHz	1 kHz	2 kHz	3 kHz	4 kHz	6 kHz	8 kHz
Média	13,83	13,21	12,32	15,18	20,20	29,02	30,69	21,61
Mediana	15	15	10	15	15	25	25	15
Desvio Padrão	6,07	5,78	6,67	9,48	12,87	17,23	19,89	16,06
Q1	10	10	9	10	10	15	15	10
Q3	16	15	15	20	25	45	50	25
N	196	196	196	196	196	196	196	196
IC	0,85	0,81	0,93	1,33	1,80	2,41	2,79	2,25
p-valor	<0,001*							

Houve diferença estatística entre todas as frequências.

**Figura 6 - Distribuição da Média dos limiares tonais por frequência**

## 6. DISCUSSÃO

---

Neste capítulo, será apresentada a discussão dos resultados obtidos na avaliação audiométrica e na aplicação da anamnese nos 98 ferroviários selecionados, confrontando com a Literatura.

Antes de serem efetuados os comentários sobre os resultados do presente estudo, será realizada uma breve resenha a respeito do referencial teórico utilizado.

A partir da Revisão de Literatura, foi verificado que os efeitos do ruído na audição não se limitam apenas a um problema periférico, havendo intercorrências centrais fundamentais e importantes, como: o zumbido, o recrutamento da *loudness*, a pobre seletividade de frequência, o comprometimento no processamento temporal, a alteração da curva de sintonia e a dificuldade na percepção de fala (Henderson, Salvi, 1998; Kandel, Schwartz, Jessel, 2003).

Outros efeitos do ruído abordados na literatura foram: a sensação de desconforto auditivo e os componentes perceptuais e psicológicos. Estes efeitos causam alterações no comportamento, estresse, nervosismo e dificuldade no desempenho de tarefas físicas e mentais. Estes distúrbios acontecem de maneira individual e dependem da sensibilidade de cada sujeito (Jerger, 1989; Vesterager, 1997; Bistafa, 2006).

O estudo fisiopatologia coclear e dos radicais livres presentes após a exposição ao ruído, suas conseqüências, bem como os avanços tecnológicos para a proteção contra o dano causado, também foi realçado na revisão. Foi apontada a presença de níveis aumentados da espécie de oxigênio reativo (*Reactive Oxygen Species - ROS*) e dos radicais livres na cóclea, em decorrência de sua exposição ao ruído intenso. Eles seriam

capazes de danificar o DNA, romper os lipídios e as moléculas de proteína, bem como, disparar a lesão ou a morte das células ciliadas. Com isso, a ROS poderia danificar o tecido coclear, por meio da apoptose ou da necrose celular. A morte das células ciliadas, insubstituíveis na cóclea, poderia ser evitada por meio de medidas como o uso de antioxidantes, a fim de eliminar a ROS prejudicial; as intervenções farmacológicas para limitar o dano coclear resultante da ROS e a aplicação de novas técnicas para interromper a apoptose e necrose bioquímica (Mc Fadden et al, 2001; Henderson et al, 2006).

Com isso, os avanços no conhecimento sobre os danos cocleares causados pela exposição ao ruído têm sido significativamente explorados, como o objetivo de contribuir para a preservação da função das células ciliadas, visando garantir a integridade da audição e a comunicação dos seres humanos.

### **6.1. Discussão dos resultados referentes à avaliação audiométrica e os resultados obtidos na anamnese.**

Os trabalhadores ferroviários apresentam audiogramas simétricos. Dentre os 57 audiogramas do grupo 1(58,2%), 32 foram dentro dos padrões de normalidade, com entalhe bilateral (12,3%) e dos 41 audiogramas do grupo 2 (41,8%), 32 (78%) foram sugestivos de PAIR bilateral (Tabela 1). Este resultado corroborou as colocações de Thompson e Jones (2000), os quais salientaram a combinação da propagação da velocidade do trem, dos tipos de freios, janelas dos condutores abertas durante a jornada de trabalho e com os movimentos de cabeça para próximo da janela resultariam em exposição semelhante para ambas as orelhas. Desse modo, a exposição ao ruído contínuo produziria simetria, o que foi verificado na maioria dos audiogramas analisados.

O fator mais alarmante foi a prevalência de casos sugestivos de PAIR (41,8%) encontrados nesta profissão, superior à encontrada em trabalhadores em indústrias. Fiorini (1994) e Meslin (2001) encontraram respectivamente audiogramas sugestivos de PAIR em 23,7% e 14,6% dos trabalhadores que avaliaram em seus estudos. Esta prevalência também foi maior do que a encontrada por Aly et al (1998), sendo 8% de audiogramas sugestivos de PAIR em operadores de transportes ferroviários.

Uma vez que os déficits auditivos decorrentes da PAIR provocariam o zumbido, a pobre seletividade de frequências, o comprometimento no processamento temporal, a alteração da curva de sintonia e a dificuldade na percepção de fala desencadeando mudanças no processamento de informações (Henderson, Salvi, 1998), para a melhoria na qualidade de vida desses trabalhadores, a implantação de um Programa de Prevenção de Perda Auditiva – PPPA na empresa de transportes ferroviários seria necessária, assim como, o treinamento sobre a saúde auditiva dos ferroviários.

Na tabela 6, foi observado que 56 sujeitos (57,1%) tinham exposição ocupacional anterior ao ruído e 42 sujeitos (42,9%) negaram esta exposição. Em ambas as categorias, a distribuição conjunta dos valores dos Grupos 1 e 2 em relação à essa categoria foi equivalente. A exposição ocupacional anterior ao ruído, seja nesta profissão ou em outra profissão, poderia ser um risco potencial para o desencadeamento ou agravamento das alterações auditivas, como apontaram Gerges (1991) Dacomo (1994) e Barikow, (2002).

Em relação ao tempo de profissão, os dados foram esperados e poderiam ser interpretados conjuntamente ao da faixa etária (tabela 4). Os resultados apontaram que, quanto maior a idade e o tempo de profissão como trabalhadores ferroviários, tanto maior é a sua alteração auditiva, principalmente devido à exposição ao ruído elevado durante a jornada de trabalho. Estes resultados concordam com Barikow, 2002; Alves, 2004 e

Samelli, 2004, ao afirmarem que o ruído intenso no ambiente de trabalho pode ser prejudicial à saúde auditiva dos trabalhadores ferroviários. Portanto, o elevado Nível de Pressão Sonora (NPS) associado aos anos de profissão e/ou a idade podem comprometer o bem-estar e a audição desses trabalhadores.

A variável tabagismo não ofereceu uma diferença estatisticamente significativa nos resultados da audiometria ( $p=0,391$ ), o que vai ao encontro do estudo realizado por Chau et al (2004), que salientou que o tabagismo e a idade afetam a audição de trabalhadores ferroviários. Porém, o efeito isolado da variável tabagismo não desencadeou uma perda auditiva na população analisada pelos autores.

A variável atividade de lazer exposto a ruído por mais de uma vez por semana também não interferiu nos resultados obtidos na avaliação audiométrica dos trabalhadores ferroviários. Foi verificado que não houve uma diferença estatisticamente significativa entre freqüentar atividade de lazer e apresentar PAIR ( $p=0,253$ ), pois a maioria dos sujeitos estudados não realizava atividades de lazer nestas condições. Portanto, esses dados não corroboraram os do *National Institute Consensus Development Conference on Noise and Hearing* (1990), que mostrou o quanto as fontes de ruído não ocupacionais (música em intensidade elevada, eletrodomésticos, ferramentas, entre outros) poderiam ser potencialmente desencadeadoras da PAIR.

Foram observados na tabela 5 que as funções “operacionais” (19,4%) e condutores” (19,4%), foram as que apresentaram maior comprometimento. Estas funções são apontadas como as de maior risco auditivo entre os ferroviários, devido ao fato do sujeito estar exposto a um nível de pressão sonora mais elevado do que as demais. Este dado concorda com Aly et al, 1998, Barikow, 2002; Alves, 2004 e Kim, 2007 que relataram que o risco de ruído aumenta contribuindo para uma maior prevalência de PAIR e demonstrando assim, uma grande necessidade de programas preventivos



no que se refere à exposição a níveis de pressão sonora elevados e medidas de controle para a redução de ruído interno e externo do trem.

Na tabela 7, houve grande concentração de perdas auditivas nas frequências isoladas de 3, 4 e 6 kHz. Esses resultados confirmam a tendência de que as primeiras frequências a serem acometidas no processo de desencadeamento de uma perda auditiva induzida por níveis de pressão sonora elevados são exatamente estas. Portanto, estes dados corroboram com Jerger, 1989; Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva, 1999 e *American College of Occupational and Environmental Medicine*, 2003, que enfatizam que a Perda Auditiva Induzida por Ruído começa afetar as frequências de 3, 4 e 6 kHz, antes de atingir as demais frequências.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

No Brasil, a saúde auditiva dos trabalhadores ferroviários ainda é pouco explorada pelos pesquisadores. Foram realizados poucos trabalhos nacionais e existem mais trabalhos internacionais (Dacomo et al, 1994; Aly et al, 1998; Hansen, 2005; Alves, 2004; Zannin, 2006), que apontaram que o ruído causado pelos transportes ferroviários é um problema comum nas grandes cidades, contribuindo para o agravamento da perda auditiva. As doses e os níveis equivalentes de ruído a que os condutores estariam expostos aliados ao desconforto térmico da cabina do condutor, decorrente de um sistema de ventilação e exaustão ineficiente, a perda auditiva e os efeitos combinados do ruído de vibração sobre a audição, deveriam ser alvo de maiores investigações em nossa realidade.

A avaliação audiométrica não deveria indicar somente a prevalência anual de alterações auditivas. A implementação de um padrão mais rigoroso para a obtenção dos resultados possibilitaria um panorama sobre a incidência dos problemas auditivos ao longo dos anos. Assim sendo, todos os ferroviários deveriam participar de um Programa de Conservação Auditiva, o qual poderia auxiliá-los a evitar o desencadeamento ou agravamento de perdas auditivas, além de se tornarem mais conscientes dos riscos, tendo acesso às medidas corretas para um melhor desempenho no trabalho e bem-estar físico e mental.

## 8. CONCLUSÃO

---

Diante dos resultados do presente estudo que teve como objetivo estudar a audição de um grupo de ferroviários do Estado de São Paulo pudemos chegar às seguintes conclusões:

- A prevalência de alterações auditivas na população estudada foi de 41,8%.
- Não houve diferença estatisticamente significativa entre os resultados da avaliação audiométrica e os hábitos de lazer.
- As variáveis, exposição anterior ao ruído e os anos de profissão influenciaram estatisticamente os resultados da avaliação audiométrica.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves DFP. Levantamento do perfil audiométrico de maquinistas da CPTM da grande São Paulo: Estudo retrospectivo. [Monografia de especialização]. São Paulo: CEDIAU; 2004.

Aly, CM, Saltini CMS, Paulo MA, Duca RF. Investigação de perdas auditivas induzidas por ruído nos operadores de trem do metrô de São Paulo. In: Rede Especial – Revista do Projeto de Cooperação Técnica Brasil-Itália: “Proteção à saúde nos ambientes de trabalho”. São Paulo, IMESP, 1998, P 52-66.

American College of Occupational and Environmental Medicine - ACOEM. Noise-Induced Hearing Loss. JOEM, 2003 Jun; 45(6): 579-81.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) - NBR 13068 – Ruídos interno e externo em carro metropolitano. Rio de Janeiro; Procedimento. 1994.

Barikow KB; Samsøe D; Kalivado MM. Journal of sound and vibration, vol.266; p. 387-396, 2008.

Bertoli, SR, Lage, JT, Paiva CEL. Níveis de ruído no interior dos trens metropolitanos, Caso São Paulo. p.86 (9) , 2006.

Bistafa SR. Acústica aplicada ao controle do ruído. 1º ed. São Paulo: Edgard Blucher; 2006.

Chau N, Mur JM, Touron C, Benamghar L, Dehaene D. Correlates of Occupational Injuries for Various Jobs in Railway Workers: A Case-Control Study Journal of Occupational Health. No. 4 Vol. 46, p: 272-280, 2004.

Clark WW, Popelka GR. Hearing level of railroad trainmen. Laryngoscope, 99: 1151-1157, November, 1999.

Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva. Perda auditiva induzida por ruído relacionada ao trabalho. *Boletim*, São Paulo, n. 1, 29 jun. 1994. Revisto em 14 nov. 1999.

Dacomo G, Broich G, Campi FIM, Calabrô F, Salvia R, Pogelli R, Romagnoli A. Studio epidemiológico longitudinale di una popolazione di lavoratori delle ferrovie dello stato esposta al rumore. *La Clínica Terapêutica*, 144 (2): 95-98, 1994.

Facini AS. Gerenciamento da confiabilidade em projetos de material rodante ferroviário. [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; 2007.

Fiorini AC. Conservação Auditiva: Estudo sobre o monitoramento audiométrico em trabalhadores de uma indústria metalúrgica [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP; 1994.

Franze A, Sequino L, Saulino C, Attanasio G, Marciano E. Effect over time of allopurinol on noise-induced hearing loss in guinea pigs. *Int J Audiol* 2003 Jun; 42(4): 227-34.

Gauchard GC, Chau N, Touron C et al. Role of certain individual characteristics in occupational accidents due to disequilibrium: a case-control study in the employees of a railway company. *Occup Environ Med*; 60:330–335; 2003.

Gerges SNY. Efeitos do Ruído e Vibrações no Homem. In: GERGES, SNY. Ruído e vibrações industriais fundamentos e controle. Centro Brasileiro de Segurança e Saúde Industrial, 1991.

Gerges SNY. Ruído: Fundamentos e Controle. 2ª ed. 2000.

Hansen CH. Current and future industrial applications of active noise control. *Noise control engineering journal*. 2005, 53 (5): 181-196.

Heckl, M, Müller, HA. –Taschenbuch der Technischen Akustic, 2 auflage. Berlin, Alemanha, 232-236; 1995.

Henderson D, Bielefeld EC, Harris KC, Hu B. The role of oxidative stress in noise-induced hearing loss. *Ear Hear*. 2006; 27 (1): 1-19.

Henderson D, Salvi RJ. Effects on noise exposure on the auditory functions. *Scand Audiol Suppl*. 1998; 27 (Suppl 48): 63-73.

Henderson D, Sauders SS. Acquisition of noise – induced hearing loss by railway workers. *Ear Hear*, 19(2): 120-30, 1998.

Hyppolito MA., Hetú R. Lalande M., Getty L. Psychosocial disadvantages associated with occupational hearing loss as experienced in the family. *Audiology*, [S. I.], v. 26, p. 141-152, 2003.

Jakovljjevic B, Bbelajevic G, Paunovic K, Stojanov V. Road traffic noise and sleep Disturbances in an Urban Population: Cross-sectional Study. *Croat Med. J.* 2006; 47: 125-133.

Jerger S, Jerger J. Alterações auditivas. Rio de Janeiro; Atheneu, 1989.

Kandel ER, Schwartz, JH, Jessel TM. *Princípios da neurociência*. São Paulo: [s.n.], 2003.

Kim YS, Young MR, Cheol ML, Chi NK. Estimación de la Ventilación y el ruido en el metro de la ciudad de New York. Institute for Occupational Health, College of Medicine, 2007.

Kryter KA. Hearing loss from gun and railroad noise – relations with ISO Standard 1999. *J. Acoust. Soc. Am.*, 90(6): 3180-3195, 1999.

Lage JT. Níveis de ruído no interior de trens metropolitanos – Caso São Paulo. [Dissertação de Mestrado]. UNICAMP; 2003.

Luz, LF. Os trilhos nas áreas urbanas: conflitos, desafios e oportunidades em dez cidades paulistas [Dissertação de Mestrado] USP, 2006.

Massarani, EVL, Delellius RA era do trem: imagens da saga da ferrovia na formação do Estado de São Paulo, Adtrans, p 114, 1999.

Mayou RA, Ehlers A, Hobbs M. Psychological debriefing for road traffic accident victims. *Br J Psychiatr*; 176: 589-593; 2000.

Mc Fadden SL, Ohlemiller KK, Ding D, Shero M, Salvi RJ. The influence of superoxide dismutase and glutathione peroxidase deficiencies on noise-induced hearing loss in mice. *Noise Health*. 2001; 3 (11): 49-64.

Mc Shane DP; Hyde ML; Alberti PW. Tinnitus prevalence in industrial hearing loss compensation claimants. *Clin. Otol.*, [S. l.], v. 13, p. 323-330, 1988.

Miedema HME, Oudshoorn CG. Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals. *Environ Health Persp*; 109 (4): 409-16; 2001.

Momensohn-Santos TMM, Russo ICP, Assayag FM, Lopes LQ. Determinação dos limiares tonais por via aérea e por via ósea. In:

Momensohn-Santos TMM, Russo ICP (org). *A prática da audiologia clínica*. 4ª Ed. São Paulo: Cortez, 2005. p. 67-96.

National Institutes of Health Consensus Development Conference on Noise and Hearing Loss. Disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/bv.fcgi?rid=hstat4.section.6155>. Acesso em: 20/12/1009.

Oliveira JAA. Fisiologia clínica da audição – cóclea ativa. In: Nudelmann AA et al. PAIR: perda auditiva induzida por ruído. Vol.1; Porto Alegre; Baggagem, 2001.

Ortíz GF. Los espacios médico-hospitalarios para los ferroviários. Revista da Faculdade de Medicina – UNAM. México; Vol.43; Nº.3. 2000.

Paiva, CEL. et al. – Anais: Ruídos em Sistemas de Transportes: Parte I Metrô. In: Congresso Internacional de Negócios e Tecnologia, ABNT, 1997.

Pereira A, Coelho JLB. Previsão de Ruído de Tráfego Ferroviário em Portugal – Proc. Acústica, p. 1-8, 2004.

Revista Ferroviária - vol.07, pág.25 São Paulo, 2008.

Rios AL. Efeito Tardio do ruído na audição e na qualidade do sono em indivíduos expostos a níveis elevados [Dissertação de Mestrado]. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo – Faculdade de Ribeirão Preto; 2003.

Ryu SH, Kwon YJ, Lee SJ, Song JC. A Study on Noise Induced Hearing Loss of Employees Working for Seoul Metropolitan Subway Cooperation. *J Aersp Environ Med.* Mar;11(1):37-44, 2006.

Samelli AG. *Zumbido: avaliação, diagnóstico e reabilitação: abordagens atuais.* São Paulo: Lovise, 2004.


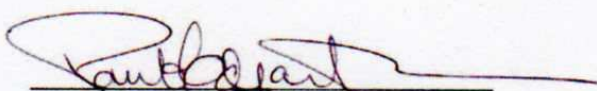
Thompson, DJ, Jones CJC. A Review of the Modeling of Wheel/ Rail Noise Generation – Journal of Sound and Vibration, n.º 231, p.519 – 536, 2000.

Vesterager V. Tinnitus: investigation and management. *BJM*, [S. l.], v. 314, p. 728-731, 1997.

Zannin PHT, Diniz FB, Calixto A. N. The statistical modeling of road traffic noise in urban setting. v. 66, p. 169-176, 2006.

## 10. ANEXOS

**ANEXO 1- Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa do Prog. Pós-graduação em Fonoaudiologia da PUC-SP.**

 <p><b>PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO</b>  <b>COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA PUC-SP</b>  <b>SEDE CAMPUS MONTE ALEGRE</b></p>
<p>Protocolo de Pesquisa nº 169/2009</p>
<p><b>Programa de Estudos Pós-Graduados em Fonoaudiologia</b>  <b>Orientador(a): Prof.(a). Dr.(a). Iêda Chaves Pacheco Russo</b>  <b>Autor(a): Katarine Menezes da Costa</b></p>
<p><b>PARECER</b> sobre o Protocolo de Pesquisa, em nível de Dissertação de Mestrado, intitulado <i>Condições de saúde auditiva de um grupo de trabalhadores ferroviários do estado de São Paulo</i></p>
<p><b>CONSIDERAÇÕES APROVADAS EM COLEGIADO</b></p>
<p>Em conformidade com os dispositivos da Resolução nº 196 de 10 de outubro de 1996 e demais resoluções do Conselho Nacional de Saúde (CNS) do Ministério da Saúde (MS), em que os critérios da relevância social, da relação custo/benefício e da autonomia dos sujeitos da pesquisa pesquisados foram preenchidos.</p> <p>O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido permite ao sujeito compreender o significado, o alcance e os limites de sua participação nesta pesquisa.</p> <p>A exposição do Projeto é clara e objetiva, feita de maneira concisa e fundamentada, permitindo concluir que o trabalho tem uma linha metodológica bem definida, na base do qual será possível retirar conclusões consistentes e, portanto, válidas.</p> <p>No entendimento do CEP da PUC-SP, o Projeto em questão não apresenta qualquer risco ou dano ao ser humano do ponto de vista ético.</p>
<p><b>CONCLUSÃO</b></p>
<p>Face ao parecer substanciado apensado ao Protocolo de Pesquisa, o Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP – Sede Campus Monte Alegre, em Reunião Ordinária de <b>31/08/2009</b>, <b>APROVOU</b> o Protocolo de Pesquisa nº <b>169/2009</b>.</p> <p>Cabe ao(s) pesquisador(es) elaborar e apresentar ao CEP da PUC-SP – Sede Campus Monte Alegre, os relatórios parcial e final sobre a pesquisa, conforme disposto na Resolução nº 196 de 10 de outubro de 1996, inciso IX.2, alínea "c", do Conselho Nacional de Saúde (CNS) do Ministério da Saúde (MS), bem como cumprir integralmente os comandos do referido texto legal e demais resoluções do Conselho Nacional de Saúde (CNS) do Ministério da Saúde (MS).</p>
<p>São Paulo, 31 de agosto de 2009.</p>
 <p><b>Prof. Dr. Paulo-Edgar Almeida Resende</b>  <b>Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa da PUC-SP</b></p>



**ANEXO 2 - Carta de solicitação de autorização**

**Ao Dr. Luis Antônio Pimenta Rodrigues**  
**Diretor da Clínica Job Assessoria Médica LTDA.**

Solicito autorização para consulta dos prontuários de exames audiológicos realizados nos funcionários da CPTM, na Clínica Job Assessoria Médica LTDA, para realização da coleta de dados da pesquisa, intitulada: **ESTUDO DA AUDIÇÃO DE UM GRUPO DE FERROVIARIOS DO ESTADO DE SÃO PAULO**, referente à dissertação de Mestrado realizada na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP).

---

Katarine Menezes da Costa  
Pesquisadora Responsável

Declaro que autorizo a utilização do referido espaço do clinica para a realização do estudo citado acima.

---

Dr. Luis Antônio Pimenta Rodrigues  
Responsável pela Clínica

São Paulo, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### **ANEXO 3 - Termo de consentimento livre e esclarecido para a participação em pesquisa científica**

O Sr. Está sendo convidado a participar da pesquisa que se intitula “Estudo da Audição de um grupo de trabalhadores ferroviários do estado de São Paulo”.

O objetivo visa estudar as condições de saúde auditiva dos trabalhadores ferroviários do Estado de São Paulo, verificando os hábitos sonoros e os efeitos auditivos e não auditivos decorrentes da exposição ao ruído ocupacional e extra-ocupacional, assim como, analisar a configuração audiométrica desta população e relacioná-la aos hábitos sonoros e efeitos auditivos e não auditivos.

Caso aceite participar como sujeito desta pesquisa, o (a) Sr.(a) terá sua audição avaliada por meio do teste de audiometria tonal liminar e vocal e responderá a um questionário sobre sua audição e descrição da sua atividade laborativa, como também, outro sobre as limitações psico-sociais decorrentes de alterações auditivas.

Não existem benefícios diretos para o sujeito deste estudo. Entretanto, seus resultados pretendem ajudar a pesquisadora a entender melhor a audição, hábitos sonoros e efeitos auditivos e não auditivos de um grupo de trabalhadores ferroviários.

Os procedimentos não apresentam riscos, incômodo ou dores durante a avaliação das orelhas neste projeto, embora o Sr. possa experimentar alguma fadiga e/ou estresse durante o teste de audição e ao responder os questionários.

O Sr. receberá tantas interrupções quanto necessárias durante a sessão de teste.

Fica claro que sua participação é voluntária, não sendo obrigado a realizar o exame ou a responder os questionários se não quiser, mesmo que já tenha assinado o consentimento de participação. Se desejar, poderá retirar seu consentimento de participação. Se desejar, poderá retirar seu consentimento a qualquer momento e isto não trará nenhum prejuízo ao seu atendimento.

Os pesquisadores não pagaram nenhum valor em dinheiro ou qualquer outro bem pela sua participação, assim como o Sr. não terá nenhum custo adicional.

Os seus dados serão mantidos em sigilo. Serão analisados em conjuntos com os de outros colegas e não serão divulgados dados de nenhum sujeito isoladamente. Compreendo que os resultados deste estudo poderão ser publicados em jornais profissionais ou apresentados em congressos. O Sr. poderá esclarecer suas dúvidas durante toda a pesquisa com a fonoaudióloga Katarine Menezes da Costa pelo telefone (11) 8665-7256.

A pesquisadora responsável, Katarine Menezes da Costa, comprometeu-me a utilizar os dados coletados somente para esta pesquisa.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li, descrevendo a pesquisa “Estudo da audição em um grupo de trabalhadores ferroviários do estado de São Paulo”

Eu discuti com a fonoaudióloga Katarine Menezes da Costa sobre a minha decisão em participar do estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo no meu atendimento.

---

Nome do trabalhador

---

Assinatura do trabalhador

Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste paciente para a participação neste estudo.

---

Katarine Menezes da Costa

Fonoaudióloga

CRFa.: 17111/SP

---

Data

**ANEXO 4 - Anamnese Audiológica Ocupacional**

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

Nome: \_\_\_\_\_ D.N \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_

Função: \_\_\_\_\_

Exame: ( ) Admissional ( ) Periódico ( ) Demissional ( ) Outro

1) O Sr(a) fuma?

( ) Sim ( ) Não

2) O Sr(a) ingere bebida alcoólica?

( ) Sim ( ) Não

3) O Sr(a) usa fone para escutar música?

( ) Sim ( ) Não

4) O Sr(a) realiza alguma atividade de lazer que a exponha a ruído?

( ) Sim ( ) Não

5) Escuta bem?

( ) Sim ( ) Não

6) Alguma doença no ouvido?

( ) Sim ( ) Não

7) Usa protetor auricular?

( ) Sim ( ) Não

Assinatura do Colaborador: \_\_\_\_\_

Fonoaudióloga: \_\_\_\_\_