



FMUC FACULDADE DE MEDICINA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

RUÍDO OCUPACIONAL NA INDÚSTRIA TRANSFORMADORA DE MADEIRA

Cédric Rodrigues Samorinha

Dissertação de Mestrado em Saúde Ocupacional

Coimbra

2012

Cédric Rodrigues Samorinha

**RUÍDO OCUPACIONAL NA INDÚSTRIA TRANSFORMADORA
DE MADEIRA**

**Dissertação de Candidatura ao Grau de Mestre em Saúde Ocupacional à
Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra**

**Orientador: Professor Doutor Carlos Alberto Fontes Ribeiro
Coorientador: Professor Doutor Alberto Sérgio de S. R. Miguel**

Dedicatória

À minha Mãe

Agradecimentos

O presente projeto foi encarado por mim como um dos desafios mais importantes da minha atividade profissional e académica. Exigiu empenho e dedicação e apenas desta forma foi possível conciliá-lo com as minhas responsabilidades profissionais.

Este espaço é dedicado a todos os que participaram direta ou indiretamente na elaboração deste trabalho. A todos deixo aqui a minha sincera gratidão.

Começo pelo meu orientador, Professor Doutor Carlos Alberto Fontes Ribeiro e Coorientador, Professor Doutor Alberto Sérgio de Sá Rodrigues Miguel. **Agradeço a disponibilidade**, ensinamentos, sugestões, ideias, comentários e generosidade em toda a orientação prestada.

À D. Anabela, pelo profissionalismo, competência e dedicação.

Agradeço, igualmente, a autorização concedida para a realização do presente trabalho por parte das administrações das empresas onde foi realizado este estudo. Dentro das empresas não podia deixar de agradecer à Dra. Luísa Godinho, Dr. José Martins e ao Sr. José Pereira, bem como a todos os profissionais das empresas que aceitaram participar neste estudo, pois sem eles não poderia ter concretizado os meus objetivos.

Para o **dito estudo** foi essencial o apoio e cooperação do Dr. Ricardo Armada, antigo Diretor do Centro de Saúde de Vieira do Minho e do Dr. José Manuel Araújo, Coordenador da Unidade de Saúde Pública do ACeS Cávado II Gerês/Cabreira.

À Universidade do Minho, mais concretamente ao Departamento de Produção e Sistemas da Escola de Engenharia, pelo empréstimo do equipamento utilizado na medição de pressão sonora e os seus profissionais pelo auxílio constante nas diversas dúvidas no uso do equipamento.

Ao professor Nobre pelo auxílio prestado em determinadas fases na elaboração deste trabalho.

Aos meus amigos, que souberam estar sempre presentes.

Ao Sérgio, um grande amigo, que tive o prazer de conhecer ao longo deste estudo.

Por fim, à Tânia Ramalho por todo o apoio, confiança e extrema paciência durante todo este percurso.

Índice

Índice de Quadros	vii
Índice de Figuras.....	ix
Lista de Abreviaturas e Siglas	xii
Resumo	xiv
Abstract.....	xvi
1. Introdução e Justificação do Tema	2
2. Objetivos.....	4
3. Revisão da Literatura	5
3.1 Caracterização da Indústria Transformadora de Madeira	5
3.1.1 Subsetores da Madeira.....	7
3.2. Caraterísticas do Som.....	10
3.2.1 Introdução.....	10
3.2.2 Som e Ruído	12
3.2.3 Frequência e Período	12
3.2.4 Intensidade Sonora	14
3.2.5 Pressão Sonora.....	15
3.2.6 Medição de Níveis.....	16
3.2.7 Nível Sonoro Contínuo Equivalente.....	18
3.2.8 Tipos de Ruído	21
3.3 Legislação	23
3.3.1 Evolução Legislativa	23
3.4 Efeitos do Ruído Sobre o Homem	28
3.4.1 Ruído Induzindo Deficiência Auditiva.....	28
3.4.2 Danos no Organismo	32
3.5 Programas de Conservação da Audição	35
3.6 Controlo do Ruído.....	38
3.7 Incertezas de medição - Determinação ao ruído ocupacional. Método de engenharia	39

4. Considerações Metodológicas	41
4.1 Tipo de Estudo	41
4.2 Formulação do Problema	41
4.3 Variáveis em Estudo	42
4.3.1 Variável dependente	42
4.3.2 Variável independente	43
4.3.3 Operacionalização das variáveis.....	43
4.4 Universo da Pesquisa	44
4.5 Planeamento e Seleção da Amostra	44
4.6 Descrição do Instrumento / Equipamento de Colheita de Dados.....	45
4.7 Pré-Teste	45
4.8 Análise dos dados e Estatística -analítica.....	45
4.9 Aspetos Éticos	46
5. Apresentação e Análise dos Dados	47
5.1 – Análise das características socio-demográficas dos trabalhadores	47
5.1.1 – Identificação da empresa	47
5.1.2 – Profissão associada ao posto de trabalho.....	47
5.1.3 – Género dos Trabalhadores	48
5.1.4 – Idade dos Trabalhadores.....	49
5.1.5 – Estado Civil dos Trabalhadores.....	51
5.1.6 – Ano de Escolaridade dos Trabalhadores	52
5.2 – Exposição ao ruído.....	53
5.2.1 – Exposição não profissional.....	53
5.3 – Antecedentes Familiares e Pessoais	55
5.3.1 – Antecedentes Familiares.....	55
5.3.2 – Antecedentes Pessoais	56
5.3.3 – Associação entre os Antecedentes Familiares e Pessoais.....	57
5.4 – Formação.....	58
5.4.1 – Formação sobre higiene e segurança no trabalho.....	58
5.4.2 – Formação sobre ruído e proteção auditiva.....	59

5.4.3 – Associação entre a obtenção de formação sobre higiene e segurança no trabalho e a obtenção de formação sobre ruído e proteção auditiva.....	60
5.5 – Uso de proteção auditiva.....	60
5.6 – Análise do nível de pressão sonora resultante da emissão de ruído pelos equipamentos.....	62
5.6.1 – Análise do nível de pressão sonora na empresa A	62
5.6.2 – Análise do nível de pressão sonora na empresa B.....	64
5.6.3 – Análise do nível de pressão sonora na empresa C.....	66
5.6.4 Análise do nível de pressão sonora nas 3 empresas	69
5.6.5 – Comparação do nível de pressão sonora dos equipamentos em função das empresas	71
5.7 – Exposição pessoal diária dos trabalhadores	73
5.7.1 – Exposição pessoal diária dos trabalhadores nas 3 empresas.	73
5.7.2 – Comparação da exposição pessoal diária dos trabalhadores com os Limites legais nas 3 empresas.....	75
5.7.3 – Comparação da exposição pessoal diária dos trabalhadores com os Limites legais, em função da empresa.	76
5.8 – Estimação do risco de perda de audição	78
5.8.1 – Estimação do risco de perda de audição nas 3 empresas.....	78
5.8.2 – Estudo dos fatores associados ao risco de perda de audição	79
5.8.3 – Estudo dos fatores associados ao uso de proteção auditiva.....	81
6. Discussão	82
7. Conclusões e perspetivas futuras	84
8. Bibliografia	86
Anexos	90

Índice de Quadros

Quadro 1 - Dados estatísticos do setor da madeira e mobiliário nacional em 2008	5
Quadro 2 - Velocidade do som em relação à temperatura	10
Quadro 3 - Classificação do campo sonoro, segundo as suas características (Miguel, 2010) pág. 306	22
Quadro 4 - Estádios da evolução da surdez profissional segundo Bell (Miguel, 2010) .	31
Quadro 5 - Risco de perda de audição em valores percentuais (ISO 1999)	33
Quadro 6 - Risco de perda de audição, devida exclusivamente ao ruído, em função dos anos de exposição (segundo Norma Portuguesa NP-1733)	34
Quadro 7 - Efeitos do ruído sobre o ser humano (segundo Lehmann) (cit. Miguel, 2010 pág. 313)	35
Quadro 8 - Dimensão das empresas estudadas	47
Quadro 9 - Profissões.....	47
Quadro 10 - Comparação do género em função da empresa	49
Quadro 11 - Idade dos trabalhadores	49
Quadro 12 - <i>Boxplot</i> da idade dos trabalhadores em função da empresa	50
Quadro 13 - Estado civil dos trabalhadores	51
Quadro 14 - Estado civil dos trabalhadores em função da empresa	51
Quadro 15 - frequências da escolaridade dos trabalhadores.....	52
Quadro 16 - Comparação da escolaridade dos trabalhadores em função da empresa	53
Quadro 17 - Fatores, tempo e frequência de exposição não profissional a ruído.....	53
Quadro 18 - Exposição não profissional a ruído em função da empresa.....	54
Quadro 19 - Comparação da existência de antecedentes familiares de problemas de audição em função da empresa	55
Quadro 20 - Comparação da existência de antecedentes pessoais de problemas de audição em função da empresa	56
Quadro 21 - Comparação da existência de antecedentes pessoais de problemas de audição em função dos antecedentes familiares	57
Quadro 22 - Comparação da obtenção de formação sobre higiene e segurança no trabalho em função da empresa	58
Quadro 23 - Comparação da obtenção de formação sobre ruído e proteção auditiva no trabalho em função da empresa	59

Quadro 24 - Comparação da obtenção de formação sobre ruído e proteção auditiva em função da obtenção de formação sobre higiene e segurança no trabalho	60
Quadro 25 - Comparação do uso de proteção auditiva em função da empresa	61
Quadro 26 - frequências do tipo de proteção auditiva utilizado	61
Quadro 27 - Estatísticas descritivas do nível de pressão sonora emitida pelos equipamentos da empresa A	62
Quadro 28 - Estatísticas descritivas do nível de pressão sonora emitida pelos equipamentos da empresa B	64
Quadro 29 - Estatísticas descritivas do nível de pressão sonora emitida pelos equipamentos da empresa C	66
Quadro 30 - Estatísticas descritivas do nível de pressão sonora correspondente aos equipamentos das empresas A, B e C	69
Quadro 31 - Comparação do nível de pressão sonora L_{Aeq} em função da empresa	72
Quadro 32 - Comparação do nível de pressão sonora L_{Cpico} em função da empresa.....	73
Quadro 33 - Estatísticas descritivas da exposição pessoal diária dos trabalhadores à pressão sonora durante o trabalho das 3 empresas	74
Quadro 34 - Estatísticas descritivas do nível de pressão sonora de pico dos trabalhadores das 3 empresas	75
Quadro 35 - Testes de hipóteses para a comparação da exposição pessoal diária dos trabalhadores à pressão sonora durante o trabalho nas 3 empresas com os valores legais	76
Quadro 36 - Testes de hipóteses para a comparação da exposição pessoal diária dos trabalhadores com os valores legais, em função da empresa.....	78
Quadro 37 - Estatísticas descritivas do risco de perda de audição nas 3 empresas	78
Quadro 38 Comparação do risco de perda de audição em função da empresa.....	80
Quadro 39 - Estudo da independência entre o risco de perda auditiva e a empresa, género, idade, antecedentes familiares e pessoais e formação sobre higiene e segurança no trabalho e pressão sonora e proteção auditiva	80
Quadro 40 - Estudo da independência entre o uso de proteção auditiva e a empresa, género, idade, antecedentes familiares e pessoais e formação sobre higiene e segurança no trabalho e pressão sonora e proteção auditiva e risco de perda auditiva	81

Índice de Figuras

Figura 1 -Distribuição geográficas das Empresas de Mobiliário na Região Norte	6
Figura 2 - Diagrama do processo de fabrico típico do subsector de Serração de Madeira (CAE 20101 ver. 2.1) (adaptado INETI, 2000)	8
Figura 3 - Diagrama do processo de fabrico típico dos subsectores de Carpintaria (CAE 20302, 20400, 20511, 20512 ver. 2.1) e de fabrico de Mobiliário de Madeira (CAE 36110, 36120, 36130, 36141 (adaptado INETI, 2000).....	9
Figura 4 - Comprimento de onda.....	11
Figura 5 - Variação da pressão sonora com a distância.....	11
Figura 6 - Gama de frequências e audibilidade	14
Figura 7 - Curvas de ponderação em A, B, C	17
Figura 8 - Aparelho auditivo - Monteiro, Adilson - Atlas Visual do Corpo Humano, São Paulo, Riddel, 2007 Pág. 32.....	27
Figura 9 - Evolução da surdez profissional segundo Bell (Miguel, 2010)	31
Figura 10 - Evolução das perdas auditivas com a idade	32
Figura 11 - Partes do corpo afetadas pelo ruído (Dias & Afonso, 2000)	33
Figura 12 - Efeitos do ruído sobre o ser humano (segundo Lehmann) (cit. Miguel, 2010 pág. 313)	35
Figura 13 - Estimativa do risco da exposição ao ruído em diferentes populações	36
Figura 14 - Ações a desenvolver para a redução do risco de perdas auditivas por exposição ao ruído [NP EN 458: 2006]	37
Figura 15 - Gráfico circular da empresa	47
Figura 16 - Género dos trabalhadores.....	48
Figura 17 - Histograma com curva normal da idade dos trabalhadores	49
Figura 18 - <i>Boxplot</i> da idade dos trabalhadores em função da empresa.....	50
Figura 19 - Caixa de barras do estado civil dos trabalhadores	51
Figura 20 - Caixas de barras da escolaridade dos trabalhadores	52
Figura 21 - Gráfico circular dos antecedentes familiares	55
Figura 22 - Gráfico circular dos antecedentes pessoais.....	56
Figura 23 - Gráfico circular da formação sobre higiene e segurança no trabalho.....	58
Figura 24 - Gráfico circular da formação sobre ruído e proteção auditiva.....	59
Figura 25 - Gráfico circular do uso de proteção auditiva	61

Figura 26 - <i>Boxplot</i> do nível de pressão sonora emitida pelos equipamentos da empresa A.....	63
Figura 27 - Diagrama de dispersão do nível de pressão sonora L_{Aeq} e L_{Cpico} emitido pelos equipamentos da empresa A.....	63
Figura 28 - <i>Boxplot</i> do nível de pressão sonora emitido pelos equipamentos da empresa B.....	65
Figura 29 - Diagrama de dispersão do nível de pressão sonora L_{Aeq} e L_{Cpico} emitido pelos equipamentos da empresa B.....	65
Figura 30 - <i>Boxplot</i> do nível de pressão sonora emitida pelos equipamentos da empresa C.....	67
Figura 31 - Diagrama de dispersão do nível de pressão sonora L_{Aeq} e L_{Cpico} emitido pelos equipamentos da empresa C.....	68
Figura 32 - Caixa de barras do nível de pressão sonora - L_{Aeq} nos equipamentos das 3 empresas.....	70
Figura 33 - <i>Boxplot</i> do nível de pressão sonora L_{Cpico} nos equipamentos das 3 empresas.....	70
Figura 34 - <i>Boxplot</i> do nível de pressão sonora L_{Aeq} nos equipamentos das 3 empresas.....	71
Figura 35 - <i>Boxplot</i> do nível de pressão sonora L_{Aeq} nas 3 empresas.....	71
Figura 36 - <i>Boxplot</i> do nível de pressão sonora L_{Cpico} em função das 3 empresas.....	72
Figura 37 - Histograma da exposição pessoal diária dos trabalhadores à pressão sonora durante o trabalho das 3 empresas.....	73
Figura 38 - <i>Boxplot</i> da exposição pessoal diária dos trabalhadores à pressão sonora durante o trabalho das 3 empresas.....	73
Figura 39 - Histograma do nível de pressão sonora de pico das 3 empresas.....	74
Figura 40 - <i>Boxplot</i> do nível de pressão sonora de pico das 3 empresas.....	74
Figura 41 - Diagrama do intervalo de confiança da exposição pessoal diária de um trabalhador à pressão sonora.....	75
Figura 42 - Diagrama do intervalo de confiança do nível de pressão sonora de pico....	75
Figura 43 - Diagrama do intervalo de confiança da exposição pessoal diária de um trabalhador em função da empresa.....	77
Figura 44 - Diagrama do intervalo de confiança do nível de pressão sonora de pico em função da empresa.....	77
Figura 45 - Histograma do risco de perda de audição.....	79

Figura 46 - *Boxplot* do risco de perda de audição em função da empresa..... 79

Lista de Abreviaturas e Siglas

AIMMP	- Associação das Indústrias das Madeiras e Mobiliário de Portugal
CAE -	- Classificação Portuguesa de Atividades Económicas
dB	- <i>Decibel</i>
dB (A)	- <i>Decibel</i> com malha de ponderação A
Et al	- E Outros
Hz	- <i>Hertz</i>
IMM	- Indústria de Mobiliário de Madeira
INE	- Instituto Nacional de Estatística
ISO	- <i>International Organization for Standardisation</i>
$L_{Aeq,Tk}$	- Nível Sonoro Contínuo Equivalente ponderado A
$L_{AEx,8h}$	- Exposição Pessoal Diária
$\overline{L}_{AEx,8h}$	- Exposição pessoal semanal
$MaxL_{Cpico}$	- Valor Máximo de Pico
N	- Newton
NIH	- National Institutes of Health
NIOSH	- National Institute for Occupational Safety and Health
NP	- Norma Portuguesa
OSHA	- Occupational safety and Health Administration
Pa	- Pascal
PAIR	- Perda Auditiva Induzida pelo Ruído
PCA	- Programas de Conservação da Audição
PIB	- Produto interno bruto
PTS	- <i>Permanent Threshold Shift</i> (Mudança permanente do limiar)
SNC	- Sistema Nervoso Central

SPL	- <i>Sound pressure level</i>
TTS	- <i>Temporary Threshold Shift</i> (Mudança temporária do limiar)
VAB	- Valor acrescentado bruto
VLE	- Valor Limite de Exposição

Resumo

A Indústria Transformadora de Madeira tem um grande impacto económico e social em Portugal, com um volume de negócios de 3046 milhões de euros e com 65 332 trabalhadores em 7641 empresas (ano de 2008). O ruído ocupacional surge nos últimos anos como fator de relevo nos contextos organizacionais onde é considerado determinante na saúde ocupacional. Sendo o ruído no local de trabalho uma questão central e de crescente interesse para a saúde e bom desempenho profissional, muitas investigações têm sido feitas no sentido de o avaliar, sendo poucas as desenvolvidas na indústria da madeira. Como objetivo geral, pretendeu-se avaliar a exposição ao ruído dos trabalhadores que laboram no subsector da Indústria da Madeira (Divisão CAE 20). Ou seja, verificar se os níveis de pressão sonora são superiores aos permitidos pela legislação vigente, aplicável a esta área, bem como saber quais os equipamentos que produzem os níveis de pressão sonora mais elevados. Pretendeu-se ainda conhecer o nível de consciencialização dos trabalhadores e das entidades empregadoras em relação ao ruído, assim como as medidas de controlo existentes. Para atingir estes objetivos, levou-se a cabo um estudo não experimental do tipo descritivo-correlacional de carácter analítico transversal, que incidiu sobre 71 trabalhadores oriundos de três empresas que laboram no Distrito de Braga. A execução do mesmo foi possível através de três fases: a aplicação de um inquérito, por questionário aos trabalhadores, a realização de medições dos níveis sonoros emitidos por vários equipamentos e a avaliação da exposição dos trabalhadores, estipulada a partir da distribuição de tempo de trabalho pelos locais com os referidos equipamentos. Através da análise dos resultados, utilizando como referência o Decreto-Lei n.º 182/2006 de 6 de setembro, verificou-se que 70,5% dos trabalhadores estavam expostos a valores acima do Nível de Ação Inferior, 60,7% acima do Nível de Ação Superior, incluindo 41% que apresentavam uma exposição a níveis de pressão sonora superiores ao Valor-Limite de Exposição. A maioria dos locais de trabalho apresenta um nível de pressão sonora mediano superior ao Valor-Limite de Exposição, destacando-se aqueles em que é utilizada a tupia, a multisserra e a molduradora. Cerca de um quarto dos trabalhadores (24,5%) têm um risco de perda de audição superior a 50%; estando este significativamente associado a trabalhadores com mais de 50 anos e a trabalhadores com antecedentes pessoais. Neste tipo de indústria, a maioria dos trabalhadores (53,8%), usa equipamentos de proteção auditiva, sendo os

protetores auriculares os mais usados. Verifica-se, também, que a maioria dos trabalhadores afirma ter obtido formação sobre ruído e proteção auditiva, sendo este um fator preditivo do uso de proteção auditiva. Com estes resultados destaca-se a importância da implementação de um Plano de Conservação da Audição.

Palavras-chave: Ruído Ocupacional, indústria da madeira, pressão sonora, exposição ao ruído, risco de perda auditiva

Abstract

The Wood Industry has a great economic and social impact in Portugal, with a turnover of 3,046 million euros and 65 332 employees in 7641 companies (in 2008). The occupational noise emerged in the last years as an important factor in organisational contexts where is considered decisive in occupational health. As noise in the workplace is a central issue and also of great interest for public health and good professional performance, many research works have been developed in order to evaluate it, but not so relevant in the wood industry. The general purpose was the evaluation of the noise exposure of workers who work in the branch of Wood Industry (CAE 20 Division). For that, it was necessary to check whether the sound pressure levels were higher than the allowed by the law, applicable to this area , and to know what equipment produced the highest pressure levels, as well. It was also intended to know the level of awareness among workers and employers about noise, as well as the existing control measures. To achieve these goals, a non-experimental study of a descriptive-analytical type, and analytical nature, which was focused on 71 workers from three companies that operate in the district of Braga, was carried on. The execution of this study was possible through three phases: the application of a survey questionnaire to workers, conducting measurements of sound levels generated by the different equipments and exposure assessment of workers calculated from the distribution of working time in the workplaces with the referred equipments. Through the results, and using as reference the Decree-Law no. 182/2006, of 6 September, it was clear that 70.5% of workers were exposed to values above the Lower Action Level, 60.7% above the Higher Action Level, including 41% who have been exposed to sound pressure levels above the Exposure Limit Value. Most workplaces have a sound pressure level above the Exposure Limit Value, specially those ones where the router, the multiple rip saws and the slicer are used. About a quarter of workers (24.5%) have a hearing loss risk greater than 50%, which is significantly associated to workers over 50 years and to workers with a personal history. In this last type of industry, most of the workers (53.8%) use hearing protection equipment, being the ear muffs the most used. Most of the workers say that they have had training about noise and hearing protection, which is a predictor factor for the use of hearing protection. With these results, it can be highlighted the importance of implementing a Conservation Hearing Plan.

.

Keywords: Occupational Noise, wood industry, sound pressure level, noise exposure, risk of hearing loss

1. Introdução e Justificação do Tema

A nossa sociedade, cada vez mais desenvolvida e industrializada, tem contribuído para o acréscimo dos níveis sonoros. Cada vez mais o ruído é considerado um dos principais fatores de risco para a saúde dos trabalhadores, devido à respetiva frequência nas atividades profissionais e ao número significativo de trabalhadores diariamente expostos (Costa, 2009).

O ruído é um som desagradável e indesejável que perturba o ambiente, provoca mal-estar e situações de risco para a saúde do ser humano. Esta incomodidade depende não só da característica do som, mas também da nossa atitude em cada situação concreta. O som é, no entanto, fundamental para as nossas vidas (Miguel, 2010).

Um em cada cinco trabalhadores europeus tem de erguer a voz para se fazer ouvir durante, pelo menos, metade do tempo que passa no trabalho, e 7% dos trabalhadores europeus sofrem de dificuldades auditivas relacionadas com o trabalho. A perda de audição induzida pelo ruído é a doença profissional mais comum na União Europeia (Coelho, 1997).

Quando o ruído atinge determinados níveis, o aparelho auditivo apresenta uma fadiga, que embora inicialmente seja suscetível de recuperação pode, em certos casos, tais como a exposição prolongada a ruído intenso, transformar-se em surdez permanente devido a lesões irreversíveis do ouvido interno (OSHA, 2005).

De um modo geral, causa redução da capacidade de comunicação, incómodo, provoca fadiga psíquica e física bem como redução do rendimento e ainda diminuição da capacidade auditiva.

A existência de níveis sonoros elevados no ambiente de trabalho continua a ser um dos fatores perturbadores com maior repercussão nas condições de trabalho e, em grande parte das situações, no resultado da atividade produtiva. Com efeito, num vasto leque de atividades, lidamos com processos produtivos em que a produção de ruído é inevitável. Pode, no entanto, controlar-se os seus níveis dentro de parâmetros razoáveis, de forma a não expor as pessoas a riscos indesejáveis e a contribuir para um ambiente laboral mais propício a um bom desempenho humano (Pereira, 2009).

Sendo o ruído no local de trabalho uma questão central e de crescente interesse para a saúde e para o bom desempenho profissional, muitas investigações têm sido feitas no sentido de avaliar o ruído no local de trabalho. Pese embora o vasto conjunto de publicações existentes sobre a exposição ocupacional ao ruído, no setor Transformador da Indústria da Madeira, estes são ainda escassos, se considerarmos a importância do mesmo para a economia do país.

Com este estudo, espera-se que o conhecimento dos resultados finais contribua, de certo modo, para melhorar as condições de trabalho dos trabalhadores nesta área, e assim, aumentar a qualidade de vida destes trabalhadores.

2. Objetivos

Este trabalho apresenta um caráter transversal, tendo subjacentes os seguintes objetivos:

1. Saber se a exposição pessoal diária ao ruído excede os valores de Ação e Limite previstos na legislação;
2. Definir as áreas em que o ruído ocupacional é mais relevante;
3. Saber se existe uma consciencialização dos trabalhadores e das entidades empregadoras para os riscos associados ao ruído, designadamente o risco de surdez profissional;
4. Registrar eventuais medidas preventivas e/ou corretivas;
5. Estimar o risco de perda de audição nos trabalhadores;
6. Avaliar o uso de proteção auditiva;
7. Averiguar a realização de formação sobre segurança e higiene do trabalho, mais concretamente na área do ruído.

Espera-se que os conhecimentos resultantes deste estudo contribuam para reforçar a importância e a premência da adoção de medidas de avaliação e controlo do ruído, procurando diminuir a respetiva exposição dos trabalhadores ao mesmo. Almeja-se ainda que os responsáveis continuem a apostar no desenvolvimento de programas de conservação de audição, permitindo uma vigilância da função auditiva dos trabalhadores e estimulando a proteção destes face a situações de risco de perdas auditivas.

3. Revisão da Literatura

3.1 Caracterização da Indústria Transformadora de Madeira

O sector da madeira e mobiliário assume um papel importante na economia europeia, sendo que, em 2009, este representava cerca de 13% do total da produção industrial (aproximadamente 269.000 milhões de euros) (MERIAM, 2011).

O sector foi, inclusivamente, apontado no Relatório Porter, publicado em 1994, como um dos seis sectores prioritários da economia portuguesa. Perante esta realidade, não é alheio o facto de Portugal possuir, em 2009, 3,4 milhões de hectares de área com aptidão florestal. Ou seja, um terço do território (MERIAM, 2011).

Com grande capacidade de adaptação às solicitações do mercado, o elevado desenvolvimento tecnológico e a grande flexibilidade na produção permitiram que nos últimos anos o sector tenha desenvolvido uma notável capacidade de apresentar novos produtos e estilos, continuando com uma grande diversidade de produtos (AIMMP, 2008).

Tendo como fonte de dados a AIMMP (Associação das Indústrias das Madeiras e Mobiliário de Portugal), o sector tinha, em 2008, um peso significativo na economia nacional, representando cerca de 5% do VAB total da economia, 4% do PIB nacional e 14% do PIB industrial (MERIAM, 2011).

Segundo dados do INE, apresentados no Quadro 1, para o mesmo ano, o sector da madeira e mobiliário era composto por 7.641 empresas que contavam nos seus quadros com 65.332 trabalhadores e geravam um volume de negócios de cerca de 3.046 milhões de euros (MERIAM, 2011).

Quadro 1 - Dados estatísticos do sector da madeira e mobiliário nacional em 2008

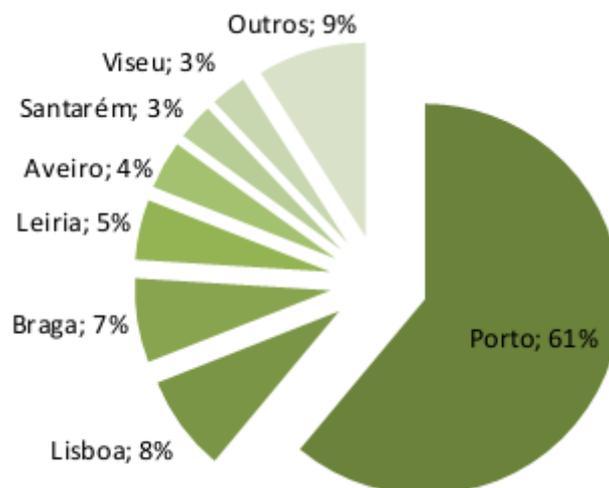
Indicador	Valor	Peso a Nível Nacional
N.º de Empresas	7.641	1%
Pessoal ao serviço	65.332	2%
Volume de Negócios (Milhões)	3.046	1%
VAB (Milhões)	816	1%

Fonte: INE, Estatísticas Territoriais, 2008 (cit. MERIAM, 2011).

O subsetor do mobiliário predominava relativamente ao da madeira em número de empresas: 75% das empresas em 2008 pertenciam ao subsetor do mobiliário (cit. MERIAM, 2011).

Esta evolução, aparentemente positiva na última década, não altera a visão tradicional da indústria de mobiliário de madeira, que continua a ter uma dimensão média muito pequena, à semelhança da dimensão média da indústria de mobiliário na generalidade dos países europeus. O número de empresas do setor reduziu em cerca de um terço, sem perda de faturação (AIMMP, 2008).

A forte concentração das empresas produtoras de mobiliário, com predominância na região a Norte do Douro (68%), é razão suficiente para que uma reflexão estratégica sobre a IMM (Indústria de Mobiliário de Madeira) não possa ignorar a dinâmica socioeconómica da Região do Norte e em particular do Vale do Sousa. Embora presentes em todo o País, uma grande parte das empresas da IMM estão concentradas nos distritos de Braga e Porto, com 2/3 do total no Vale do Sousa. De facto, e através da análise da figura anterior, pode constatar-se que 61% das empresas de mobiliário estão localizadas no distrito do Porto e 7% pertencem ao distrito de Braga (AIMMP, 2008).



Fonte: CTIMM (cit. AIMMP, 2008).

Figura 1 -Distribuição geográficas das Empresas de Mobiliário na Região Norte

Em termos de volume de negócios, aos 68% do número de empresas da Região Norte correspondem 60% do volume de negócios do setor, enquanto as 32% das empresas localizadas no resto do país são responsáveis por 40% das vendas totais (AIMMP, 2008).

3.1.1 Subsetores da Madeira

Os diversos processos de transformação a que a madeira é submetida desde o seu abate, passando pelo transporte e processamento fabril, até ao embalamento do produto acabado constituem a espinha dorsal de todo o setor (Miguel et al,2004).

Este setor de atividade divide-se essencialmente em 4 subsectores: serração, mobiliário, carpintaria, e produção de painéis de madeira, este ultimo não referido no estudo (Miguel et al,2004).

3.1.1.1 Subsetor da Serração

O subsector da serração produz, principalmente, madeiras de construção, madeiras para paletes, tábuas, régua, pranchas e outros elementos de madeira obtidos diretamente a partir de toros. A matéria-prima predominante é o pinho, seguindo-se o eucalipto (Miguel et al,2004).

A maior parte das indústrias de serração trabalha com toros de madeira de elevado diâmetro, sendo o seu principal destino a indústria de mobiliário e a produção de folha de madeira (Miguel et al,2004).

Este subsector é constituído por um conjunto de micro e pequenas empresas (Miguel et al,2004).

As diferentes fases do processo produtivo deste subsector podem ser estruturadas do modo seguinte:

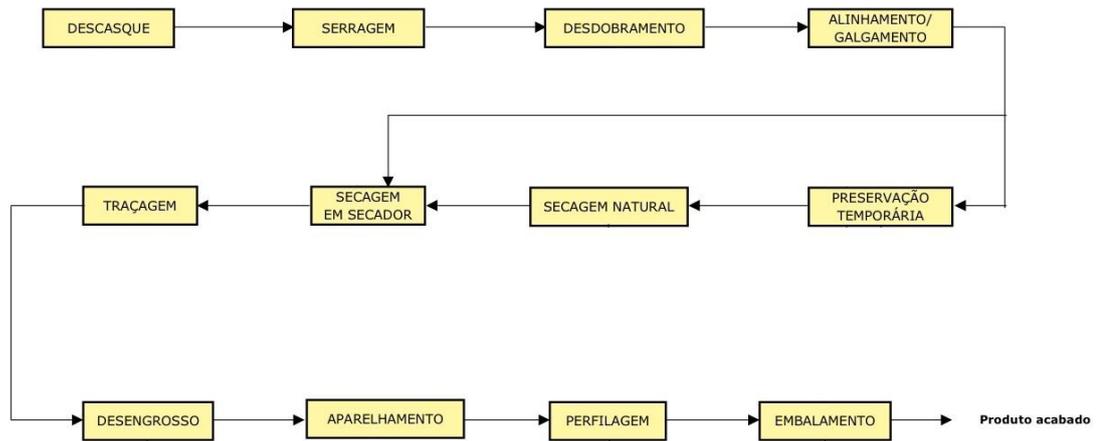


Figura 2 - Diagrama do processo de fabrico típico do subsector de Serração de Madeira (CAE 2010I ver. 2.1) (adaptado INETI, 2000)

3.1.1.2 Subsector do Mobiliário e da Carpintaria

A matéria-prima utilizada neste subsector é bastante diversificada, dependendo do tipo de produto final pretendido. As empresas nele enquadradas adquirem a madeira sob a forma de pranchas e/ou derivados de madeira, tais como, painéis de aglomerado de madeira, contraplacados e folhas, a partir dos quais produzem a peça de mobiliário pretendida (Miguel et al,2004).

O subsector do mobiliário é constituído por um conjunto de micro, pequenas e médias empresas. (Miguel et al,2004).

O subsector da carpintaria é um segmento da indústria de transformação de produtos florestais, cujos limites de integração, com as indústrias de serração e de mobiliário, são extremamente difusos (Miguel et al,2004).

Este subsector produz uma ampla variedade de componentes de construção, uma vez que está intimamente ligado ao setor da Construção Civil. Os seus produtos destinam-se, na sua grande maioria, ao abastecimento do mercado interno (Miguel et al,2004).

O subsector da carpintaria é constituído por um conjunto de micro, pequenas e médias empresas.

As diferentes fases do processo produtivo dos subsectores do mobiliário e da carpintaria podem ser assim estruturados:

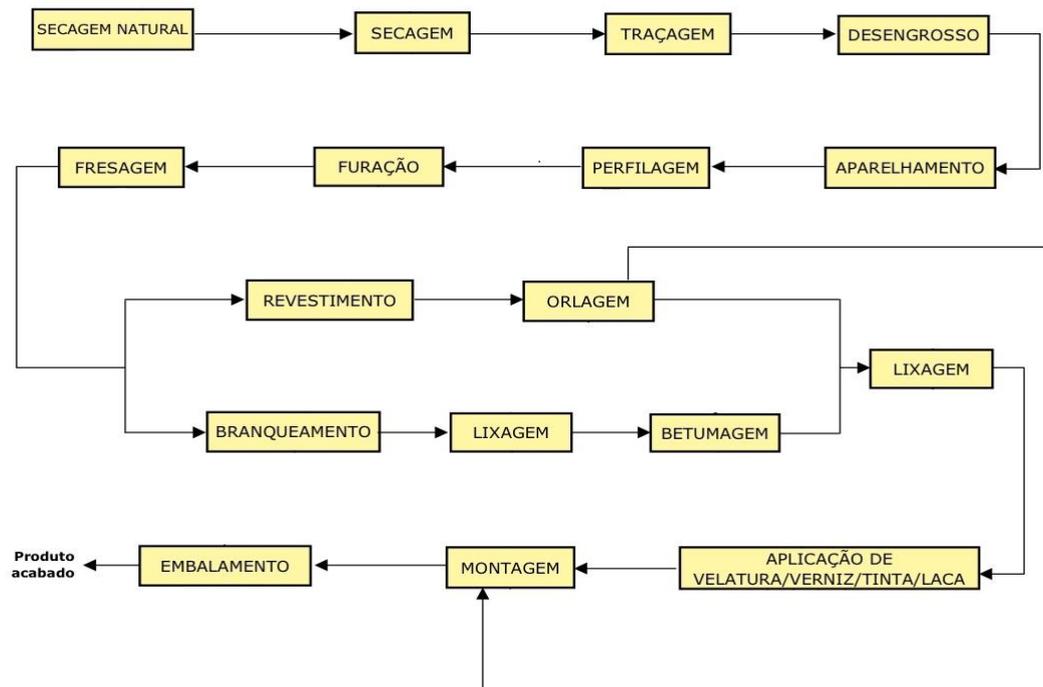


Figura 3 - Diagrama do processo de fabrico típico dos subsectores de Carpintaria (CAE 20302, 20400, 20511, 20512 ver. 2.1) e de fabrico de Mobiliário de Madeira (CAE 36110, 36120, 36130, 36141 (adaptado INETI, 2000))

3.2. Características do Som

3.2.1 Introdução

O som é qualquer movimento mecânico repentino que gera flutuações na pressão do ar, que se dissipam como ondas. A extensão da variação da pressão determina a pressão do som, e esta, por sua vez, a intensidade da sensação (Kroemer & Grandjean, 2005).

Algumas pessoas têm a ideia que o som se propaga através de partículas que saem da fonte sonora e que chegam até ao ouvido humano, mas a realidade é bem diferente.

Dependendo do meio, o som propaga-se a diferentes velocidades. No ar, o som propaga-se a uma velocidade aproximada de 340 m/s, enquanto que em meios sólidos e líquidos a velocidade é, substancialmente, superior: 1500m/s na água e 5000 m/s no alumínio (Brüel&Kjaer, 2000, cit. Arezes, 2002).

O som corresponde às variações de pressão do ar que conseguem ser captadas pelo ouvido, que variam entre os 20 e 20 000Hz, ou seja, 20 e 20 000 vezes por segundo. Isto significa que, se eu abanar a mão para cima e para baixo, embora esteja a provocar variações na pressão de ar, como estas variações são inferiores a 20 vezes por segundo, não são captadas pelo ouvido (Fonseca, 2007).

Embora o som também se possa propagar num meio líquido ou sólido, o ar continua a ser o meio de propagação do som mais usual, com uma velocidade de propagação que varia com a temperatura (Fonseca, 2007).

Quadro 2 - Velocidade do som em relação à temperatura

Temperatura	Velocidade do som
0 °C	331.4 m/s
15 °C	340.5 m/s
30 °C	349.6 m/s

Dependendo da velocidade de transmissão, existe o conceito de comprimento de onda. O comprimento de onda indica, para o mesmo instante, a distância que a onda ocupa antes de começar a repetir-se.

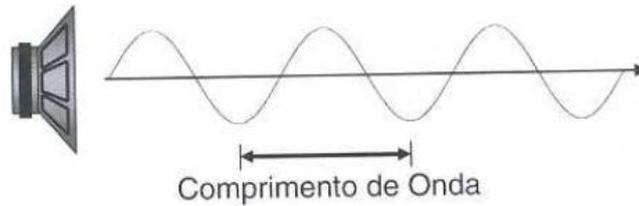


Figura 4 - Comprimento de onda

O comprimento de onda é importante porque é vital para o comportamento que o som terá ao encontrar determinadas superfícies / obstáculos. Por exemplo, se o som encontrar um obstáculo com dimensões inferiores ao comprimento de onda, irá conseguir contorná-lo. Caso o obstáculo tenha dimensões superiores ao comprimento de onda, irá existir uma espécie de “sombra sonora” (Fonseca, 2007).

A maioria das fontes sonoras tem uma propagação esférica, ou seja, o som vai-se expandindo em todas as direções. Isto significa que, à medida que a distância aumenta, o som terá de cobrir uma área maior, tornando-se conseqüentemente mais fraco (Fonseca, 2007).

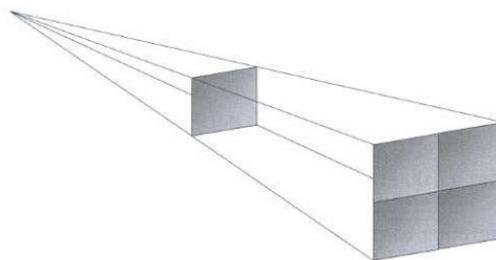


Figura 5 - Variação da pressão sonora com a distância

Como se consegue verificar na figura anterior, ao duplicarmos a distância passamos a cobrir uma área 4 vezes superior, o que significa que o som terá uma pressão 4 vezes inferior. Ou seja, o som perde 6 dB (Fonseca, 2007).

Durante a propagação sonora, no processo de radiação de energia verifica-se que a intensidade sonora tem um decaimento que é proporcional ao quadrado da distância.

Este fenómeno é conhecido pela lei do inverso do quadrado da distância (Henrique, 2007).

Para além da diminuição da pressão sonora, provocada pela distância, o ar ainda acrescenta alguma atenuação, em especial em frequências mais altas [agudos] (Fonseca, 2007).

3.2.2 Som e Ruído

O ruído é uma causa de incómodo para o trabalho, uma barreira às comunicações verbais e sonoras, podendo provocar fadiga geral e, em certos casos, trauma acústico e alterações fisiológicas extra auditivas (Miguel, 1992).

O ruído é essencialmente um som indesejado e incómodo (TLC, 1998, cit. Arezes & Miguel 2002).

A perceção individual do ruído depende das características do mesmo, sendo estas a intensidade, o espectro e a frequência com que ocorrem. Os graus de incomodidade do ruído são até certo ponto, determinados por fatores como a idade, o estado emocional, os gostos, as crenças ou o modo de vida (Arezes, 2002).

Do ponto de vista fisiológico, o ruído será considerado como todo o som que produza uma sensação auditiva desagradável, incomodativa ou perigosa (Miguel, 1992).

Do ponto de vista físico poderá ser considerado como “Conjunto de sons” ou ainda como “toda a vibração mecânica aleatória de um meio elástico” (Gaspar, 2002, pág. 25).

Pode dizer-se ainda que o ruído é um som ou conjunto de sons desagradáveis e/ou perigosos, capazes de alterar o bem-estar fisiológico ou psicológico das pessoas, de provocar lesões auditivas que podem levar à surdez e de prejudicar a qualidade e a quantidade do trabalho (Gaspar, 2002).

3.2.3 Frequência e Período

Dada a natureza dos movimentos periódicos, que são fenómenos que se repetem regularmente, há todo o interesse em definir uma grandeza que quantifique no tempo essa repetição. Estes movimentos caracterizam-se medindo o número de vezes que a

trajetória se repete num determinado intervalo de tempo. Assim, surge uma grandeza fundamental que está sempre presente nos movimentos periódicos, e em particular nos movimentos oscilatórios: a frequência. Define-se frequência como o número de ciclos efetuados na unidade de tempo. Para a maioria dos movimentos oscilatórios, usa-se o segundo como unidade de tempo. Assim, considera-se a frequência como o número de ciclos por segundo: a grandeza representa-se por f , e a unidade por ciclos por segundo ou Hertz (Hz) (Henrique, 2007).

Outra grandeza intimamente relacionada com a frequência é o período, que se define como o intervalo de tempo que leva a efetuar um ciclo. O período representa-se por T e exprime-se, normalmente, em segundos. Se a frequência é o número de ciclos por segundo, depende naturalmente do período, ou seja, da duração de cada ciclo. Das definições de período e frequência conclui-se que quando a frequência aumenta o período diminui e vice-versa. Uma é o inverso da outra. A frequência do som representa-se por:

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{ou} \quad T = \frac{1}{f} \quad (1.1)$$

A todos os movimentos periódicos estão, portanto, associadas duas grandezas fundamentais: a frequência e o período (Henrique, 2007).

Os sons podem ser “puros” ou “complexos”. Os primeiros são constituídos por uma única frequência, enquanto os segundos são constituídos por mais que uma frequência.

Contudo, a maior parte dos ruídos industriais não são sons puros, mas entre ruídos complexos.

Para se ter uma noção exata da composição do ruído é necessário determinar o nível sonoro para cada frequência (Miguel, 1992).

Este tipo de análise chama-se *análise espectral*, ou *análise por frequência*, e costuma ser representada graficamente num sistema de eixos onde as frequências se situam no eixo das abcissas e os níveis sonoros no eixo das ordenadas (Miguel, 1992).

A escala de frequências é normalmente dividida em três grandes grupos:

- Infra-sons;
- Gama de frequências audível;
- Ultra-sons.

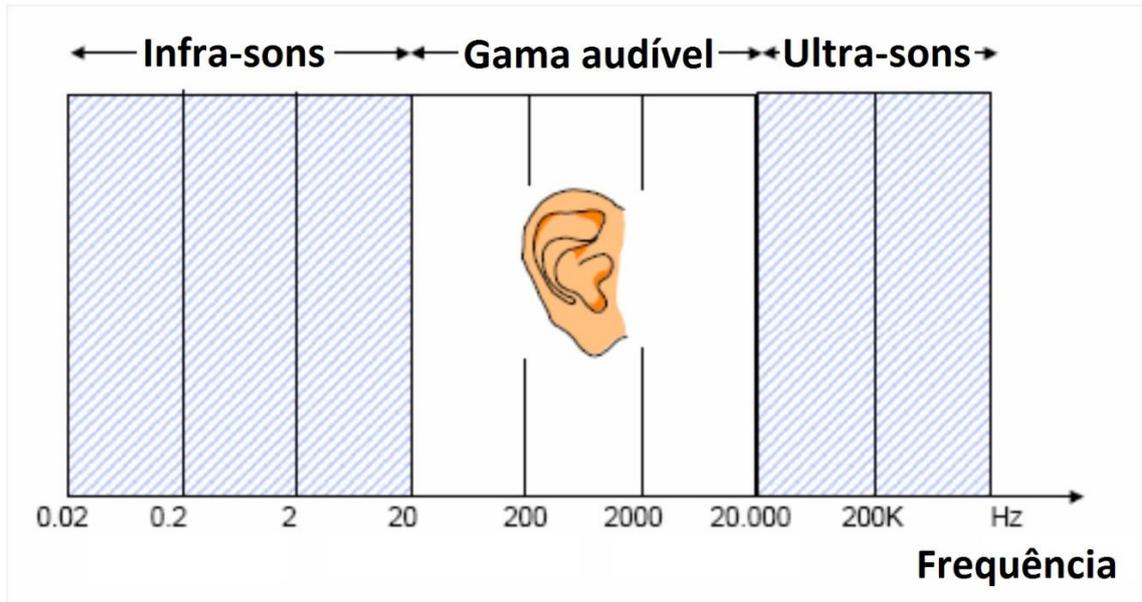


Figura 6 - Gama de frequências e audibilidade

A gama audível compreende os sons cujas frequências se situam entre 20 e 20.000 Hz e, como o seu nome sugere, é suscetível de provocar reação ao nível da audição humana. Abaixo de 20 Hz situam-se os infra-sons e acima de 20.000 Hz os ultra-sons (Miguel, 1992)

A gama audível está dividida em 10 grupos de frequências designados por oitavas. Cada oitava por seu turno está subdividida em 3 grupos de terços de oitava. A designação de cada oitava corresponde à sua frequência central, que é o dobro da frequência central da oitava antecedente e a média geométrica das frequências limite (Miguel, 2010).

3.2.4 Intensidade Sonora

A passagem de uma onda sonora por um meio fluído origina flutuações de pressão que se traduzem por alterações da pressão e da velocidade das partículas. A intensidade sonora é o produto da pressão pela velocidade das partículas, que é equivalente à potência recebida por unidade de área (Henrique, 2007).

O nível de referência para a medição da intensidade sonora numa escala de decibéis é: $I_0 = 10^{-12} \text{ Wm}^{-2}$, sendo o nível de intensidade sonora expresso por:

$$L_1 = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad (1.2)$$

O nível de pressão sonora e o nível de intensidade sonora são praticamente iguais. A relação entre os níveis de pressão e intensidade sonoras depende fundamentalmente das geometrias da fonte sonora e da sala em questão (Henrique, 2007).

3.2.5 Pressão Sonora

As ondas sonoras são ondas de pressão, em que os valores envolvidos, da variação de pressão relativamente à pressão atmosférica, são muito pequenos. O limiar de audibilidade para a frequência de 1000 Hz corresponde a uma amplitude de pressão sonora de $2 \times 10^{-5} \text{ Nm}^{-2}$. O nosso ouvido tem capacidade de detetar flutuações de pressão da ordem de 10^{-9} do valor da pressão atmosférica. Expressando em valores de pressão, a pressão sonora corresponde ao limiar da dor é um milhão de vezes superior à do limiar da audibilidade (Henrique, 2007).

O aumento de pressão relativamente à pressão atmosférica, provocado pela onda, denomina-se pressão sonora (Henrique, 2007).

O nível de pressão sonora, SPL, (*sound pressure level*) é o nível correspondente à pressão provocada pela vibração sonora, medida num ponto. A escala de decibéis define níveis sonoros comparando as pressões sonoras com uma pressão sonora de referência, P_0 correspondente ao limiar de audibilidade (Henrique, 2007).

Por estas razões, os parâmetros acústicos são avaliados numa escala logarítmica, expressa em decibéis (dB). O decibel é, por definição, o logaritmo da razão entre o valor medido e um valor de referência padronizado, e corresponde, praticamente, à mais pequena variação da pressão sonora que um ouvido humano normal pode distinguir em condições normais de audição (Arezes, 2002).

O nível de pressão sonora, L_p , em decibéis, é dado pela seguinte expressão:

$$L_p = 10 \cdot \log \frac{P^2}{p^2} = 20 \cdot \log \frac{P}{p_0} \quad (1.3)$$

Em que:

L_p - nível de pressão sonora

P_0 - pressão de referência = 2×10^{-5} pascal = $20 \mu\text{Pa}$

p - valor eficaz da pressão sonora, expresso em pascal, a que está exposto um trabalhador, que pode ou não deslocar-se de um sitio para outro durante o trabalho, mas sem considerar o efeito de qualquer equipamento de proteção individual que eventualmente utilize.

O valor mínimo da sensibilidade auditiva humana corresponde a um nível de pressão sonora de 0 dB ($20 \mu\text{Pa}$) e o limiar da dor corresponde a 140 dB (200 Pa) (Dominguez et al., 2002).

3.2.6 Medição de Níveis

O nível de pressão sonora, detetado num determinado ponto, depende da potência da fonte sonora e da direccionalidade desta. Num campo livre o nível de pressão sonora à distância r da fonte é dado por (Davis & Davis, 1987; Rossing, 1990, cit. Henrique, 2007):

$$L_p = L_W + 10 \log \frac{Q}{4\pi^2} \quad (1.4)$$

Sendo que:

L_p - nível de pressão sonora

L_W - nível de potência sonora

Q – fator de direccionalidade

r – distância à fonte (m)

A medição do nível de pressão sonora (SPL) é feita por sonómetros. Um sonómetro é constituído por um microfone, um amplificador, um medidor calibrado em decibéis e filtros de ponderação. Existem vários tipos de sonómetros, para utilização geral e para fins específicos (Henrique, 2007).

Os sonómetros permitem uma leitura em decibéis, ou seja, são definidos a partir da pressão de referência $P_0 = 20\mu\text{Pa}$. Normalmente, os sonómetros permitem escolher três medidas diferentes: dB-A, dB-B e dB-C. Cada uma destas medidas corresponde a uma ponderação diferente (*weighting network*) através da utilização de filtros adequados. A seleção do tipo de ponderação a introduzir depende do nível geral dos sons a medir (Henrique, 2007).

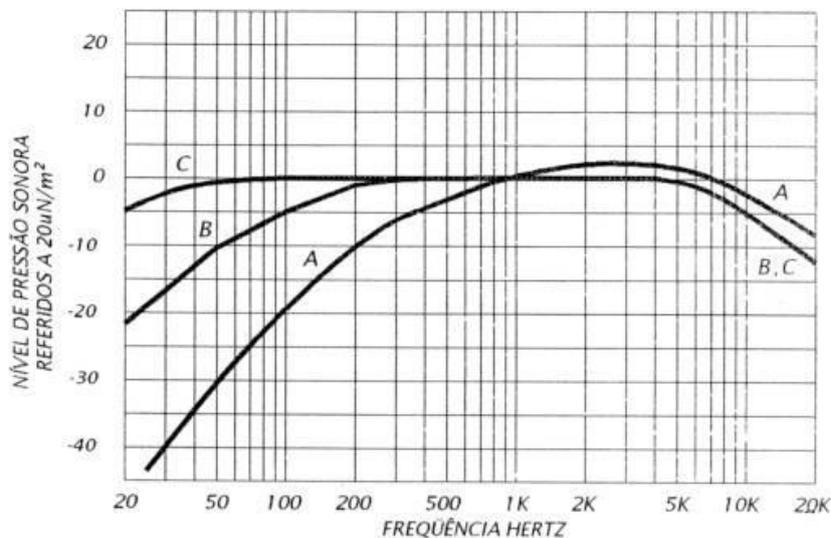


Figura 7 - Curvas de ponderação em A, B, C

A ponderação dB-C dá uma resposta quase linear da gama de frequências audíveis. A ponderação dB-A tem mais em conta a reacção do nosso ouvido, que é muito pouco sensível às frequências graves. Daí a configuração da curva de resposta da ponderação dB-A. Normalmente usa-se esta ponderação para medir o ruído ambiente. A curva de ponderação A é baseada na curva isófona de 40 fones das curvas de Fletcher. A curva de ponderação B é baseada na curva dos 70 fones e é usada para medir sons de nível

intermédio. Relativamente à ponderação C, é usada para medir sons muito intensos, para medir o nível de saída de altifalantes, ou quando se usa o sonómetro para calibração de outros aparelhos (Henrique, 2007).

3.2.7 Nível Sonoro Contínuo Equivalente

O nível sonoro contínuo equivalente (L_{Aeq}) expressa o nível médio de energia sonora durante um dado período de tempo (o nível de energia). Esta qualidade é uma integração de todos os níveis sonoros que variam durante este tempo e compara o efeito perturbador dos ruídos flutuantes com um ruído contínuo de intensidade constante (Kroemer & Grandjean, 2005).

Como é verificado nos agentes químicos, também nos agentes físicos o conceito de dose tem uma importância fundamental para a definição do risco de trauma acústico. Com efeito, a partir de um determinado nível de pressão sonora, o efeito deletério do mesmo depende do produto do nível sonoro pelo tempo de exposição (Miguel, 2010].

No entanto, o cálculo simplificado deste produto só é válido se o ruído for estável e contínuo durante o tempo em questão. Na generalidade dos casos, o nível sonoro varia com o tempo, sendo necessário explicitar uma relação entre o nível e a sua duração. Tal objetivo é conseguido através do nível sonoro contínuo equivalente, normalmente representado por $L_{A,eq}$, e que representa um nível sonoro constante que, se estivesse presente durante todo o tempo de exposição, produziria os mesmos efeitos, em termos de energia, que o nível variável (Bruel & Kjaer, 1988, cit. Arezes, 2002).

A decisão acerca da tolerabilidade para uma exposição de curta duração a ruídos contínuos depende da forma como se estima que o ouvido faz a integração da quantidade de ruído recebida num determinado intervalo de tempo (Miguel, 2010].

Os critérios de risco consideram a intensidade do ruído, a duração de exposição e a percentagem de pessoas que se espera que venham a desenvolver perda auditiva como resultado dessas exposições (Feuerstein, 2002).

O cálculo do $L_{Aeq,T}$ é, segundo o Decreto-Lei n.º 182/2006 de 6 de setembro, obtido pela seguinte equação:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left\{ \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \frac{[p_A(t)]^2}{(p_0)^2} dt \right\} \quad (1.5)$$

Sendo que:

T – Tempo de exposição ao ruído, $T=t_2-t_1$

$P_{A(t)}$ – pressão sonora instantânea ponderada A (em Pa)

P_0 – pressão sonora de referência = 2×10^{-5} Pa

Esta expressão é idêntica à utilizada pela Norma ISO 1999:1990, a qual estabelece tempos limite de exposição em função do nível sonoro a que um trabalhador esteja sujeito.

De forma análoga, a norma portuguesa NP 1730:1996 o nível sonoro contínuo equivalente pode ser estabelecido pela seguinte equação, para amostragens dos níveis de pressão sonora a uma taxa $\frac{1}{\Delta t}$, no intervalo de tempo t_2-t_1 .

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_{pAi}}{10}} \right) \quad (1.6)$$

Sendo que:

n - nº de classes (as classes de intervalos para os níveis de pressão sonora, ponderados A, devem ser escolhidas de acordo com as características do ruído; na maioria dos casos é apropriado um intervalo de 5 dB)

N – nº total de amostras $\left[N = \frac{(t_2-t_1)}{\Delta t} \right]$

L_{pAi} – Nível de pressão sonora, ponderado A, para amostra i (expresso em dB(A)).

Δt – intervalo de tempo entre duas amostras consecutivas consideradas pelo aparelho.

No caso de se aplicar uma distribuição estatística às leituras dos níveis de pressão sonora, ponderados A, utilizando uma técnica de amostragem por intervalos de tempo, $L_{Aeq,T}$ vem calculado com a seguinte equação:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left(\frac{1}{100} \sum_{i=1}^n f_i 10^{\frac{L_i}{10}} \right) \quad (1.7)$$

Sendo que:

n - nº de classes (as classes de intervalos para os níveis de pressão sonora, ponderados A, devem ser escolhidas de acordo com as características do ruído; na maioria dos casos é apropriado um intervalo de 5 dB).

f_i - percentagem do intervalo para o qual o nível de pressão sonora, ponderado A, está dentro dos limites da classe i .

L_i – nível de pressão sonora, ponderado A, correspondente ao ponto médio da classe i , em dB (A).

Por analogia, se um dado fenómeno sonoro for composto por k ruídos, para a classe em que se conheça o nível sonoro (L_{pAi}) e a duração de cada um dos ruídos (t_i), $L_{Aeq,T}$ vem dado pela seguinte equação:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left(\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n t_i 10^{\frac{L_{pAi}}{10}} \right) \quad (1.8)$$

Sendo: $T = \sum t_i$

3.2.8 Tipos de Ruído

São as características de ruído que nos fazem ouvir e ter conhecimento dos tons ou mudanças no nível sonoro. Quanto mais proeminente o tom, e quanto mais abrupta a mudança no nível sonoro, mais perceptível é o ruído (Brüel & Kjaer, 2000).

Quando medimos o ruído, é necessário saber qual o tipo de ruído, o modo em que podemos selecionar os parâmetros a medir, o equipamento a usar, e a duração das medições. Muitas vezes precisamos de usar os nossos ouvidos para identificar as características irritantes do ruído, antes de fazer medições, analisar e documentá-los (Brüel & Kjaer, 2000).

Um ruído pode ser descrito pelas variações de nível com o tempo (Miguel, 2010).

De acordo com as características temporais, o ruído pode ser:

- **Estacionário ou contínuo:** tem flutuações mínimas (± 5 dB) durante a observação;
- **Não estacionário ou não contínuo:** tem um nível variando significativamente durante o período de observação (Miguel, 2010; Mapfre, 1991; Gelfand, 2001).

O ruído não estacionário pode ser subdividido em três tipos:

Flutuante: o nível varia continuamente e numa extensão apreciável durante o período de observação (Miguel, 2010). É produzido por máquinas que operam sem interrupção, como por exemplo, ventiladores, bombas e equipamentos de processamento. Para determinar o nível sonoro são suficientes alguns minutos com equipamento manual. Se forem ouvidos tons ou baixas frequências, o espectro de frequência pode ser medido para documentação e uma nova análise (Brüel & Kjaer, 2000).

Intermitente: há quedas bruscas do nível até ao nível do ruído ambiental, voltando depois ao nível superior. Este nível superior deve manter-se pelo menos 1 segundo até voltar a cair para o nível de ruído ambiental (Miguel, 2010). Quando as máquinas operam em ciclos, simples veículos ou aviões passam, o nível sonoro aumenta e diminui

rapidamente. A cada ciclo de uma fonte de ruído de máquinas, o nível desta pode ser medido simplesmente como ruído contínuo. No entanto, deve notar-se a duração do ciclo. Um veículo de passagem única ou uma aeronave é designado por evento. O nível de exposição sonora de um evento é medido combinando o nível e a duração. O nível máximo de pressão sonora também pode ser usado. Pode ser medido um número de incidentes similares para se estabelecer uma média fiável (Bruel & Kjaer, 2000).

Impulsivo: consiste num ou mais impulsos violentos de energia, com uma variação igual ou inferior a 1s e separados de mais de 0,2s (Miguel, 2010)

O ruído de impacto ou de uma explosão, constituem exemplos de ruído impulsivo. São breves e abruptos, e o seu efeito surpreendente provoca maior incómodo do que seria de esperar uma simples medição do nível de pressão sonora. Para quantificar o impulso de ruído, pode-se utilizar a diferença entre o parâmetro de resposta de rápido ou lento (Bruel & Kjaer, 2000).

De acordo com as características do campo sonoro podem ser:

Quadro 3 - Classificação do campo sonoro, segundo as suas características (Miguel, 2010) pág. 306

Campo livre	Campo sonoro numa área afastada de superfícies refletoras.
Campo reverberante	Porção do campo sonoro num recinto de ensaio em que a influência do som emitido diretamente pela fonte é desprezável.
Campo semi-reverberante	Campo sonoro que prevalece num recinto amplo com superfícies moderadamente refletoras.
Campo divergente hemisfericamente	Campo sonoro de uma fonte omnidirecional que está situada próximo de uma superfície refletora rígida (geralmente, o solo), mas livre de outras obstruções.

3.3 Legislação

3.3.1 Evolução Legislativa

A primeira referência legislativa referente à exposição ocupacional ao ruído surge na Portaria n.º 53/ 71, de 3 de fevereiro, que aprova o Regulamento Geral de Segurança e Higiene do Trabalho nos estabelecimentos industriais, posteriormente alterado pela Portaria n.º 702/80, de 22 de setembro. A exposição ao ruído, ou de uma forma geral a agentes físicos, é ainda abordada no Decreto-Lei n.º 347/93, de 1 de outubro, e na Portaria n.º 987/93, de 6 de outubro, ambos relativos às prescrições mínimas de segurança e saúde nos locais de trabalho (Arezes & Miguel, 2002).

A exposição ao ruído surge, pela primeira vez como elemento nuclear, no Decreto-Lei n.º 251/87, de 24 de junho, que aprova o Regulamento Geral sobre o Ruído. Este Decreto-Lei, embora com objetivos mais alargados do que a regulamentação da exposição ocupacional, constitui o primeiro passo na legislação em matéria de exposição ao ruído. Em 1989 são alteradas algumas disposições do Regulamento Geral sobre o Ruído através do Decreto-Lei n.º 292/89, de 2 de setembro. Embora estes dois últimos diplomas refiram a exposição ocupacional ao ruído, os aspetos de maior especificidade são remetidos para legislação própria, onde se inclui a exposição ao ruído nos locais de trabalho (Arezes & Miguel, 2002).

Padrão importante em termos legislativos, referentes ao ruído, é a Diretiva n.º 86/188/CEE, de 12 de maio, do Parlamento Europeu e do Conselho, que estabelece o quadro geral de proteção dos trabalhadores contra os riscos devidos à exposição ao ruído durante o trabalho, transposta para a ordem jurídica interna pelo Decreto-Lei n.º 72/92 e regulamentada pelo Decreto-Regulamentar n.º 9/92, ambos de 28 de abril (Arezes & Miguel, 2002).

Se os diplomas anteriores, em especial o Decreto-Regulamentar, são bastante detalhados em termos de especificações técnicas referentes a procedimentos de avaliação, monitorização, seleção da proteção e arquivos, existe uma série de normas publicadas que especificam com pormenor e maior detalhe técnico alguns dos procedimentos previstos na legislação. Exemplos destas normas são a NP 1733:1981, as NP 1730:1, 2 e 3:1996, e todas as normas relacionadas com a proteção auditiva, como, por exemplo, as NP EN 352-1:1996, NP EN 352-2:1996, NP EN 352-3:1997 e NP EN 458:1996. O Decreto-Lei n.º 292/ 2000, de 14 de novembro, aprova o novo

Regulamento Geral sobre o Ruído ou, como a nova designação preconiza, Regime Legal sobre a Poluição Sonora. Este último, tal como o seu antecessor, não refere aspetos particulares da exposição ocupacional ao ruído, remetendo estes para legislação especial (Arezes & Miguel, 2002).

Em 2003, foi aprovada a Diretiva 2003/10/CE, de 6 de fevereiro, do Parlamento Europeu e do Conselho relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores a riscos devido aos agentes físicos (ruído). Estava previsto que esta diretiva fosse transposta para a legislação nacional de todos os Estados-Membros antes de 15 de fevereiro de 2006, foi transposta para o direito nacional através do Decreto-Lei.n.º182/2006 de 6 de setembro.

Para o Decreto-Lei n.º 182/2006, o conceito de dose é fundamental para a definição de risco de trauma acústico. A aplicação desta legislação implica a alteração substancial dos diplomas relativamente às prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devido ao ruído, estabelecendo os Valores – Limite de exposição e os valores de exposição que desencadeiam a ação no que se refere, à exposição pessoal diária ou semanal de um trabalhador e ao nível de pressão sonora de pico.

Esta legislação é aplicável a todas as atividades dos setores privado, cooperativo e social, da administração pública central, regional e local, dos institutos públicos e das demais pessoas coletivas de direito público, bem como a trabalhadores por conta própria.

3.2.9.2 Decreto-Lei n.º 182/2006 de 6 de setembro

Como indicadores de risco de exposição ao ruído são definidos: a exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído durante o trabalho ($L_{EX,8h}$), a média semanal dos valores diários da exposição de um trabalhador ao ruído ($L_{EX,w}$) e o nível de pressão sonora de pico (L_{Cpico}), segundo a legislação. Estabelecem-se os seguintes limites:

VALORES DE EXPOSIÇÃO

Valores de Ação Inferior:

$$L_{EX,8h} = \bar{L}_{EX,8h} = 80 \text{ dB(A)} \text{ e } L_{Cpico} = 135 \text{ dB(C)} \text{ ou } 112 \text{ Pa}$$

Caso estes valores sejam excedidos, a entidade empregadora deverá disponibilizar protetores auditivos adequados e assegurar aos trabalhadores expostos a realização de exames audiométricos de dois em dois anos.

Valores de Ação Superior:

$$L_{EX,8h} = \bar{L}_{EX,8h} = 85 \text{ dB(A)} \text{ e } L_{Cpico} = 137 \text{ dB(C)} \text{ ou } 140 \text{ Pa}$$

Quando estes valores forem atingidos, a utilização de protetores auriculares torna-se obrigatória e devem ser aplicadas medidas que garantam a sua utilização e permitam controlar a sua eficácia. Se excedidos, deve ainda proceder-se à verificação anual da função auditiva dos trabalhadores e à realização de exames audiométricos, sinalizar e delimitar os locais de trabalho, sempre que for tecnicamente possível, e o risco o justifique, e limitar o acesso aos mesmos.

Valor Limite de Exposição

$$L_{EX,8h} = \bar{L}_{EX,8h} = 87 \text{ dB(A)} \text{ e } L_{Cpico} = 140 \text{ dB(C)} \text{ ou } 200 \text{ Pa}$$

A fixação destes valores, que não devem, em caso algum, ser excedidos, passa a ter em conta o efeito da proteção conferida pelos protetores auditivos.

Em qualquer uma das situações anteriores, o empregador deve assegurar aos trabalhadores expostos, assim como aos seus representantes para a segurança, higiene e saúde no trabalho, informação e, se necessário, formação adequada.

A medição é sempre realizada por uma entidade reconhecida pelo Instituto Português de Acreditação, ou por um técnico superior de segurança e higiene do trabalho ou ainda, em certas condições, por um técnico de segurança e higiene no trabalho.

3.2.10 Anatomia e Fisiologia da Audição

Cada ouvido é um recetor, associado à recolha, condução, modificação, amplificação e análise das ondas sonoras. As ondas sonoras são convertidas em impulsos nervosos transmitidos ao SNC (sistema nervoso central) através de fibras aferentes que integram o nervo vestibulococlear. As ondas sonoras devem-se a vibrações moleculares do ar e caracterizam-se por uma determinada frequência e uma determinada intensidade.

Intimamente associada à porção coclear do ouvido está a porção vestibular, ou aparelho vestibular periférico, a partir da qual impulsos nervosos aferentes atingem o SNC, impulsos esses respeitantes à posição estática do corpo em cada momento e que estão associados ao equilíbrio.

O ouvido ou órgão vestibular é dividido três partes: ouvido externo, ouvido médio e ouvido interno e possui duas funções: equilíbrio e audição. As partes externa e média estão principalmente relacionadas com a transferência de som para o ouvido interno, que contem o órgão de equilíbrio – condição de ser equilibrado uniformemente - e a audição. (Moore & Dalley, 2001).

O ouvido externo inclui o pavilhão auricular e o canal auditivo externo ou conduto auditivo (passagem do exterior para o tímpano). O ouvido externo termina imediatamente na membrana do tímpano, que separa o ouvido externo do ouvido médio. O ouvido médio é um espaço preenchido por ar e contem os ossículos auditivos. O ouvido interno contém os órgãos sensoriais da audição e do equilíbrio. Consiste em canais e câmaras comunicantes cheios de líquido no rochedo do osso temporal (Seeley, 2005).

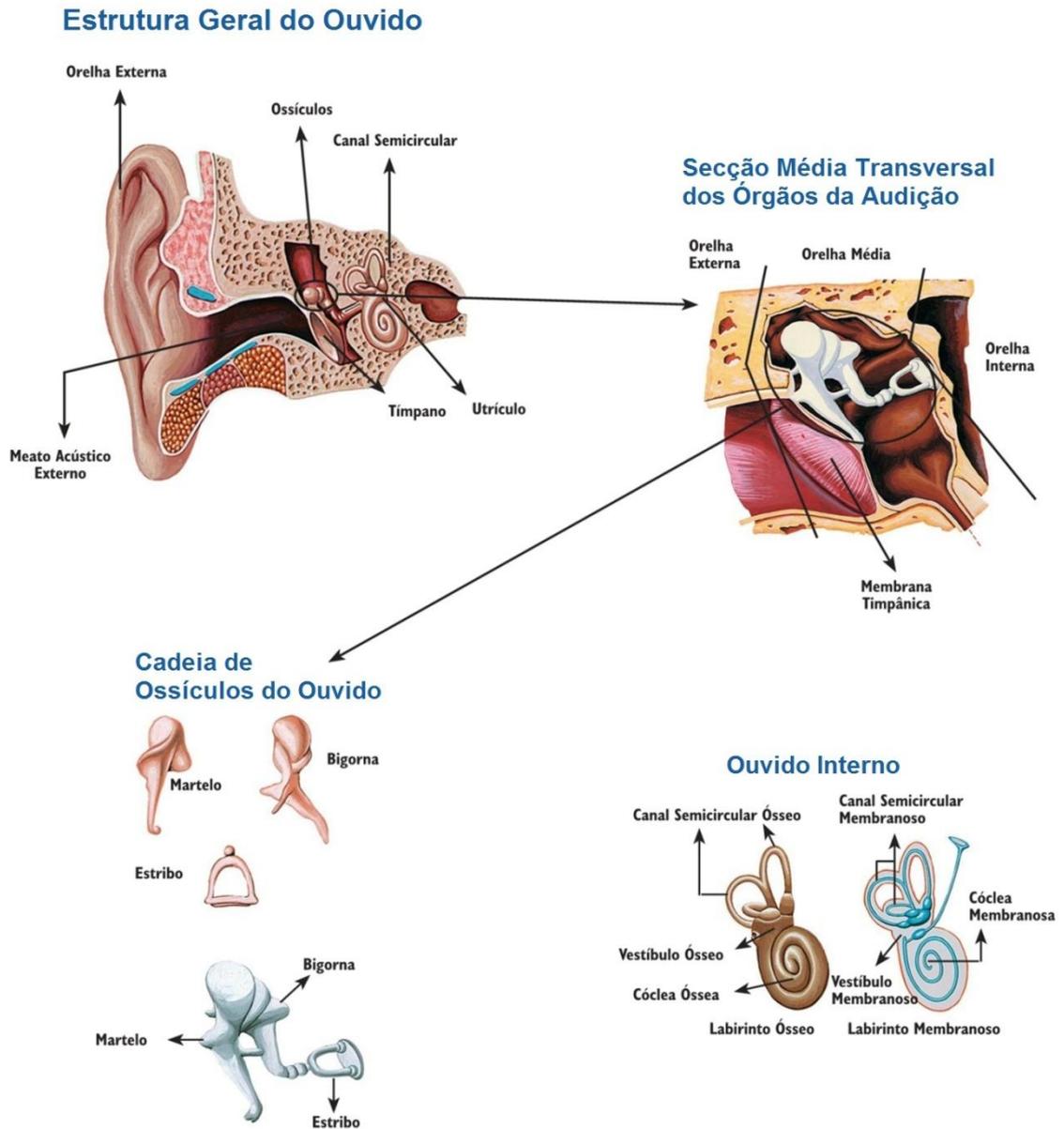


Figura 8 - Aparelho auditivo - Monteiro, Adilson - Atlas Visual do Corpo Humano, São Paulo, Riddel, 2007 Pág. 32

Passos envolvidos na Audição (Seeley, 2005) pág.544

1. As ondas sonoras são captadas pelo pavilhão auricular e conduzidas pelo canal auditivo externo à membrana do tímpano, fazendo-a vibrar.
2. O tímpano transmite a vibração ao martelo, bigorna e estribo.
3. A vibração do estribo faz vibrar a perilinfa na rampa vestibular.
4. A vibração da perilinfa produz a vibração simultânea da membrana vestibular e da endolinfa no canal coclear.
5. A vibração da endolinfa faz vibrar a membrana basilar.

6. Quando a membrana basilar vibra, as células pilosas ligadas à membrana movem-se relativamente à membrana tectoria, que permanece imóvel.
7. As microvilosidades das células pilosas, implantadas na membrana tectoria, permanecem inclinadas.
8. A inclinação das microvilosidades leva à despolarização das células pilosas.
9. As células pilosas induzem potenciais de ação nos neurónios cocleares.
10. Os potenciais de ação gerados nos neurónios cocleares são conduzidos ao SNC.
11. Os potenciais de ação são traduzidos no córtex cerebral e percebidos como som.

3.4 Efeitos do Ruído Sobre o Homem

3.4.1 Ruído Induzindo Deficiência Auditiva

A fadiga auditiva traduz-se por um abaixamento reversível da acuidade auditiva e é determinada pelo grau de perda de audição e pelo tempo que o ouvido demora a retomar a audição inicial. Pode ser considerada uma medida indireta de admissibilidade face ao ruído, implicando a fixação de um limite da perda de audição após a exposição (Arezes, 2002).

A exposição a sons de intensidade e duração suficientes para danificar o aparelho auditivo e originar perdas auditivas temporárias ou permanentes define-se por surdez sonotraumática. As perdas auditivas poderão ser ligeiras ou gradualmente profundas e resultar no aparecimento de acufenos. O efeito da exposição repetida ao ruído é cumulativo, não sendo, até aos dias de hoje, tratável ([NIH, 1990], cit. Arezes, 2002).

A perda auditiva é uma das mais comuns de todas as deficiências físicas e exposição ocupacional ao ruído. A Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR) é irreversível e pode ter uma profunda influência sobre a qualidade de vida da pessoa por causa da capacidade de comunicação deteriorada. É também, na maioria dos casos, possível para evitar o desenvolvimento de PAIR. A implementação de medidas preventivas, incluindo o controlo de ruído e a proteção individual, constituem, portanto, a questão central (Waldron & Edling, 2001).

Exposições curtas a níveis sonoros elevados podem causar danos estruturais no ouvido e uma perda imediata da audição permanente (trauma acústico). Além de acidentes, tais níveis são raramente encontrados nos locais de trabalho fora dos contextos militares.

Exposição moderada ao ruído pode causar uma elevação temporária do limiar auditivo, um **Deslocamento Temporário dos Limiares Auditivos** (TTS – *Temporary Threshold Shift*). O TTS raramente é superior a 40 dB e é uma função conjunta do nível do som, duração e frequência. Independentemente do tempo de exposição, TTS não é provável para níveis de som abaixo de 70 dB. O mais rápido aumento de TTS ocorre durante as primeiras 2 horas de exposição e a recuperação a partir de TTS é também mais rápida durante as primeiras horas após a exposição. Após exposição a um ruído, o TTS máximo é encontrado na região de frequência 3-6 kHz, com um máximo geralmente em 4kHz. Um ruído de alta frequência provoca um TTS em altas frequências, enquanto um ruído de baixa frequência tem efeito quer em baixa quer média frequência. Há evidências de que uma avaliação negativa subjetiva do ruído aumenta o TTS. Exposições a ruído que não causam um TTS não são suscetíveis de conduzir a uma mudança no limiar permanente, ou seja, uma PAIR. No entanto, a dimensão do TTS não é um preditor válido do risco (Waldron & Edling, 2001).

O **Deslocamento Permanente dos Limites Auditivos** (PTS – *Permanent Threshold Shift*) também é conhecido por perda auditiva induzida pelo ruído ou hipoacusia induzida pelo ruído.

A mudança permanente do limiar reflete danos irreversíveis na cóclea e está associada a danos estruturais (Mencher, 1997).

O desenvolvimento de uma mudança no limiar permanente, é normalmente um processo lento, que se desenvolve ao longo de muitos anos de exposição ao ruído. Esta perda auditiva é o resultado da degeneração das células sensoriais da cóclea e o primeiro sinal de um dano. Esta degenerescência de células sensoriais pode, por sua vez, conduzir a uma degenerescência das fibras nervosas para a região danificada. Vasoconstrição na cóclea devido ao ruído e uma capacidade reduzida resultante para a troca de nutrientes tem sido sugerida como um mecanismo consequente da degenerescência celular (Waldron & Edling, 2001).

O **Desenvolvimento de PAIR** é geralmente visto pela primeira vez como uma elevação do limiar auditivo em 6 kHz. Como os danos progridem a 3, 4 e 8 kHz limiares são elevados, eventualmente o comprometimento é espalhar-se para as frequências mais

baixas. Em fases posteriores, a mudança do limiar é normalmente encontrado para 4 kHz (Waldron & Edling, 2001).

O dano é geralmente simétrico, mas algumas situações de exposição, por exemplo tiro de carabina, podem causar uma perda auditiva assimétrica. Após 10-15 anos de elevação do limiar em níveis mais elevados de frequências baixas e no desenvolvimento da PAIR afeta principalmente as frequências mais baixas. Para a maioria das pessoas, o principal problema causado pela PAIR são os seus efeitos na comunicação verbal. Certamente que a maior parte da energia do sinal de fala é encontrado nas bandas de frequência baixa, em que a capacidade de audição é, pelo menos afetadas pela PAIR. A informação é, no entanto, realizada pela banda 0,5- 4kHz frequência e as frequências mais altas são críticas para a percepção de muitas consoantes. Desde consoantes em geral com mais informações do que as vogais, o resultado da deficiência auditiva é muitas vezes um sentimento de audiência, mas não de compreensão. O limiar audiométrico médio na faixa de 1-4 kHz é um indicador do nível de cada pessoa acerca da compreensão da fala (Waldron & Edling, 2001).

Outros fatores que influenciam a perda auditiva

O ruído industrial não é a única fonte de perdas auditivas. O ruído provocado por uma explosão na vizinhança do ouvido pode lesar a membrana do tímpano, danificar as células ciliadas ou deslocar a cadeia de ossículos. Determinadas doenças podem afetar o ouvido interno ou mesmo o ouvido interno. O cerúmen e os corpos estranhos podem causar uma perda auditiva por condução pelo bloqueamento do canal auditivo ou pela rutura da membrana do tímpano. Certas drogas, como o quinino, a estreptomicina ou os silicatos, podem causar alterações no ouvido interno e conseqüente surdez (Miguel, 2010).

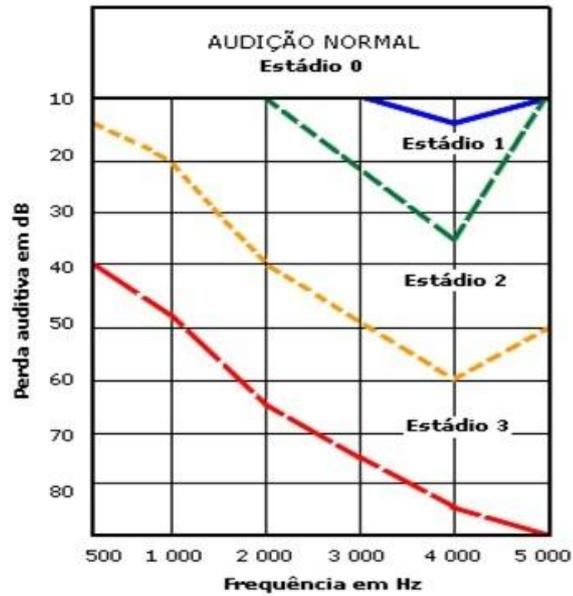


Figura 9 - Evolução da surdez profissional segundo Bell (Miguel, 2010)

Quadro 4 - Estádios da evolução da surdez profissional segundo Bell (Miguel, 2010)

	Descrição
Estádio 0	Curva audiométrica normal
Estádio 1	Défice transitório: perda auditiva localizada somente na frequência de 4000 Hz, não ultrapassando em geral 30 a 40 dB.
Estádio 2	Período de latência: perda auditiva atingindo as frequências conversacionais.
Estádio 3	Período de surdez manifesta (doença profissional): perda auditiva atingindo as frequências infra e supraconversacionais (vai geralmente de 500 a 8000 Hz).

O envelhecimento também provoca a deterioração da audição, sendo este fenómeno denominado de presbiacusia. Este efeito natural é mais marcante e rápido na gama superior de frequências audíveis (Miguel, 2010), como mostra o gráfico seguinte:

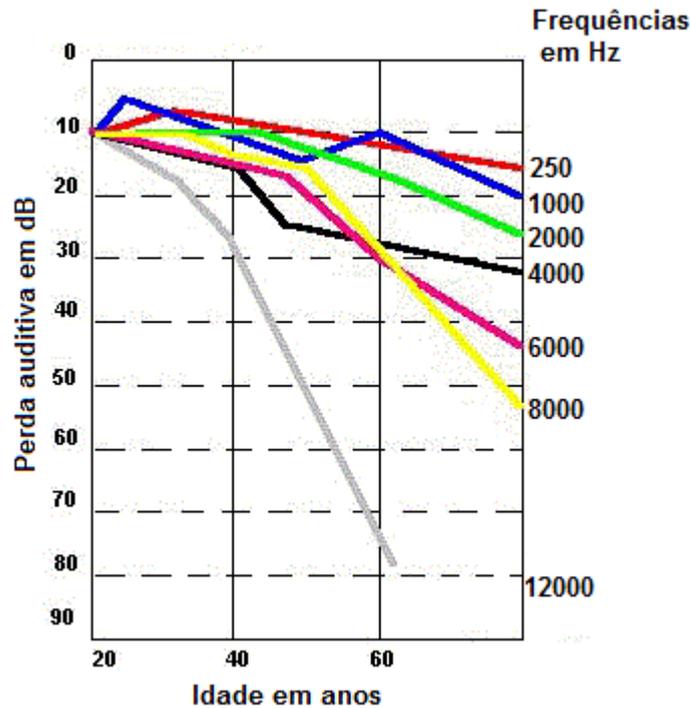


Figura 10 - Evolução das perdas auditivas com a idade

3.4.2 Danos no Organismo

O ruído excessivo nos locais de trabalho gera fadiga e influencia, de forma negativa, a capacidade de concentração. Além disso, perturba a comunicação, podendo mascarar os sinais de alarme e as mensagens sonoras de aviso ou de perigo. Tais fatores contribuem para o decréscimo do rendimento do trabalhador, influenciando a produtividade e a qualidade do produto final, constituindo ainda um fator de risco de acidente (Mendes, 2011).

A ação combinada da pressão sonora com o tempo de exposição determina o nível de dano. Por isso, igual impacto pode ser provocado quer por um nível sonoro muito intenso durante pouco tempo, quer por um nível baixo em tempo prolongado (Torres & Gama, 2005).

Como referido anteriormente, os efeitos nocivos do ruído sobre o organismo podem ser divididos em fisiológicos e psicológicos. Relativamente aos efeitos fisiológicos, verificamos que o ruído lesa não só o sistema auditivo propriamente dito mas também as diferentes funções orgânicas (Miguel, 2010)

Os principais efeitos sobre o Homem produzidos pelo ruído expressam-se do ponto de vista fisiológico (perda de audição até surdez, dores de cabeça, fadiga, distúrbios

cardiovasculares, distúrbios hormonais, gastrite, disfunção digestiva ou alergias) e psicológico (perda de concentração, perda de reflexos, irritação permanente, insegurança quanto a eficiência dos atos ou perda da inteligibilidade das palavras), estes verificam-se a partir de 50 a 55 dB (A) (L_{Aeq}) para ruídos estáveis e contínuos (Torres & Gama, 2005).

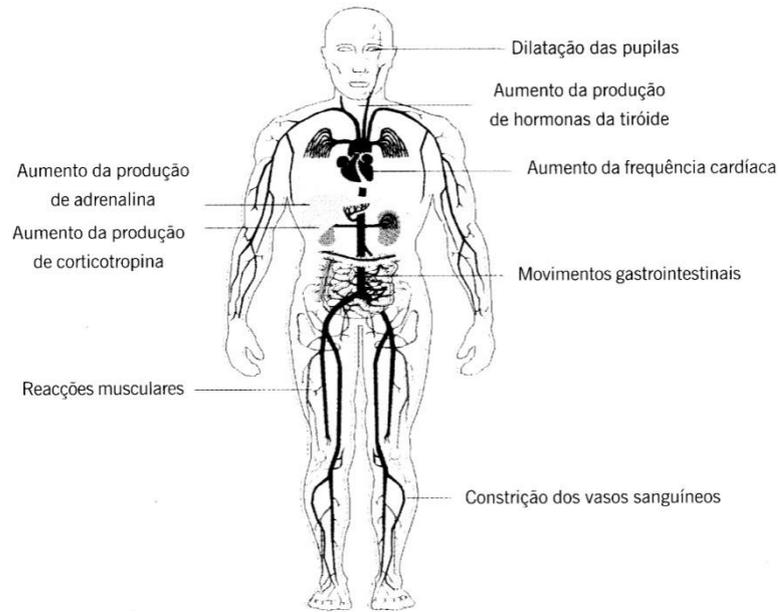


Figura 11 - Partes do corpo afetadas pelo ruído (Dias & Afonso, 2000)

O risco de surdez permanente varia com a intensidade e a duração da exposição conforme é expresso pela Norma ISO 1999:1975¹ (Quadro 5), que fundamenta o cálculo do risco de perda de audição, referido pela Norma Portuguesa 1733:1981 (Quadro 6).

Quadro 5 - Risco de perda de audição em valores percentuais (ISO 1999)

$L_{Aeq,8h}$	Tempo de exposição ao ruído (anos)						
	2	5	10	20	30	40	45
“Normal”	1	2	3	7	14	32	50
85	1	3	6	13	22	42	57
90	3	7	12	23	32	54	65
95	4	10	20	35	45	61	72
100	5	14	31	49	58	74	82
105	8	20	45	65	77	87	91
110	10	28	58	85	91	95	95

A surdez, devida ao ruído industrial, inicia-se geralmente numa frequência ainda pouco incapacitante – 4000 Hz, dando a possibilidade, caso sejam feitas audiometrias

¹ Revista pela Norma ISO 1999:1990

periódicas, de detetar os trabalhadores que vão desenvolver a surdez e tomar as devidas providências ainda numa fase não incapacitante (Torres & Gama, 2005).

Quadro 6 - Risco de perda de audição, devida exclusivamente ao ruído, em função dos anos de exposição (segundo Norma Portuguesa NP-1733)

Nível dB (A)	Anos de exposição									
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
≤80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
85	0	1	3	5	6	7	8	9	10	7
90	0	4	10	14	16	16	18	20	21	15
95	0	7	17	24	28	29	31	32	29	23
100	0	12	29	37	42	43	44	44	41	33
105	0	18	42	53	58	60	62	61	54	41
110	0	26	55	71	78	78	77	72	62	45
115	0	36	71	83	87	84	81	75	64	47

Nem todas as pessoas ficam surdas quando sujeitas à mesma dose de ruído. A suscetibilidade ao ruído é, efetivamente, muito diferente de pessoa para pessoa. Atualmente, ainda não existe forma de diferenciar, com precisão, os que são dos que não são suscetíveis. Isto, aliado ao facto da surdez ter início nas frequências de 4000 Hz e não ser percebida pelo próprio, faz com que as audiometrias periódicas sejam extremamente importantes para detetar a surdez, ainda em fase inicial (Torres & Gama, 2005).

O critério legal de hipoacusia, expresso pelo Decreto-Lei n.º 352/2007, de 23 de outubro, refere que a perda média é a média aritmética ponderada pelas perdas observadas nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000Hz, com os coeficientes de ponderação 2, 4, 3, 1, respetivamente. O direito à reparação ou indemnização ocorre a partir dos 35 dB de perdas médias ponderadas no melhor ouvido.

Segundo Lehmann, podem considerar-se 4 zonas de efeitos do ruído, de acordo com o valor da intensidade dos mesmos.

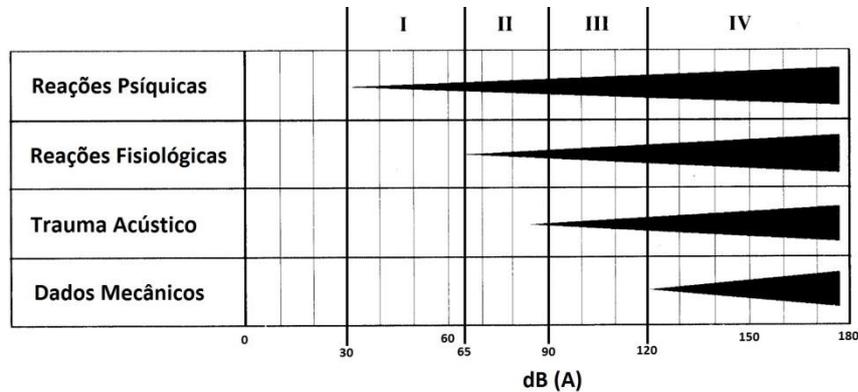


Figura 12 - Efeitos do ruído sobre o ser humano (segundo Lehmann) (cit. Miguel, 2010 pág. 313)

Quadro 7 - Efeitos do ruído sobre o ser humano (segundo Lehmann) (cit. Miguel, 2010 pág. 313)

Zona I	Fundamentalmente efeitos psíquicos, não excluindo, contudo, alguns efeitos fisiológicos
Zona II	Efeitos psíquicos e fisiológicos, sobretudo no sistema neurovegetativo
Zona III	Danos irreversíveis no sistema auditivo
Zona IV	Lesões irreversíveis no sistema auditivo e destruição de células nervosas à superfície da pele

3.5 Programas de Conservação da Audição

Nos postos de trabalho, sempre que a exposição ao ruído é passível de originar efeitos adversos, deverão ser tomadas medidas para reduzir ao mínimo os níveis de ruído, de forma a proteger os trabalhadores expostos e monitorizar a efetividade deste processo de intervenção (Arezes, 2002).

Os Programas de Conservação da Audição (PCA) são, essencialmente, recomendáveis em situações que envolvam trabalhadores cuja exposição diária não protegida (isto é, exposição sem a utilização de protetores auditivos), ou $L_{EX,8h}$, iguale ou exceda 80 dB(A), ou seja, o Nível de Ação Inferior (Decreto-Lei n.º 182/2006).

Royster & Royster (1998), elaboraram um estudo da estimativa do risco da exposição ao ruído em diferentes populações. A Figura 13 representa as distribuições de mais de 10.000 amostras de exposição ao ruído procedentes de 4 países, incluindo diversos ambientes de trabalho industriais, mineiros e militares. Estes dados indicam que aproximadamente 90% das exposições diárias ao ruído são menores ou iguais a 95 dB(A) e somente 10% superam 95 dB(A).

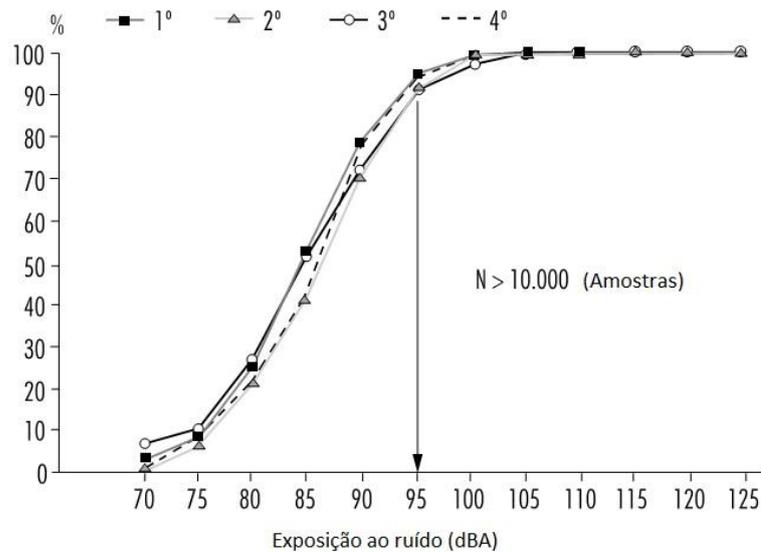


Figura 13 - Estimativa do risco da exposição ao ruído em diferentes populações

A importância dos dados da Figura 13, assumindo que sejam aplicáveis à maioria dos países e populações, indica que uma grande maioria dos trabalhadores expostos ao ruído somente têm de conseguir proteger-se de 10 dB (A) de ruído para eliminar o perigo. No caso em que se utilizam os protetores auditivos, os responsáveis pela saúde dos trabalhadores devem dedicar-se o tempo necessário para equipar cada uma das pessoas com um protetor que seja cómodo e prático para o seu ambiente, que tenha em conta as suas necessidades auditivas (capacidade de ouvir o sinais de aviso, conversações, etc.), e protejam, efetivamente, do ruído quando usados todos os dias.

A implementação de um PCA poderá ser encarada após a avaliação do ruído ocupacional.

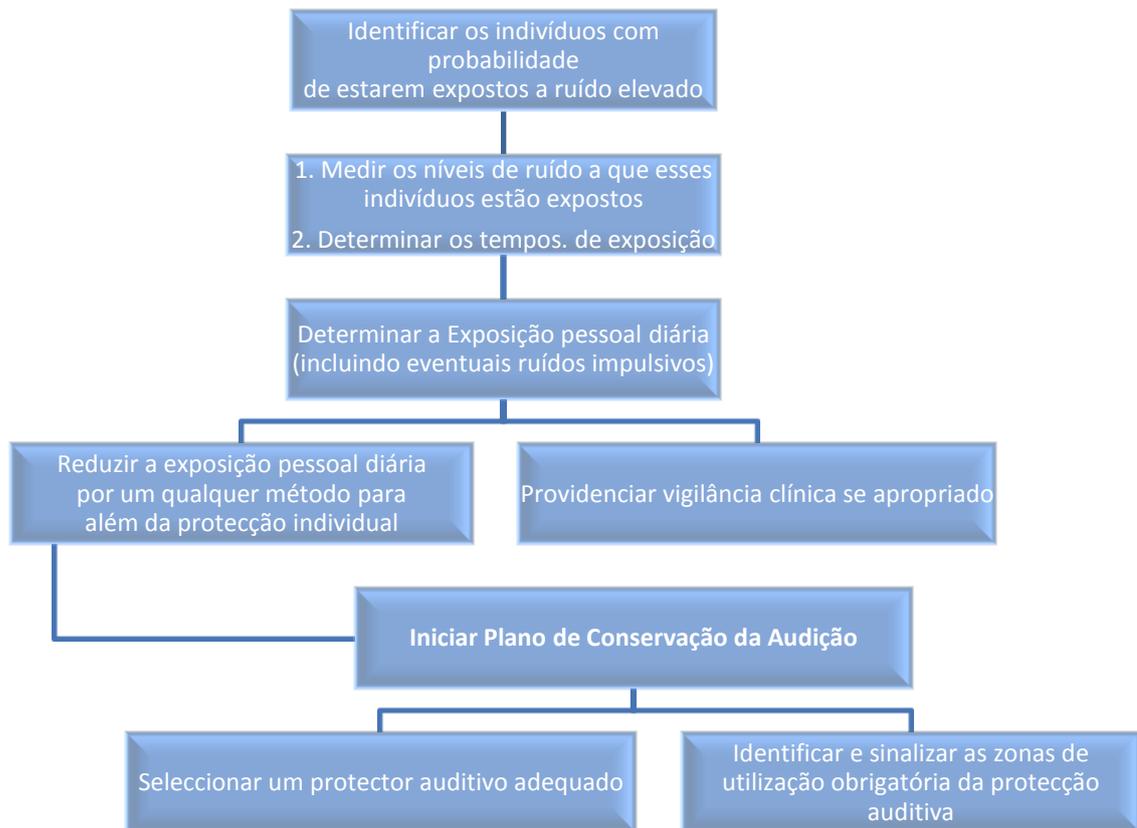


Figura 14 - Ações a desenvolver para a redução do risco de perdas auditivas por exposição ao ruído [NP EN 458: 2006]

O objetivo principal dos PCA é evitar as perdas auditivas provocadas pela exposição ao ruído no local de trabalho (Royster & Royster, 1998).

O objetivo secundário destes programas deverá ser educar e motivar as pessoas de modo que elas também se queiram proteger das exposições perigosas a ruídos laborais e transmitir os seus conhecimentos sobre a conservação e audição aos seus familiares e amigos (Royster & Royster, 1998)..

Para combater e prevenir a surdez profissional, deve ser dada importância específica a diferentes aspetos, como a proteção auditiva, a proteção coletiva, as medidas organizacionais, a formação dos trabalhadores, a organização do trabalho, a vigilância médica, entre outros (Arezes, 2002).

A estrutura de um PCA dever conter os seguintes tópicos (NIOSH, 1998):

1. Auditorias iniciais e, posteriormente, anuais aos procedimentos utilizados;
2. Avaliação do ruído ocupacional;
3. Medidas de controlo técnico e administrativo das exposições ao ruído;
4. Avaliação e monitorização da função auditiva dos trabalhadores;
5. Utilização de proteção individual auditiva para exposições superiores ou iguais a 85 dB(A), independentemente da duração da exposição;
6. Formação e motivação dos trabalhadores;
7. Arquivo dos registos;
8. Avaliação dos programas.

É de considerar que um PCA só poderá ser eficiente se houver um compromisso na prevenção da surdez profissional, isto é, esta deverá ser assumida, quer por parte da gestão das empresas, quer por parte dos próprios trabalhadores. Com este propósito é desejável que um PCA seja parte integrante do programa ou manual de higiene e Segurança da empresa [Berger, 1981; Miller, 1986; NIOSH, 1998, cit. Arezes, 2002].

3.6 Controlo do Ruído

Quando os níveis sonoros estipulados como níveis limite, são ultrapassados, deverão ser tomadas medidas de ordem técnica ou organizacional. A eliminação ou redução do ruído assume-se como uma responsabilidade de domínio jurídico não só para as entidades empregadoras envolvidas mas também porque interesses comerciais estão em causa (Miguel, 2007) e (OSHA, 2005) (cit. Couto, 2011). Deste modo, e com o objetivo de diminuir o absentismo, acidentes ou um baixo rendimento dos trabalhadores, devem ser adotadas medidas preventivas que reduzam o nível sonoro para os limites pretendidos. Assim, um programa de controlo de ruído deve incluir medidas organizacionais, medidas construtivas e medidas de proteção individual.

Medidas organizacionais: Trata-se de medidas administrativas que têm em vista a redução dos níveis sonoros ou do tempo de exposição, ou seja, rotação periódica dos postos de trabalho, execução dos trabalhos mais ruidosos fora do horário normal de trabalho ou em locais com um menor número de trabalhadores expostos e limitação da duração do trabalho em ambientes muito ruidosos.

Medidas construtivas: Estas medidas englobam a construção de infraestruturas com soluções arquitetónicas que vão ao encontro da legislação. Igualmente importante é a atuação sobre a fonte produtora de ruído, sendo o método mais eficaz. No entanto, como o controlo do ruído na fonte nem sempre é possível, devem ser consideradas medidas que visem controlar o ruído na sua trajetória de propagação, através de isolamento anti-vibrátil, encapsulamento das máquinas, montagem de painéis anti-ruído e tratamento acústico das superfícies. Este aspeto revela-se de enorme importância nas construções hospitalares;

Medidas de proteção individual: São medidas de atuação sobre o trabalhador. Sempre que os riscos resultantes da exposição ao ruído não possam ser evitados pelas medidas atrás descritas, o empregador deve colocar à disposição dos trabalhadores equipamentos de proteção individual que obedeçam à legislação aplicável.

Pereira cita Beristáin (1996), dizendo que a contaminação por ruídos, requer soluções educativas, técnicas e legais. Coloca, ainda, que o custo de uma correção acústica é mais elevado que um planeamento prevendo o conforto acústico. Para ele, uma consciencialização da população pode conseguir melhores resultados que uma legislação excessiva e que na maioria das vezes não é cumprida.

3.7 Incertezas de medição - Determinação ao ruído ocupacional. Método de engenharia

A NP EN ISO 9612:2011 é uma norma internacional que estabelece uma metodologia para a determinação da exposição dos trabalhadores ao ruído ocupacional. O procedimento preconizado nesta norma identifica as seguintes fases para esta

determinação: análise do conteúdo do trabalho, seleção e estratégia de medição, medições, tratamento de erros e avaliação da incerteza, cálculos e apresentação de resultados.

Independentemente da estratégia de medição utilizada, a incerteza expandida deve ser associada ao valor da exposição pessoal diária calculado. Quando os valores de ação ou o Valor Limite de exposição pessoal diária se situarem dentro da margem de erro das medições², pode optar-se por, aumentar o número das medições ou a sua duração, até ao limite em que o intervalo do tempo de medição coincida com o da exposição, de modo a obter um grau máximo de exatidão. O empregador deve assumir que tais níveis ou limites foram ultrapassados e aplicar as correspondentes medidas preventivas (Pereira A., 2009).

² Entendendo-se por margem de erro o intervalo entre o resultado da medição subtraindo e adicionando o valor da incerteza da medição, o qual é representado pela expressão:
 $LEX,8h - \text{incerteza da medição} \leq \text{valor de ação ou valor limite} \leq LEX,8h + \text{incerteza da medição}$.

4. Considerações Metodológicas

O tema escolhido para esta investigação foi o ruído ocupacional na Indústria Transformadora da Madeira do Distrito de Braga.

Sendo o ruído no local de trabalho uma questão central e de crescente interesse para a saúde e para o desempenho profissional, e sendo reduzidas as investigações nessa área e pouco significativas naquela indústria, bem como a reduzida intervenção do Ministério da Saúde, propõe-se realizar um estudo na área do ruído ocupacional, tendo em vista melhorar as condições de trabalho naquele ramo da Indústria, com a consequente redução de risco de surdez profissional.

4.1 Tipo de Estudo

Toda a investigação científica proporciona um método que permite verificar, de forma sistemática, as ideias que o investigador possui sobre um determinado problema, nomeadamente como resolve-lo.

Gil (1995, pág. 27) define o método *"como caminho para se chegar a determinado fim"* e *"método científico como conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos adotados para se atingir o conhecimento"*

Nesta investigação, escolheu-se um estudo não experimental do tipo descritivo-correlacional de carácter analítico transversal; já que se pretende descrever os níveis sonoros emitidos pelos equipamentos sobre os trabalhadores de 3 empresas, bem como outras variáveis socio demográficas, de conhecimento sobre a temática da higiene e segurança do trabalho e sobre os comportamentos proactivos de utilização de proteções auditivas. É um estudo transversal pois os dados empíricos foram recolhidos entre o mês de abril e o mês de maio de 2011.

4.2 Formulação do Problema

Tendo em mente que toda a investigação tem como ponto de partida uma situação identificada como problema, isto é, que causa incómodo, irritação e que,

consequentemente, exige uma explicação ou, pelo menos, uma melhor compreensão, vamos primeiro debruçar-nos sobre estes problemas.

Para **Lakatos (1992)** "*problema é uma dificuldade teórica ou prática, no conhecimento de alguma coisa de real importância para a qual se deve encontrar uma solução.*"

Como fonte de inspiração para o nosso estudo, temos o facto de a Indústria Transformadora da Madeira assumir elevada importância na região Norte de Portugal.

O problema proposto para a realização deste trabalho de investigação resume-se na seguinte pergunta de partida: “Será que os níveis de pressão sonora obtidos na Indústria Transformadora da Madeira do distrito de Braga cumpre os valores de acção previstos na legislação?”

4.3 Variáveis em Estudo

Para a construção de hipóteses é necessário identificar relações estabelecidas entre variáveis. Estas podem ser classificações, medidas, conceitos ou constructos operacionais (**Lakatos e Marconi, 1992**) que podem ser “*ser classificadas em duas ou mais categorias*” **GIL (1995)**, caso se trate de uma variável qualitativa, ou assumir valores numéricos, no caso de ser uma variável quantitativa. Habitualmente, para a compreensão da causa dos fenómenos está subjacente a distinção de dois tipos de variáveis:

- ✓ Variável dependente;
- ✓ Variável independente.

4.3.1 Variável dependente

A variável dependente consiste segundo **Lakatos (1992)** “*naqueles valores (fenómenos, fatores) a serem explicados ou descobertos, em virtude de serem influenciados, determinados ou afectados pela variável independente; é o factor que aparece, desaparece ou varia à medida que o investigador introduz, tira ou modifica a variável independente.*”

Fazem parte deste trabalho as seguintes variáveis dependentes:

- Nível de pressão sonora resultante da emissão de ruído pelos equipamentos;
- Exposição profissional de um trabalhador;
- Risco de perda de audição;
- Formação sobre higiene e segurança no trabalho e formação sobre ruído e proteção auditiva;
- Uso de proteção auditiva.

4.3.2 Variável independente

As variáveis independentes são aquelas que fazem parte do fenómeno e não podem ser modificadas, são o fator que determina a ocorrência de outro fenómeno, efeito ou consequência, não podendo o investigador manipular deliberadamente as suas características para conhecer o seu impacto numa outra variável.

As variáveis independentes deste estudo são:

- As características socioprofissionais dos trabalhadores, nomeadamente a empresa onde trabalha, o posto de trabalho, idade, estado civil e escolaridade do trabalhador;
- Antecedentes familiares e pessoais sobre problemas / doenças relacionados com a audição.

4.3.3 Operacionalização das variáveis

Operacionalizar variáveis é tomá-las mensuráveis, ou seja, é escolher indicadores que são manifestações objetivamente observáveis e possíveis de ser medidas.

"Por vezes uma variável é abstracta, não permitindo a observação ou mensuração, o que torna necessário representá-la por variável "mais concreta" que favoreça a observação dos factos. Ao substituir uma variável de nível abstracto ou conceitual por outra do plano "mais concreto", iniciamos a sua operacionalização" (Santos: 2000).

Assim a operacionalização das variáveis dependentes é feita da seguinte forma:

- Nível de pressão sonora nos locais onde se encontram equipamentos
- Exposição profissional de um trabalhador

- O Risco de perda de audição por exposição ao ruído foi estimado em função do seu nível de exposição ao ruído e em função do tempo de exposição – anos de trabalho. Utilizamos duas fórmulas de cálculo, uma tendo em conta a norma internacional ISO 1999 [1990] e outra tendo em conta uma adaptação da norma portuguesa NP 1733 realizada por Arezes (2002).

4.4 Universo da Pesquisa

Para a elaboração de um estudo há necessidade de se considerar um universo ou uma população, para que possa decorrer e onde o investigador irá testar as suas hipóteses e confirmar ou não, a relação que estabelece entre as variáveis.

Uma população para **Fortin (1999)** “*é uma colecção de elementos ou de sujeitos por partilham características comuns, definidas por um conjunto de critérios. O elemento é a unidade de base da população junto da qual a informação é recolhida.*”

A população-alvo deste estudo consiste nos trabalhadores das empresas da Indústria Transformadora da Madeira do distrito de Braga.

4.5 Planeamento e Seleção da Amostra

Segundo **Fortin (1999)** “*é um subconjunto de uma população ou de um grupo de sujeitos que fazem parte de uma mesma população, é uma réplica em miniatura da população-alvo*”.

A amostra pode ser qualquer subconjunto da população. Deve ser representativa da população visada, isto é, as características da população devem estar presentes na amostra selecionada.

Neste trabalho de investigação a amostra é constituída por 71 trabalhadores de 3 empresas da Indústria Transformadora da Madeira do concelho de Vieira do Minho, escolhidas por conveniência por ser o concelho de trabalho do investigador.

4.6 Descrição do Instrumento / Equipamento de Colheita de Dados

A recolha dos dados foi feita através de um sonómetro e um inquérito por questionário. A recolha dos níveis de pressão sonora foi feita com um sonómetro (*Cel - 440 - Sound Level Meter* nº serie: 091604) entre os meses de abril e maio do ano de 2011. Durante essa primeira recolha foram entregues os questionários, que foram preenchidos posteriormente e fora do horário normal de trabalho, tendo sido recolhidos na semana seguinte.

O questionário (Anexo I) entregue é constituído por 5 partes distintas: identificação do trabalhador, exposição não profissional e profissional ao ruído; antecedentes familiares e pessoais de problemas com o ruído, formação e uso de proteção individual.

4.7 Pré-Teste

Não houve necessidade de aplicação de pré teste, já que a ficha utilizada tinha sido aplicada pela Universidade do Minho em 2006 no relatório técnico do projeto nº 021 APJ/04.

4.8 Análise dos dados e Estatística -analítica

A análise estatística dos dados foi realizada com o SPSS 19,0 e consistiu sobretudo na apresentação de tabelas de frequências e a realização de gráficos circulares (variáveis nominais), gráficos de barras (ordinais) e histogramas e *bloxpot* (variáveis quantitativas). Para a análise inferencial foram utilizados o teste de Independência de Qui-Quadrado, o teste da ANOVA e o teste de *Kruskal-Wallis*, tendo trabalhado com um nível de confiança de 95%.

4.9 Aspetos Éticos

Os dados serão recolhidos em dois momentos por interpostas pessoa, através do formulário acima descrito, sendo garantido o anonimato e pedido o seu consentimento. O inquérito por questionário foi validado pela Comissão de Ética da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra (Anexo II).

5. Apresentação e Análise dos Dados

5.1 – Análise das características socio-demográficas dos trabalhadores

5.1.1 – Identificação da empresa

Quadro 8 - Dimensão das empresas estudadas

EMPRESA	f.a.	f.r.
A	33	63,5%
B	10	19,2%
C	9	17,3%
TOTAL	52	100,0%

Dos 52 trabalhadores estudados, 63,5% pertencem à empresa A, 19,2% à empresa B e 17,3% à empresa C (Quadro 8 e Figura 15).

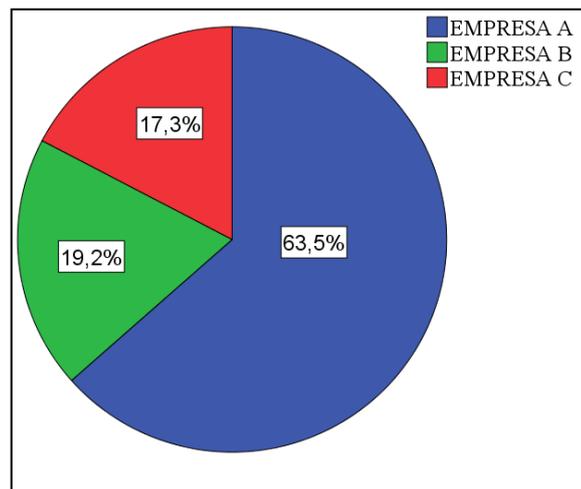


Figura 15 - Gráfico circular da empresa

5.1.2 – Profissão associada ao posto de trabalho

Quadro 9 - Profissões

PROFISSÃO	f.a.	f.r.
Director de Empresa	2	3,8%
Arquitecto	1	1,9%
Carpinteiro	11	21,2%
Escriturário	2	3,8%
Montador de Artigos de Madeira	22	42,3%
Trabalhador Não Qualificado	4	7,7%
Motorista	2	3,8%
Pintor	7	13,5%
Serrador Mecânico de Madeira	1	1,9%
TOTAL	52	100,0%

Em relação à profissão associada ao posto de trabalho, verifica-se que a profissão mais frequente é a de montador de artigos de madeira com 22 dos 52 trabalhadores, com uma frequência de 42,3%; seguida pela dos carpinteiros, com 21,2%; abrangendo, no conjunto, 63,5% do total de trabalhadores estudados (Quadro 9). Das restantes profissões, 13,5% são pintores, 7,7% trabalhadores não qualificados, 3,8% motoristas, 3,8% escriturários, 3,8% diretores de empresa, 1,9% arquitetos e 1,9% serrador mecânico de madeiras.

5.1.3 – Género dos Trabalhadores

No que diz respeito ao género dos trabalhadores, a sua maioria é do sexo masculino (73,1%); havendo somente 26,9% de trabalhadores do sexo feminino (Figura 16).

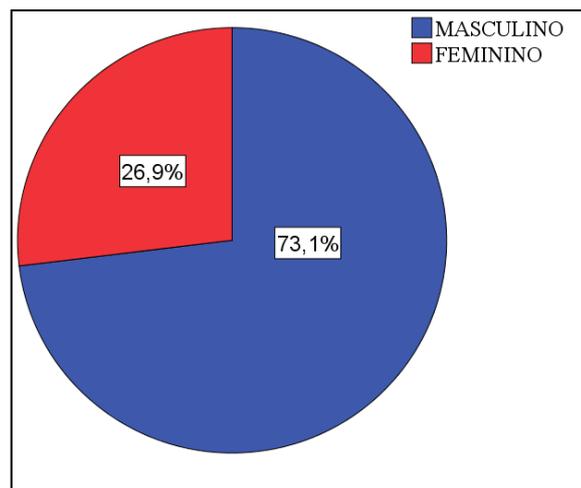


Figura 16 - Género dos trabalhadores

Comparando a distribuição do género em função das empresas, vemos que o sexo masculino está em maioria nas três empresas, havendo 100% de homens na empresa B e 69,7% e 55,6% nas empresas A e C, respetivamente (Quadro 10). Do teste de independência de Qui-Quadrado ($\chi^2=5,280$; g.l.=2; $p=0,072ns$). Como $p>0,05$, conclui-se que o género não é significativamente diferente entre as empresas, traduzindo-se na prática na igualdade da distribuição por género nas três empresas.

Quadro 10 - Comparação do género em função da empresa

EMPRESA	SEXO		
	Masculino	Feminino	Total
A	23 (69,7%)	10(30,3%)	33(100,0%)
B	10 (100%)	0(0,0%)	10(100,0%)
C	5(55,6%)	4(44,4%)	9(100,0%)
TOTAL	38 (73,1%)	14(26,9%)	52(100,0%)

Teste de Qui-Quadrado: $\chi^2=5,280$; g.l.=2; p=0,072ns

5.1.4 – Idade dos Trabalhadores

A idade dos trabalhadores varia entre um mínimo de 20 anos e um máximo de 62 anos, havendo 21,2% com idade entre 20 e 29 anos, 28,8% entre 30-39 anos, 26,9% entre 40-49 anos e 23,1% entre 50-62 anos (Quadro 11).

Quadro 11 - Idade dos trabalhadores

IDADE (anos)	f.a.	f.r.
20-29	11	21,2%
30-39	15	28,8%
40-49	14	26,9%
50-62	12	23,1%
TOTAL	52	100,0%

Média±D.Padrão = 39,7±10,4
Normalidade: KS=0,086; g.l.=52; p=0,200ns

A distribuição da idade apresenta uma configuração normal (Figura 17) comprovada pelo teste de normalidade de *Kolmogorov-Smirnov* (KS=0,086; g.l.=52; p=0,200ns) e tem uma média de 39,7 anos com um desvio padrão de 10,4 anos (Quadro 11).

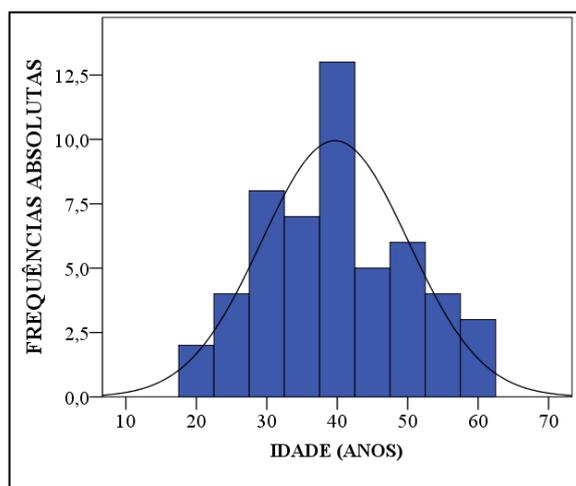


Figura 17 - Histograma com curva normal da idade dos trabalhadores

Considerando a idade dos trabalhadores em função da empresa, verificamos que a empresa A apresenta uma maior variação – entre 20 e 62 anos, enquanto a empresa C apresenta uma menor variação – entre 24 e 40 anos (Quadro 12). O panorama é idêntico para o desvio-padrão (11,4 e 5,6 anos). Em média, constatamos que a empresa B é a que apresenta trabalhadores mais velhos (42,1 anos em média), seguida pela empresa A (40,5 anos) e pela empresa C (33,9 anos). A mediana das idades apresenta a mesma sequência (Figura 18).

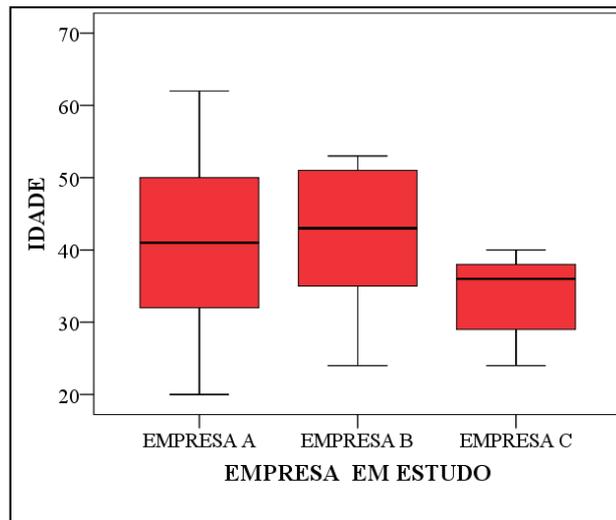


Figura 18 - Boxplot da idade dos trabalhadores em função da empresa

Havendo homocedasticidade³ (Levene=2,279; $p=0,113ns$) e normalidade (SWEMPRESA A =0,970; $p=0,471ns$; SWEMPRESA B =0,934; $p=0,486ns$; SWEMPRESA C =0,883; $p=0,169ns$) recorre-se ao teste da ANOVA ($F=1,820$; $g.l.=2/49$; $p=0,173ns$) e conclui-se que a idade dos trabalhadores não é significativamente diferente nas três empresas.

Quadro 12 - Boxplot da idade dos trabalhadores em função da empresa

	Mínimo - Máximo	Média±D.Padrão	Normalidade
Empresa A (N=33)	20 – 62	40,5±11,4	SW=0,970; $p=0,471ns$
Empresa B (N=10)	24 – 53	42,1±9,2	SW=0,934; $p=0,486ns$
Empresa C (N=9)	24 – 40	33,9±5,6	SW=0,883; $p=0,169ns$
TOTAL	20 – 62	39,7±10,4	Levene=2,279; $p=0,113ns$

Teste da ANOVA: $F=1,820$; $g.l.=2/49$; $p=0,173ns$

³ Homocedasticidade - igual variabilidade da idade

5.1.5 – Estado Civil dos Trabalhadores

No que diz respeito ao estado civil dos trabalhadores, a sua maioria são casados (67,3%), 23,1% são solteiros, 7,7% são divorciados e 1,9% são viúvos (Quadro 13).

Quadro 13 - Estado civil dos trabalhadores

ESTADO CIVIL	f.a.	f.r.
Casado	35	67,3%
Solteiro	12	23,1%
Divorciado	4	7,7%
Viuvo	1	1,9%
TOTAL	52	100,0%

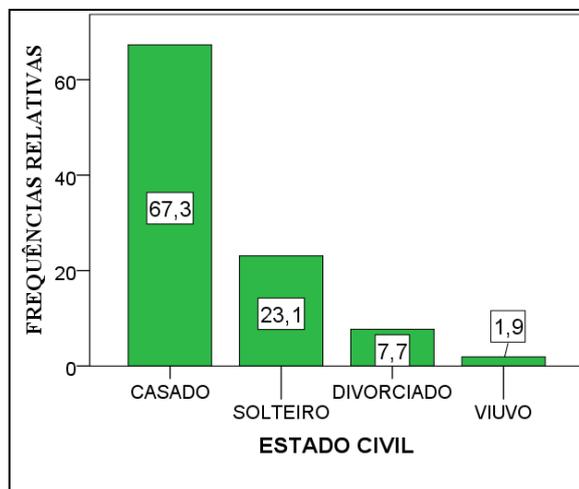


Figura 19 - Caixa de barras do estado civil dos trabalhadores

Quadro 14 - Estado civil dos trabalhadores em função da empresa

EMPRESA	ESTADO CIVIL				Total
	Casado	Solteiro	Divorciado	Viúvo	
A	24(72,7%)	7(21,2%)	2(6,1%)	0(0,0%)	33(100,0%)
B	7(70,0%)	2(20,0%)	1(10,0%)	0(0,0%)	10(100,0%)
C	4(44,4%)	3(33,3%)	1(11,1%)	1(11,1%)	9(100,0%)
TOTAL	35(67,3%)	12(23,1%)	4(7,7%)	1(1,9%)	52(100,0%)

Teste de Qui-Quadrado: $\chi^2=6,453$; g.l.=6; p=0,409ns

No que diz respeito ao estado civil dos trabalhadores, as empresas A e B apresentam uma maior proporção de indivíduos casados do que a empresa C (72,7%, 70,0% e 44,4% respetivamente), mas menores proporções de indivíduos solteiros (21,2%, 20,0% e 33,3% respetivamente), e viúvos (0,0% e 0,0% contra 11,1%). No entanto, aplicando o teste de independência de Qui-Quadrado ($\chi^2=6,453$; g.l.=6; p=0,409ns) conclui-se que o estado civil não é significativamente diferente de empresa para empresa.

5.1.6 – Ano de Escolaridade dos Trabalhadores

Quadro 15 - frequências da escolaridade dos trabalhadores

ESCOLARIDADE	f.a.	f.r.
< 4º Ano	12	23,1%
4º - 9º Ano	28	53,8%
9º - 12º Ano	8	15,4%
Superior	4	7,7%
TOTAL	52	100,0%

A escolaridade mais frequente nos trabalhadores das três empresas é a que situa entre o 4º e o 9º ano com 53,8% (Figura 20); enquanto 23,1% têm estudos inferiores ao 4º ano, 15,4% entre o 9º e 12º ano e 7,7% possuem curso superior (Quadro 15).

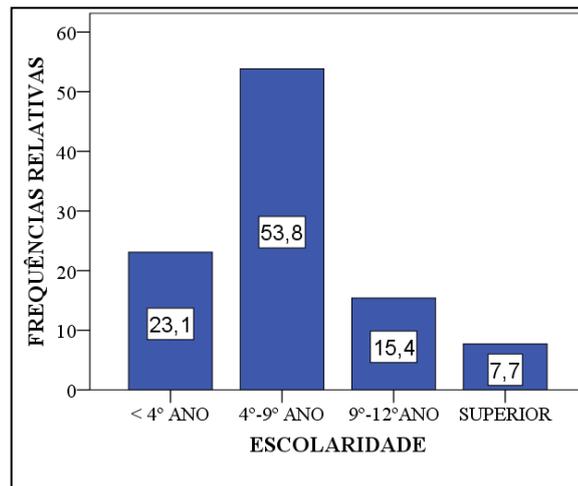


Figura 20 - Caixas de barras da escolaridade dos trabalhadores

Comparando as três empresas quanto à escolaridade, verificamos que a empresa A possui uma maior proporção de trabalhadores com escolaridade inferior ao 4º ano (30,3%). As empresas B e C têm maior proporção de trabalhadores com escolaridade entre o 4º e o 9º ano do que a empresa A (21,2%, 20,0% e 33,3%, respetivamente). A empresa B não tem qualquer trabalhador com estudos superiores (Quadro 16). Aplicando o teste de independência de Qui-Quadrado ($\chi^2=6,559$; g.l.=6; $p=0,364ns$) conclui-se que a escolaridade não é significativamente diferente nas 3 empresas.

Quadro 16 - Comparação da escolaridade dos trabalhadores em função da empresa

EMPRESA	ESCOLARIDADE				Total
	<4º Ano	4º- 9º Ano	9º - 12º Ano	Superior	
A	10(30,3%)	14(42,4%)	6(18,2%)	3(9,1%)	33(100,0%)
B	2(20,0%)	7(70,0%)	1(10,0%)	0(0,0%)	10(100,0%)
C	0(0,0%)	7(77,8%)	1(11,1%)	1(11,1%)	9(100,0%)
TOTAL	12(23,1%)	28(53,8%)	8(15,4%)	4(7,7%)	52(100,0%)

Teste de Qui-Quadrado: $\chi^2=6,559$; g.l.=6; p=0,364ns

5.2 – Exposição ao ruído

5.2.1 – Exposição não profissional

Quando inquiridos sobre o risco de exposição não profissional ao ruído, verifica-se, destacadamente, a exposição de 88,5% dos trabalhadores a ferramentas ruidosas, tais como berbequins, fresas e martelos (Quadro 17). Como segundo fator de risco sobressai a exposição em salas de concertos, discotecas e a audição de música com auscultadores, referido por 34,6% dos trabalhadores. A exposição relativa a atividade de caça, tiro ou serviço militar foi referida em 30,8% dos casos. A exposição em provas de automobilismo, motociclismo e outros desportos motorizados foi referida por 25,0% dos inquiridos.

Quadro 17 - Fatores, tempo e frequência de exposição não profissional a ruído

EXPOSIÇÃO NÃO PROFISSIONAL	DESCRIÇÃO	TIPO DE EXPOSIÇÃO			
		ENP1	ENP2	ENP3	ENP4
Existência de Factores	Não	36(69,2%)	39(75,0%)	6(11,5%)	34(65,4%)
	Sim	16(30,8%)	13(25,0%)	46(88,5%)	18(34,6%)
Tempo de Exposição	< 1 Ano	11(68,8%)	9(69,2%)	0(0,0%)	10(55,6%)
	1-5 Anos	2(12,5%)	1(7,7%)	10(21,7%)	2(11,1%)
	6-10 Anos	2(12,5%)	0(0,0%)	10(21,7%)	2(11,1%)
	>10 Anos	1(6,3%)	3(23,1%)	26(56,5%)	4(22,5%)
Frequência de Exposição	Diária	1(6,3%)	3(23,1%)	42(91,3%)	1(5,6%)
	Semanal	2(12,5%)	1(7,7%)	0(0,0%)	6(33,3%)
	Mensal	3(18,8%)	0(0,0%)	1(2,2%)	6(33,3%)
	Não Respondeu	10(62,5%)	0(0,0%)	0(0,0%)	5(27,8%)

ENP1 – Caça, tiro e serviço militar; ENP2 – Automobilismo, motociclismo e outros desportos; ENP3 – Ferramentas ruidosas; ENP4 – Concertos, discotecas, audição de música com auscultadores

Em relação aos trabalhadores que mencionaram a exposição a agentes não profissionais, vemos que a maioria refere um tempo de exposição inferior a 1 ano, em todos os tipos de exposição (68,8% (ENP1); 69,2% (ENP2); 65,4% (ENP3)) com exceção do fator de exposição ferramentas ruidosas que apresenta uma taxa de 56,5% de trabalhadores com

um tempo de exposição superior a 10 anos; sendo a frequência de exposição diária para 91,3% destes.

Quadro 18 - Exposição não profissional a ruído em função da empresa

EMPRESA	EXPOSIÇÃO	TIPO DE EXPOSIÇÃO			
		ENP1	ENP2	ENP3	ENP4
Empresa A	Não	30(90,9%)	32(97,0%)	6(18,2%)	27(81,8%)
	Sim	3(9,1%)	1(3,0%)	27(81,8%)	6(18,2%)
Empresa B	Não	6(60,0%)	7(70,0%)	0(0,0%)	7(70,0%)
	Sim	4(40,0%)	3(30,0%)	10(100,0%)	3(30,0%)
Empresa C	Não	0(0,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)
	Sim	9(100,0%)	9(100,0%)	9(100,0%)	9(100,0%)
Total	Não	36(69,2%)	39(75,0%)	6(11,5%)	34(65,4%)
	Sim	16(30,8%)	13(25,0%)	46(88,5%)	18(34,6%)
Teste de Qui-Quadrado	χ^2	27,930	35,628	3,905	21,032
	g.l.	2	2	2	2
	p	<0,001***	<0,001***	0,187ns	<0,001***

ENP1 – Caça, tiro e serviço militar; ENP2 – Automobilismo, motociclismo e outros desportos; ENP3 – Ferramentas ruidosas; ENP4 – Concertos, discotecas, audição de música com auscultadores

Comparando a existência de fatores de exposição não profissionais a ruído por empresa, verificamos que aquela não é significativamente diferente de empresa para empresa no que diz respeito à exposição a ferramentas ruidosas ($\chi^2=3,905$; g.l.=2; p=0,187ns); mas difere da empresa no que diz respeito a exposição à caça, tiro e serviço militar ($\chi^2=27,930$; g.l.=2; p<0,001***); no âmbito do automobilismo, motociclismo e outros desportos motorizados ($\chi^2=35,628$; g.l.=6; p<0,001***) e no âmbito de concertos, discotecas e audição de música com auscultadores ($\chi^2=21,032$; g.l.=2; p<0,001***); significando que os trabalhadores das empresas têm uma exposição idêntica quando ao primeiro, mas diferente quanto aos últimos três (Quadro 18). Desta forma, a maioria dos trabalhadores da empresa A e B diz não estar expostos ao tipo de exposição não profissional ENP1, ENP2 e ENP4; enquanto que todos os trabalhadores da empresa C diz em estar expostos aos mesmos.

5.3 – Antecedentes Familiares e Pessoais

5.3.1 – Antecedentes Familiares

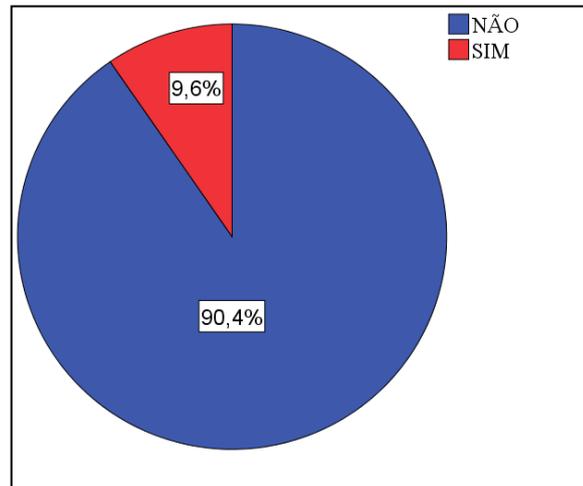


Figura 21 - Gráfico circular dos antecedentes familiares

Com base na Figura 21, vemos que a maioria dos trabalhadores (90,4%) diz não ter antecedentes familiares de problemas de audição, havendo 9,6% que têm pelo menos um familiar com problemas de audição. Comparando a existência de antecedentes familiares segundo a empresa, mediante a aplicação do teste de independência de Qui-Quadrado ($\chi^2=1,198$; g.l.=2; $p=0,812ns$) verificamos que $p>0,05$ e, assim concluímos que a proporção de trabalhadores com antecedentes familiares é significativamente igual nas 3 empresas (Quadro 19).

Quadro 19 - Comparação da existência de antecedentes familiares de problemas de audição em função da empresa

EMPRESA	ANTECEDENTES FAMILIARES		
	Não	Sim	Total
A	29(87,9%)	4(12,1%)	33(100,0%)
B	9(90,0%)	1(10,0%)	10(100,0%)
C	9(100,0%)	0(0,0%)	9(100,0%)
TOTAL	47(90,4%)	5(9,6%)	52(100,0%)

Teste de Qui-Quadrado: $\chi^2=1,198$; g.l.=2; $p=0,812ns$

5.3.2 – Antecedentes Pessoais

Com base na Figura 22, vemos que a maioria dos trabalhadores (80,8%) diz não ter antecedentes pessoais de problemas de audição, havendo 19,2% têm acontecimentos pessoais relacionados com a audição.

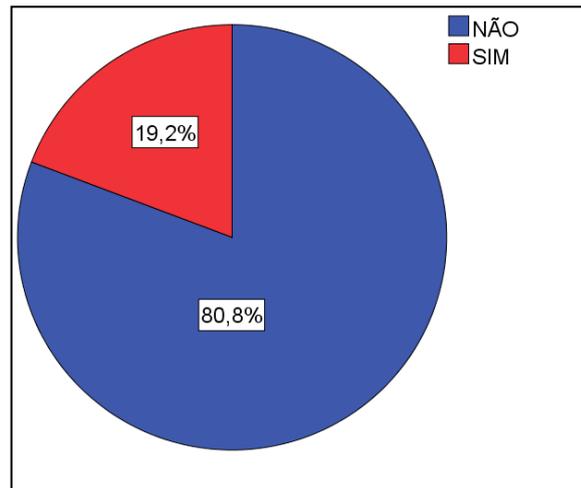


Figura 22 - Gráfico circular dos antecedentes pessoais

Comparando a existência de antecedentes pessoais segundo a empresa, aplicando o teste de independência de Qui-Quadrado ($\chi^2=2,680$; g.l.=2; $p=0,343ns$) como $p>0,05$ concluímos que a proporção de trabalhadores com antecedentes pessoais é significativamente igual nas três empresas (Quadro 20).

Quadro 20 - Comparação da existência de antecedentes pessoais de problemas de audição em função da empresa

EMPRESA	ANTECEDENTES FAMILIARES		
	Não	Sim	Total
A	25(75,8%)	8(24,2%)	33(100,0%)
B	8(80,0%)	2(20,0%)	10(100,0%)
C	9(100,0%)	0(0,0%)	9(100,0%)
TOTAL	42(80,8%)	10(19,2%)	52(100,0%)

Teste de Qui-Quadrado: $\chi^2=2,680$; g.l.=2; $p=0,343ns$

5.3.3 – Associação entre os Antecedentes Familiares e Pessoais

Pela aplicação do teste de Fisher, como $p < 0,05$ concluímos que a existência de antecedentes pessoais é significativamente diferente de empresa para empresa, dependendo da existência de antecedentes familiares; significando que existe uma associação significativa entre os dois fenómenos (Quadro 21).

Quadro 21 - Comparação da existência de antecedentes pessoais de problemas de audição em função dos antecedentes familiares

ANTECEDENTES FAMILIARES	ANTECEDENTES PESSOAIS		
	Não	Sim	Total
Não	41(87,2%)	6(12,8%)	47(100,0%)
Sim	1(20,0%)	4(80,0%)	5(100,0%)
TOTAL	42(80,8%)	10(19,2%)	52(100,0%)

Teste de Fisher: $\chi^2=13,152$; g.l.=1; $p=0,003ns$

Desta forma, vemos que dos 47 trabalhadores que dizem não terem antecedentes familiares, 87,2% dizem não antecedentes pessoais de audição; enquanto dos trabalhadores que têm antecedentes familiares, 80,0% têm antecedentes pessoais. Com base nestes dados, também podemos dizer que 78,8% (41/52) dos trabalhadores não tem nem antecedentes familiares nem antecedentes pessoais; 7,7% (5/52) tem antecedentes familiares e pessoais; 2,0% tem antecedentes familiares, mas não têm antecedentes pessoais e 11,5% não tem antecedentes familiares, mas têm antecedentes pessoais.

5.4 – Formação

5.4.1 – Formação sobre higiene e segurança no trabalho

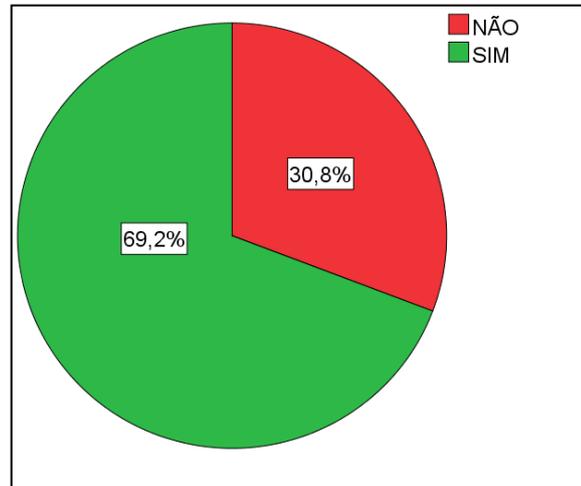


Figura 23 - Gráfico circular da formação sobre higiene e segurança no trabalho

Com base na Figura 23 vemos que a maioria dos trabalhadores (69,2%) diz ter obtido uma formação sobre higiene e segurança no trabalho e 30,8% não obteve qualquer formação.

Quadro 22 - Comparação da obtenção de formação sobre higiene e segurança no trabalho em função da empresa

EMPRESA	FORMAÇÃO HIGIENE E SEGURANÇA NO TRABALHO		
	Não	Sim	Total
A	7(21,2%)	26(78,8%)	33(100,0%)
B	0(0,0%)	10(100,0%)	10(100,0%)
C	9(100,0%)	0(0,0%)	9(100,0%)
TOTAL	16(30,8%)	36(69,2%)	52(100,0%)

*Teste de Qui-Quadrado: $\chi^2=26,109$; g.l.=2; $p<0,001$ ****

Pela aplicação do teste de independência de Qui-Quadrado ($\chi^2=26,109$; g.l.=2; $p<0,001$ ***) concluímos que a obtenção de formação sobre higiene e segurança no trabalho é significativamente diferente de empresa para empresa. De facto vemos que os trabalhadores da empresa A e B estão claramente relacionados com o facto de terem obtido formação sobre higiene e segurança no trabalho (78,8% / 100,0%); enquanto que na empresa C nenhum trabalhador obteve tal formação.

5.4.2 – Formação sobre ruído e proteção auditiva

Com base na Figura 24, vemos que a maioria dos trabalhadores (65,4%) diz ter obtido uma formação sobre ruído e proteção auditiva no trabalho e 34,6% não obteve qualquer formação.

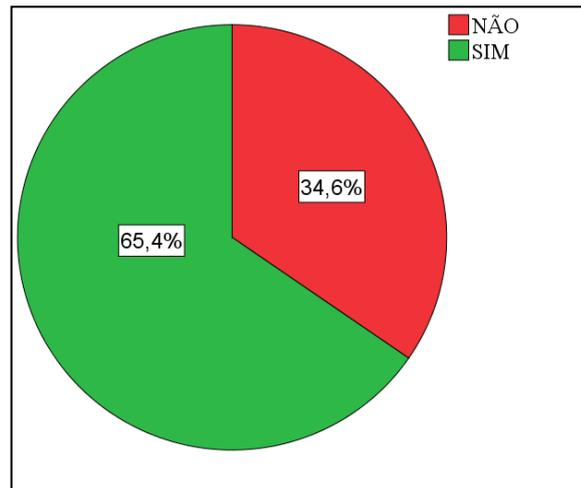


Figura 24 - Gráfico circular da formação sobre ruído e proteção auditiva

Pela aplicação do teste de independência de Qui-Quadrado ($\chi^2=21,246$; g.l.=2; $p<0,001$ ***) concluímos que a obtenção de formação sobre ruído e proteção auditiva no trabalho é significativamente diferente de empresa para empresa.

Quadro 23 - Comparação da obtenção de formação sobre ruído e proteção auditiva no trabalho em função da empresa

EMPRESA	FORMAÇÃO EM RUIDO E PROTECÇÃO AUDITIVA		
	Não	Sim	Total
A	8(24,2%)	25(75,8%)	33(100,0%)
B	1(10,0%)	9(90%)	10(100,0%)
C	9(100,0%)	0(0,0%)	9(100,0%)
TOTAL	18(30,8%)	34(69,2%)	52(100,0%)

*Teste de Qui-Quadrado: $\chi^2=21,246$; g.l.=2; $p<0,001$ ****

Assim, vemos que os trabalhadores da empresa A e B estão claramente relacionados com o facto de terem obtido formação sobre ruído e proteção auditiva no trabalho (75,8% / 90,0%; enquanto que na empresa C nenhum trabalhador obteve tal formação.

5.4.3 – Associação entre a obtenção de formação sobre higiene e segurança no trabalho e a obtenção de formação sobre ruído e proteção auditiva

Pela aplicação do teste de Fisher, como $p < 0,05$ concluímos que a obtenção de formação sobre ruído e proteção auditiva está significativamente associado à existência de formação sobre higiene e segurança no trabalho; significando que existe uma associação significativa entre os dois fenómenos (Quadro 24).

Quadro 24 - Comparação da obtenção de formação sobre ruído e proteção auditiva em função da obtenção de formação sobre higiene e segurança no trabalho

HIGIENE E SEGURANÇA DO TRABALHO	RUIDO E PROTECÇÃO AUDITIVA		
	Não	Sim	Total
Não	15(93,8%)	1(6,3%)	16(100,0%)
Sim	3(8,3%)	33(91,7%)	36(100,0%)
TOTAL	18(34,6%)	34(65,4%)	52(100,0%)

*Teste de Fisher: $\chi^2=35,708$; g.l.=1; $p < 0,001$ ****

Desta forma, vemos que dos 16 trabalhadores que dizem não terem obtido uma formação sobre higiene e segurança no trabalho, 93,8% também não obtiveram nenhuma formação sobre ruído e proteção auditiva; enquanto dos 36 trabalhadores que obtiveram formação sobre higiene e segurança no trabalho, 91,7% também obtiveram formação sobre ruído e proteção auditiva. Com base nestes dados, também podemos dizer que 28,8% (15/52) dos trabalhadores não obtiveram qualquer das formações anteriormente descritas, 63,5% (33/52) obtiveram as duas formações; 5,8% (3/52) obtiveram formação sobre higiene e segurança no trabalho, mas sobre ruído e proteção auditiva; e 2,0% obtiveram formação sobre ruído e proteção auditiva, mas não formação em higiene e segurança do trabalho.

5.5 – Uso de proteção auditiva

Pela observação do Figura 25, vemos que a maioria dos trabalhadores (53,8%) usa proteção auditiva, enquanto os que não o fazem são 46,2%.

Comparando o uso de proteção auditiva em função da empresa e aplicando o teste de independência de Qui-Quadrado ($\chi^2=15,944$; g.l.=2; $p < 0,001$ ***) concluímos que o seu uso é significativamente diferente de empresa para empresa.

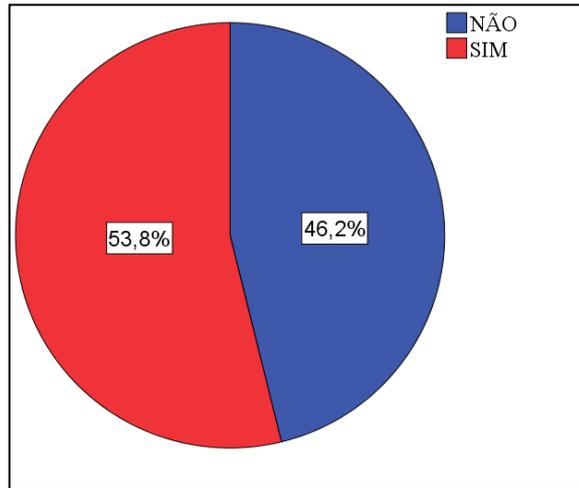


Figura 25 - Gráfico circular do uso de proteção auditiva

Vemos que o uso de proteção auditiva está significativamente mais associado aos trabalhadores da empresa A e B com 57,6% e 90,0% de taxa de utilização de proteções; enquanto que na empresa C, ninguém usa proteções auditivas (Quadro 25)

Quadro 25 - Comparação do uso de proteção auditiva em função da empresa

EMPRESA	USO DE PROTEÇÃO AUDITIVA		
	Não	Sim	Total
A	14(42,4%)	19(57,6%)	33(100,0%)
B	1(10,0%)	9(90,0%)	10(100,0%)
C	9(100,0%)	0(0,0%)	9(100,0%)
TOTAL	24(46,2%)	28(53,8%)	52(100,0%)

*Teste de Qui-Quadrado: $\chi^2=15,944$; g.l.=2; $p<0,001$ ****

Dos 28 trabalhadores que usam proteção auditiva, a sua maioria (53,6%) usa protetores auriculares e 39,2% tampões, havendo 7,1% que não mencionaram a proteção usada (Quadro 26). Destes mesmos trabalhadores, somente 32,1% referiram a percentagem de tempo em que usaram proteção auditiva – cinco 50% do tempo, um 70%, dois 80% e um 100%; sendo a média de 64,4% com um desvio padrão de 18,8% do tempo.

Quadro 26 - frequências do tipo de proteção auditiva utilizado

PROTECÇÃO AUDITIVA	f.a.	f.r.
Auscultadores	15	53,6%
Tampões	11	39,2%
Não Respondeu	2	7,1%
TOTAL	28	100,0%

5.6 – Análise do nível de pressão sonora resultante da emissão de ruído pelos equipamentos

5.6.1 – Análise do nível de pressão sonora na empresa A

Quadro 27 - Estatísticas descritivas do nível de pressão sonora emitida pelos equipamentos da empresa A

INTENSIDADE	ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS	
	Mínimo - Máximo	Média±D.Padrão
L _{Aeq}	66,2 – 96,5	86,2 ± 6,2
L _{Cpico}	103,3 – 126,9	115,6 ± 5,6
32 Hz	67,8 – 90,0	79,0 ± 5,6
63 Hz	60,6 – 84,4	77,6 ± 4,9
125 Hz	65,2 – 88,1	78,3 ± 4,9
250 Hz	67,0 – 92,6	80,1 ± 6,2
500 Hz	59,5 – 87,1	77,8 ± 6,1
1 KHz	52,7 – 91,3	78,7 ± 8,5
2 KHz	50,5 – 88,2	77,4 ± 7,9
3 KHz	50,0 – 85,5	74,9 ± 7,1
4 KHz	50,0 – 76,8	67,3 ± 5,8

Teste de Qui-Quadrado: $\chi^2=120,357$; g.l.=10; p<0,001***

Com base nas 19 medições efetuadas, verifica-se que o L_{Aeq} varia entre um mínimo de 66,2 dB(A) e um máximo de 96,5 dB(A), apresentando uma média de 86,2 dB(A) e um desvio padrão de 6,2 dB(A). Quanto ao nível de pressão sonora de pico registado na empresa A, vemos que este varia entre um mínimo de 103,3 dB(C) e um máximo de 126,9 dB(C); apresentando uma média de 115,6 dB(C) e um desvio padrão de 5,6 dB(C) (Quadro 27).

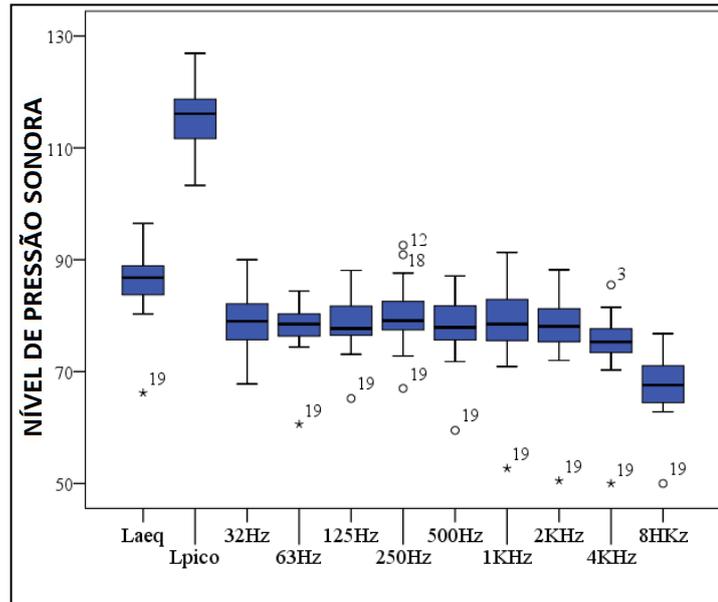


Figura 26 - *Boxplot* do nível de pressão sonora emitida pelos equipamentos da empresa A

Pela observação das *boxplot*, vemos que o equipamento / área de trabalho 19 é a que apresenta valor inferior ao normal; correspondendo este ao escritório da empresa A. Também vemos que os equipamentos 12 (garlopa) e 18 (montagem 4) na frequência de medição de 250 Hz; e o equipamento 3 (esquadrejadora) na frequência de medição 4KHz apresentam valores superiores ao normal. Adicionalmente, observa-se que o nível de pressão sonora emitida vai diminuindo ligeiramente a medida de aumenta a intensidade de medição; sobretudo a partir dos 500 Hz.

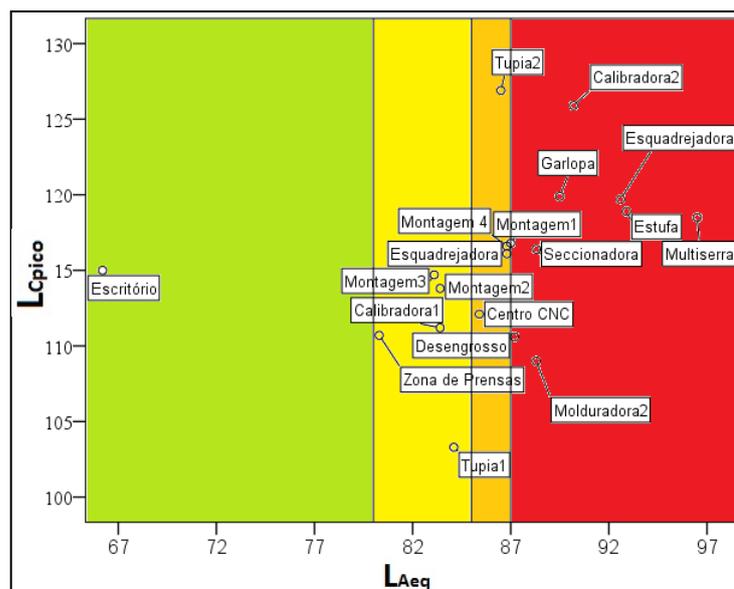


Figura 27 - Diagrama de dispersão do nível de pressão sonora L_{Aeq} e L_{Cpico} emitido pelos equipamentos da empresa A

Se considerando os valores resultantes da emissão de ruído pelos equipamentos e tendo em conta as disposições do Decreto-Lei n.º182/2006, de 6 de setembro, podemos dizer que:

- Os níveis de pressão sonora de pico (L_{Cpico}) desta empresa não ultrapassam o valor de Ação Inferior (135 dB(C));
- Em relação aos Limites legais do L_{Aeq} da empresa A, 1 dos equipamentos / área de trabalho (5,3%) - [escritório] apresenta valores inferiores ao valor de Ação Inferior, 5 equipamentos / áreas têm valores superiores a 80 dB(A) e inferiores a 85 dB(A) (26,3%) – [zona de prensas, tupia 1, calibradora 1, montagem 2 e montagem 3] , 5 equipamentos / áreas tem valores iguais ou superiores a 85 dB(A) e inferiores ou iguais a 87 dB(A) (26,3%) - [centro CNC, esquadrejadora, montagem 1, montagem 4 e tupia 2] e 8 dos equipamentos / área de trabalho (42,1%) – [molduradora 2, seccionadora, multiserra, estufa, garlopa, esquadrejadora e calibradora3] têm valores superiores a 87 dB(A).

5.6.2 – Análise do nível de pressão sonora na empresa B

Quadro 28 - Estatísticas descritivas do nível de pressão sonora emitida pelos equipamentos da empresa B

INTENSIDADE	ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS	
	Mínimo - Máximo	Média±D.Padrão
L_{Aeq}	77,7 – 93,0	85,9 ± 5,2
L_{Cpico}	110,1 – 121,9	115,6 ± 3,6
32 Hz	63,4 – 80,8	71,5 ± 4,3
63 Hz	63,2 – 81,7	73,5 ± 4,9
125 Hz	63,5 – 82,2	74,0 ± 6,0
250 Hz	65,4 – 83,8	77,5 ± 6,3
500 Hz	60,1 – 85,1	77,2 ± 7,6
1 KHz	60,3 – 84,7	76,7 ± 7,2
2 KHz	55,7 – 84,6	74,9 ± 8,9
3 KHz	61,1 – 88,3	74,0 ± 8,8
4 KHz	52,2 – 85,7	67,3 ± 9,8

Teste de Qui-Quadrado: $\chi^2=64,793$; g.l.=10; $p<0,001$ ***

Com base nas 11 medições efetuadas, verifica-se que o L_{Aeq} varia entre um mínimo de 77,7 dB(A) e um máximo de 93,0 dB(A), apresentando uma média de 85,9 dB(A) com um desvio padrão de 5,2 dB(A). Quanto ao nível de pressão sonora de pico registado, vemos que este varia entre um mínimo de 110,1 dB(C) e um máximo de 121,9 dB(C); apresentando uma média de 115,6 dB(C) e um desvio padrão de 3,6 dB(C) (Quadro 28).

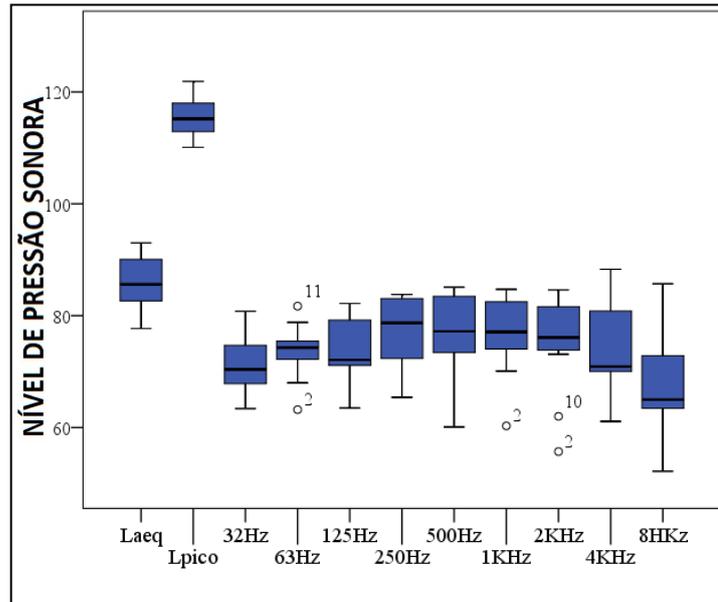


Figura 28 - Boxplot do nível de pressão sonora emitido pelos equipamentos da empresa B

Pela observação da boxplot (Figura 28), vemos que o equipamento / área de trabalho 2 (montagem 1) apresenta um valor inferior ao normal nas frequências de 63Hz, 1KHz e 2KHz; enquanto que o equipamento 10 (montagem 2) só apresenta valores inferiores ao normal para a frequência de 2KHz. Ao inverso, o equipamento 11 (centro de janelas) é o que apresenta valores superiores ao normal para a frequência de medição de 63Hz.

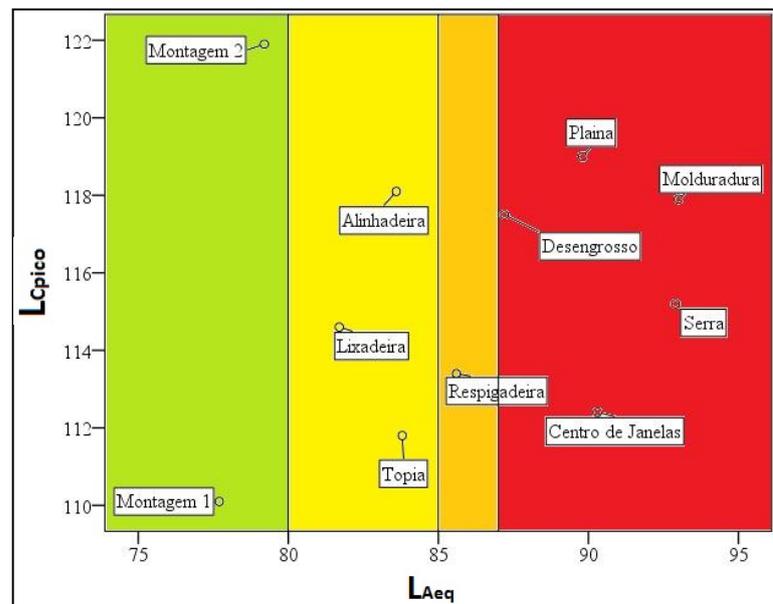


Figura 29 - Diagrama de dispersão do nível de pressão sonora L_{Aeq} e L_{Cpico} emitido pelos equipamentos da empresa B

Se considerando os valores resultantes da emissão de ruído pelos equipamentos e tendo em conta as disposições do Decreto-Lei n.º182/2006, de 6 de setembro, podemos dizer que (Figura 29):

- Os níveis de pressão sonora de pico (L_{Cpico}) desta empresa não ultrapassam o valor de Ação Inferior (135 dB(C));
- Em relação aos limites do L_{Aeq} da empresa B, 2 dos equipamentos / área de trabalho (18,2%) - [montagem 1 e montagem 2] apresentam valores inferiores ao valor de Ação Inferior (80 dB(A)), 3 equipamentos / áreas têm valores superiores aos 80 dB(A) e inferiores a 85 dB(A) (27,3%) – [alinhadeira, lixadeira e tupia], 1 equipamento / área tem valores iguais ou superiores a 85 dB(A) e inferiores ou iguais a 87 dB(A) (9,1%) - [retestadeira] e 5 dos equipamentos / área de trabalho (45,5%) – [centro de janelas, serra, desengrosso, molduradora e plaina] têm valores superiores a 87 dB(A).

5.6.3 – Análise do nível de pressão sonora na empresa C

Quadro 29 - Estatísticas descritivas do nível de pressão sonora emitida pelos equipamentos da empresa C

INTENSIDADE	ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS	
	Mínimo - Máximo	Média±D.Padrão
L_{Aeq}	65,3 – 103,8	86,3 ± 10,8
L_{Cpico}	99,8 – 128,2	117,3 ± 8,3
32 Hz	71,5 – 90,2	79,2 ± 5,3
63 Hz	56,0 – 94,5	75,4 ± 9,7
125 Hz	49,0 – 85,2	74,6 ± 10,7
250 Hz	57,6 – 87,7	78,1 ± 9,6
500 Hz	50,9 – 96,0	76,8 ± 12,3
1 KHz	50,0 – 91,0	77,7 ± 12,3
2 KHz	50,0 – 91,2	76,5 ± 13,4
3 KHz	49,9 – 87,7	72,6 ± 12,0
4 KHz	38,7 – 83,7	68,2 ± 11,5

Teste de Qui-Quadrado: $\chi^2=106,650$; g.l.=10; $p<0,001$ ***

Com base nas 17 medições efetuadas, verifica-se que o L_{Aeq} varia entre um mínimo de 65,3 dB(A) e um máximo de 103,8 dB(A), apresentando uma média de 86,3 dB(A) e um desvio padrão de 10,8 dB(A). Quanto ao nível de pressão sonora de pico registado na empresa B, vemos que este varia entre um mínimo de 99,8 dB(C) e um máximo de 128,2 dB(C); apresentando uma média de 117,3 dB(C) e um desvio padrão de 8,3 dB(C) (Quadro 29).

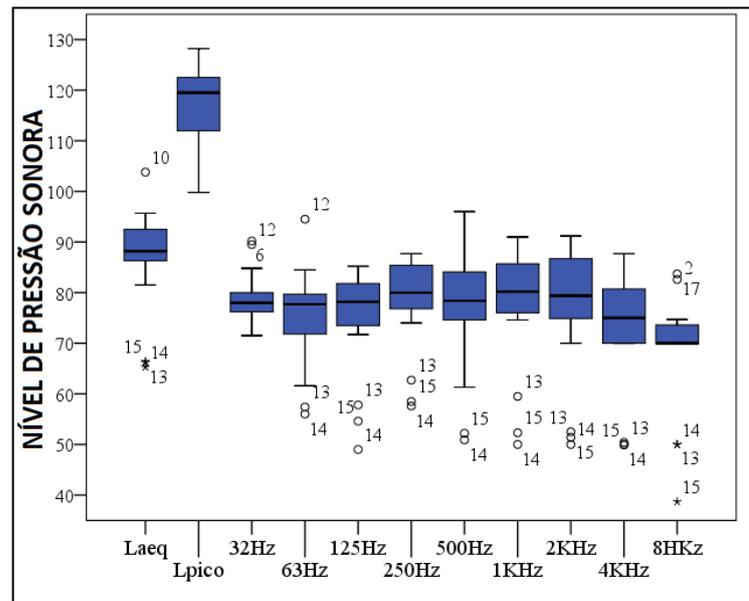


Figura 30 - Boxplot do nível de pressão sonora emitida pelos equipamentos da empresa C

Pela observação das boxplot (Figura 30), vemos que os equipamentos / áreas de trabalho 13, 14 e 15 (escritório 1, escritório 2(gerência) e atendimento) são os que apresentam valores inferiores ao normal para todas as frequências exceto para as L_{Cpico} e 32Hz; enquanto que o equipamento 10 (tupia) apresenta valores extremamente superiores ao normal para a frequência de L_{Aeq} , o equipamento 6 (sector de empilhamento de madeiras) apresenta valores superiores ao normal para a frequência de 32Hz, o equipamento 12 apresenta valores extremamente superiores ao normal para a frequência de 32Hz e 63Hz; e o equipamentos 2, 8 e 17 (multiserra de precisão, garlopa e receção de madeira do chariot exterior) apresentam valores extremamente superiores ao normal para a frequência de 8KHz.

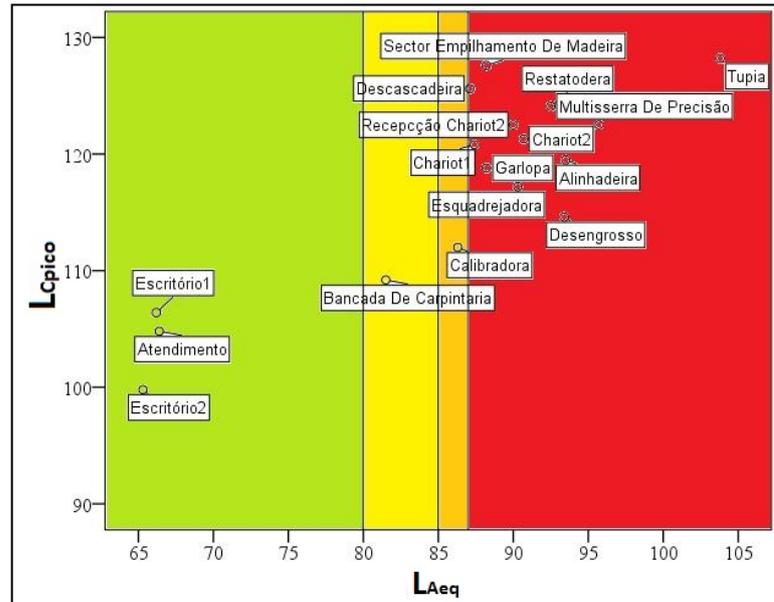


Figura 31 - Diagrama de dispersão do nível de pressão sonora L_{Aeq} e L_{Cpico} emitido pelos equipamentos da empresa C

Se considerando os valores resultantes da emissão de ruído pelos equipamentos e tendo em conta as disposições do Decreto-Lei n.º182/2006, de 6 de setembro, podemos dizer que (Figura 31):

- Os níveis de pressão sonora de pico (L_{Cpico}) desta empresa não ultrapassam o valor de Ação Inferior (135 dB(C));
- Em relação aos limites do L_{Aeq} da empresa C, 3 dos equipamentos / áreas de trabalho (17,6%) - [escritório 1, escritório 2 e atendimento] apresentam valores inferiores ao valor de Ação Inferior (80 dB(A)), 1 equipamento / área de trabalho [bancada de carpintaria] tem valores superiores a 80 dB(A) e inferiores a 85 dB(A) (5,9%), 1 equipamento / área de trabalho tem valores iguais ou superiores aos 85 dB(A) e inferiores ou iguais a 87 dB(A) (5,9%) - [calibradora] e os restantes 12 dos equipamentos / áreas de trabalho (70,6%) – [chariot 1 e 2, desengrosso, esquadrejadora, alinhadeira, garlopa, recepção de chariot 2, descascadeira, retestadeira, multisserra de precisão, sector de empilhamento de madeira e tupia] têm valores superiores a 87 dB(A).

5.6.4 Análise do nível de pressão sonora nas 3 empresas

Quadro 30 - Estatísticas descritivas do nível de pressão sonora correspondente aos equipamentos das empresas A, B e C

INTENSIDADE	ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS	
	Mínimo - Máximo	Média±D.Padrão
L_{Aeq}	65,3 – 103,8	86,2 ± 7,8
L_{Cpico}	99,8 – 128,2	116,2 ± 6,3
32 Hz	63,4 – 90,2	77,3 ± 6,2
63 Hz	56,0 – 94,5	75,8 ± 7,1
125 Hz	49,0 – 88,1	76,0 ± 7,8
250 Hz	57,6 – 92,6	78,8 ± 7,6
500 Hz	50,9 – 96,0	77,3 ± 8,9
1 KHz	50,0 – 91,3	77,9 ± 9,6
2 KHz	50,0 – 91,2	76,5 ± 10,3
3 KHz	49,9 – 88,3	73,8 ± 9,3
4 KHz	38,7 – 85,7	67,7 ± 9,0

*Teste de Qui-Quadrado: $\chi^2=106,650$; g.l.=10; $p<0,001$ ****

Com base nas medições efetuadas, verifica-se que o L_{Aeq} das 47 máquinas / áreas de trabalho das empresas A, B e C varia entre um mínimo de 65,3 dB(A) e um máximo de 103,8 dB(A), apresentando uma média de 86,2 dB(A) e um desvio padrão de 7,8 dB(A). Quanto ao nível de pressão sonora de pico registado nas 3 empresas, vemos que este varia entre um mínimo de 99,8 dB(C) e um máximo de 128,2 dB(C); apresentando uma média de 116,2 dB(C) e um desvio padrão de 6,3 dB(C) (Quadro 30).

Se considerarmos os valores referidos no Decreto-Lei n.º182/2006, de 6 de setembro, podemos dizer que os níveis de pressão sonora de pico (L_{Cpico}) desta empresa não ultrapassam os valores de Ação Inferior (135 dB(C)). Se considerarmos os níveis de pressão sonora equivalente vemos que 12,8% dos equipamentos / áreas de trabalho têm valores inferiores ou iguais ao valor de Ação Inferior (80 dB(A)), 19,1% dos equipamentos / áreas de trabalho têm valores superiores a 80 dB(A) e inferiores a 85 dB(A), 14,9% dos equipamentos / áreas de trabalho valores iguais ou superiores a 85 dB(A) e inferiores ou iguais a 87 dB(A) e 53,2% têm valores superiores a 87 dB(A) (Figura 32)

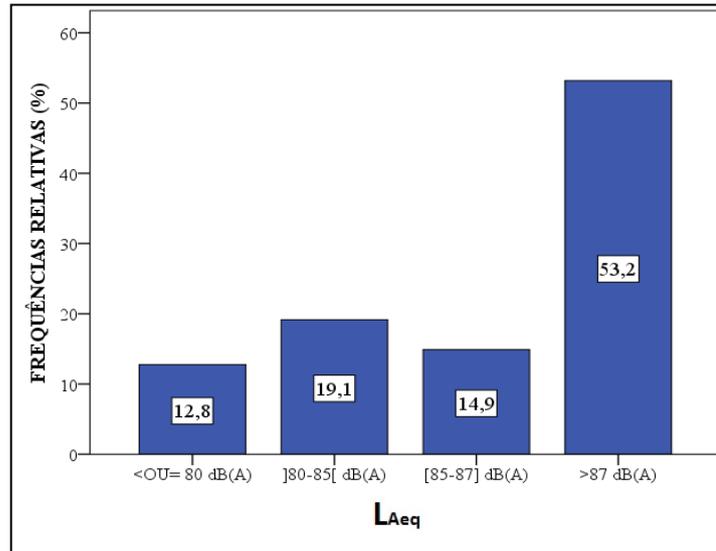


Figura 32 - Caixa de barras do nível de pressão sonora - L_{Aeq} nos equipamentos das 3 empresas

Fazendo agora a análise em relação ao tipo de equipamento / área de trabalho, considerando os valores referidos pelo Decreto-Lei n.º182/2006 de 6 de setembro, podemos dizer que nenhum dos equipamentos ultrapassa o valor de Ação Inferior (135 dB(C)) no que diz respeito aos níveis de pressão sonora de pico (L_{Cpico}). Se tomarmos em consideração os 120 dB(C), vemos que os equipamentos mais ruidosos são globalmente, nas 3 empresas, a tupia, secção de empilhamento de madeira, retestadeira, receção do chariot, descascadeira e chariot (Figura 33).

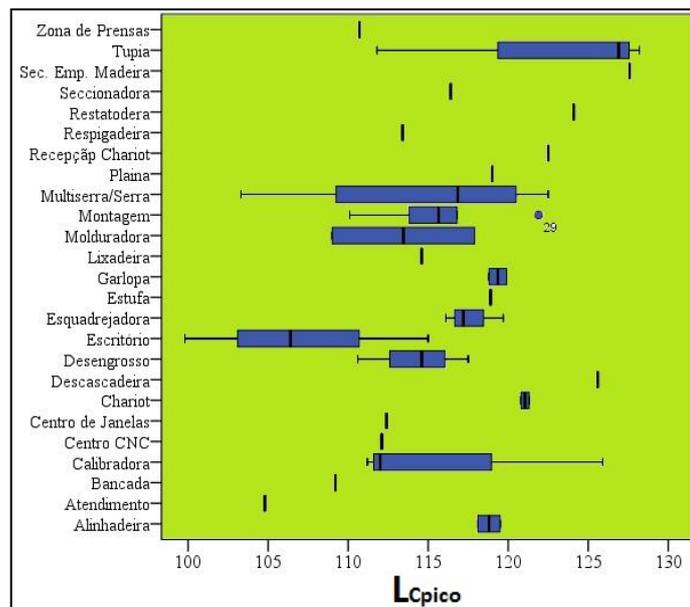


Figura 33 - Boxplot do nível de pressão sonora L_{Cpico} nos equipamentos das 3 empresas

Se tivermos em consideração os valores L_{Aeq} , vemos que globalmente quase todos os equipamentos / áreas de trabalho apresentam uma distribuição localizada em valores superiores ao Valor Limite de exposição (87 dB(A)) com exceção da retestadeira, centro CNC e calibradora que se concentram na zona dos valores de Ação Superior; da zona de prensas, lixadeira, bancada e montagem, que se situam na zona de Ação Inferior; e do escritório e atendimento que tem valores inferiores aos valores de Ação Inferior.

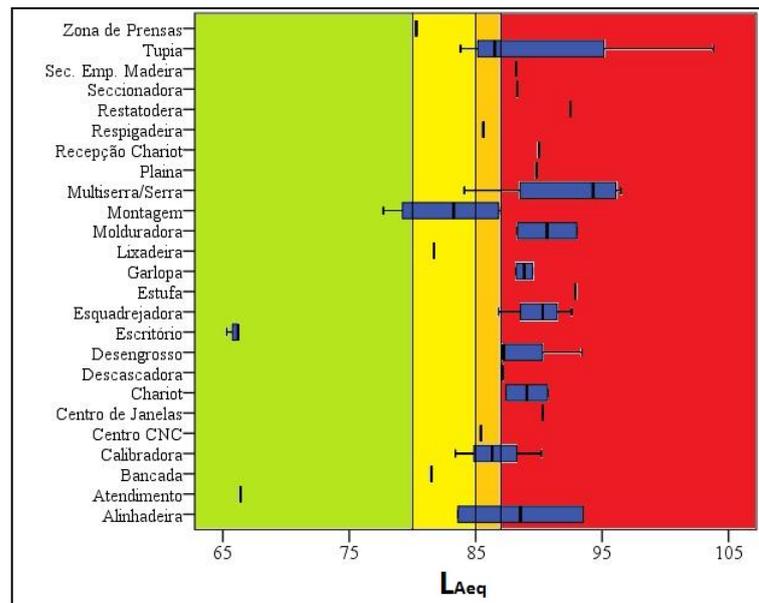


Figura 34 - Boxplot do nível de pressão sonora L_{Aeq} nos equipamentos das 3 empresas

5.6.5 – Comparação do nível de pressão sonora dos equipamentos em função das empresas

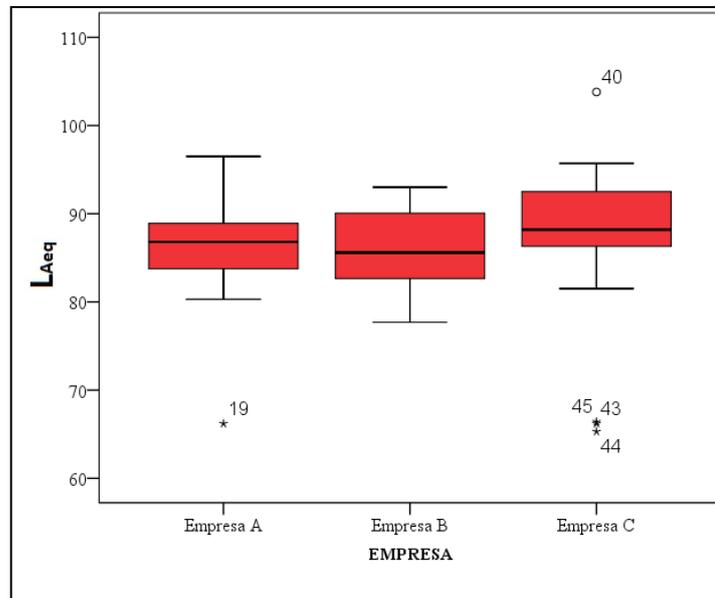


Figura 35 - Boxplot do nível de pressão sonora L_{Aeq} nas 3 empresas

Pela observação da Figura 35 e tomando em consideração os valores medianos vemos que a pressão sonora da empresa B é inferior ao das outras duas e a pressão sonora da empresa C é superior ao das outras duas, concluindo da mesma forma se tomarmos em conta a média (Quadro 31).

Quadro 31 - Comparação do nível de pressão sonora L_{Aeq} em função da empresa

EMPRESA	ESTATISTICAS		
	Shapiro Wilks	Média±D.Padrão	Média das Ordens
A	SW=0,851; g.l.=19; p=0,007**	86,2±6,2	22,61
B	SW=0,951; g.l.=11; p=0,658ns	85,9±5,2	21,68
C	SW=0,846; g.l.=17; p=0,009**	86,3±10,8	27,06
TOTAL	-----	86,2±7,8	-----

Teste de Kruskal-Wallis: $\chi^2=1,358$; g.l.=2; p=0,507ns

Para comparar o nível médio de pressão sonora L_{Aeq} nas 3 empresas, recorremos ao teste de *Kruskal-Wallis*, já que a distribuição não cumpre os pressupostos da normalidade na empresa A (SW=0,851; g.l.=19; p=0,007**) e C (SW=0,846; g.l.=17; p=0,009**). Desta forma, aplicando o teste de *Kruskal-Wallis* ($\chi^2=1,358$; g.l.=2; p=0,507ns) como $p > 0,05$ concluímos que o nível médio de pressão sonora L_{Aeq} não é significativamente diferente nas 3 empresas.

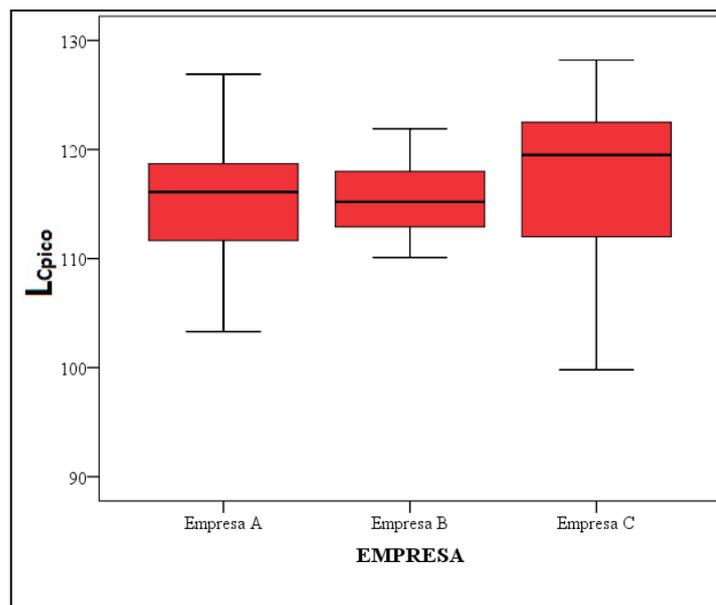


Figura 36 - Boxplot do nível de pressão sonora L_{Cpico} em função das 3 empresas

Pela observação da Figura 36 e tomando em consideração os valores medianos vemos que a pressão sonora da empresa B é inferior ao das outras duas e a pressão sonora da empresa C é superior ao das outras duas; concluindo semelhante ilação se tomarmos em conta a média (Quadro 32).

Quadro 32 - Comparação do nível de pressão sonora L_{Cpico} em função da empresa

EMPRESA	ESTATISTICAS		
	Shapiro Wilks	Média±D.Padrão	Média das Ordens
A	SW=0,971; g.l.=19; p=0,801ns	115,6±5,6	22,00
B	SW=0,973; g.l.=11; p=0,915ns	115,6±3,6	21,95
C	SW=0,936; g.l.=17; p=0,271ns	117,3±8,3	27,56
TOTAL	-----	116,2±6,3	-----
<i>Teste da ANOVA: F =0,403; g.l.1=2;g.l.2=44; p=0,671ns</i>			

Para comparar o nível médio de pressão sonora L_{Cpico} nas 3 empresas, vamos recorrer ao teste da ANOVA já que a distribuição cumpre os pressupostos da normalidade nas 3 empresas. Desta forma, aplicando o teste da ANOVA ($F =0,403$; $g.l.1=2$; $g.l.2=44$; $p=0,671ns$) como $p > 0,05$ concluímos que o nível médio de pressão sonora L_{Cpico} não é significativamente diferente nas 3 empresas.

5.7 – Exposição pessoal diária dos trabalhadores

5.7.1 – Exposição pessoal diária dos trabalhadores nas 3 empresas.

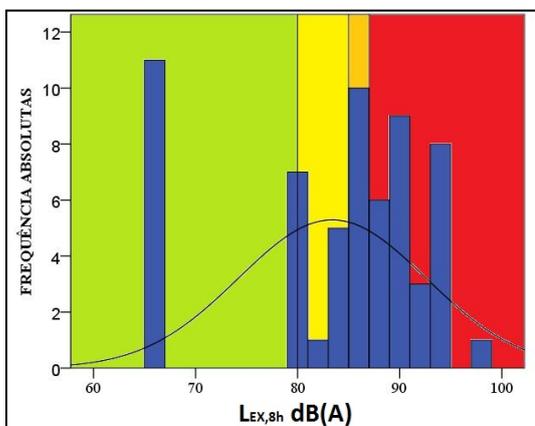


Figura 37 -Histograma da exposição pessoal diária dos trabalhadores à pressão sonora durante o trabalho das 3 empresas

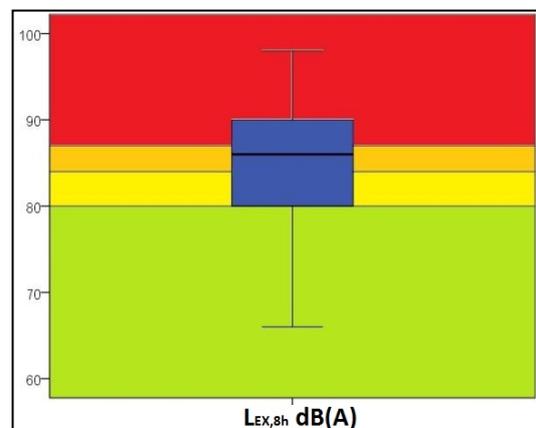


Figura 38 - Boxplot da exposição pessoal diária dos trabalhadores à pressão sonora durante o trabalho das 3 empresas

Pela observação do histograma (Figura 37) e da *boxplot* (Figura 38) vemos que a sua distribuição é assimétrica positiva, significando que a maior parte dos trabalhadores sofre uma exposição elevada à pressão sonora durante as oito horas de trabalho. Estes valores variam entre os 66 dB(A) e os 98 dB(A) (Quadro 33). Com efeito, somente 29,5% dos trabalhadores obteve uma exposição inferior ou igual a 80 dB(A), 9,8% tem valores superiores a 80 dB(A) e inferiores a 85 dB(A), 19,7% tem 85 dB(A) ou mais e 87 dB(A) ou menos, e 41% excedem os 87 dB(A) (Quadro 33). Vemos que em média os trabalhadores investigados apresentam um nível de exposição de 83,4 dB(A) com um desvio padrão de 9,2 dB(A) (Quadro 33).

Quadro 33 - Estatísticas descritivas da exposição pessoal diária dos trabalhadores à pressão sonora durante o trabalho das 3 empresas

L_{EX8H}	ESTATISTICAS	
	f.a.	f.a.
≤ 80 dB(A)	18	29,5%
]80-85[dB(A)	6	9,8%
[85-87] dB(A)	12	19,7%
>87 dB(A)	25	41,0%
TOTAL	61	100,0%
Máximo – Mínimo = 66 – 98; Mediana = 86,0;		
Média±D.Padrão = 83,4±9,2		

Quanto ao nível de pressão sonora de pico exposto a cada trabalhador, este varia entre um mínimo de 106 dB(C) e 128 dB(C), cumprindo assim totalmente a sua inferioridade em relação aos valores de Ação Inferior (Quadro 34).

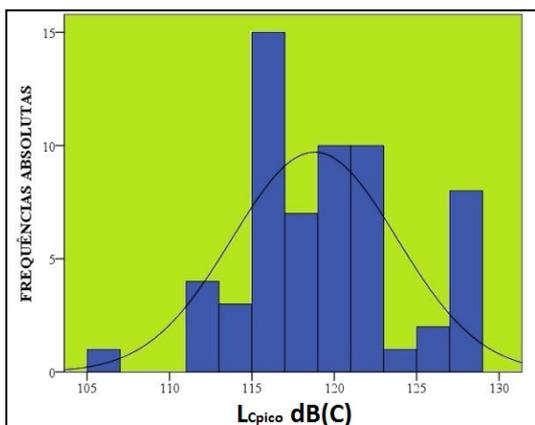


Figura 39 - Histograma do nível de pressão sonora de pico das 3 empresas

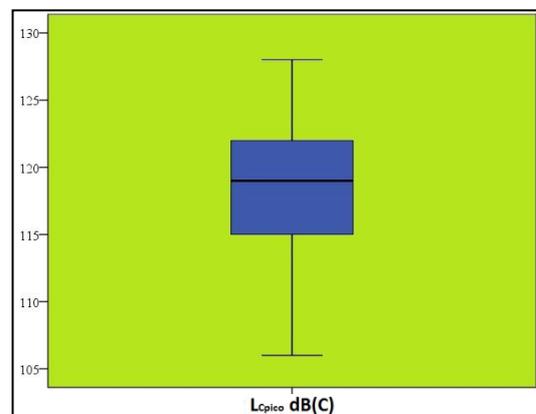


Figura 40 - Boxplot do nível de pressão sonora de pico das 3 empresas

Em média, o nível de pressão sonora das 3 empresas é de 118,5 dB(C) com um desvio padrão de 5,0 dB(C) (Quadro 34).

Quadro 34 - Estatísticas descritivas do nível de pressão sonora de pico dos trabalhadores das 3 empresas

L _{CPICO}	ESTATISTICAS	
	f.a.	f.a.
≤ 135 dB(C)	61	100,0%
TOTAL	61	100,0%

Máximo – Mínimo = 106,0 – 128,0; Mediana = 119,0;
Média±D.Padrão = 118,8±5,0

5.7.2 – Comparação da exposição pessoal diária dos trabalhadores com os Limites legais nas 3 empresas.

Pela observação do Figura 41 vemos que 95% dos valores de exposição pessoal diária são superiores ao valor de Ação Inferior (80 dB(A) mas inferiores ao Valor Limite de exposição (87 dB(A)). Pela aplicação do teste *t-Student* (Quadro 35), conclui-se que a exposição pessoal diária é significativamente superior ao valor de Ação Inferior ($t=2,882$; g.l.=60; $p=0,005^{**}$), que a exposição pessoal diária é significativamente inferior ao Valor Limite de exposição ($t=-3,063$; g.l.=60; $p=0,003^{**}$) e que a exposição pessoal diária não é significativamente diferente das 3 empresas ($t=-1,364$; g.l.=60; $p=0,178$ ns).

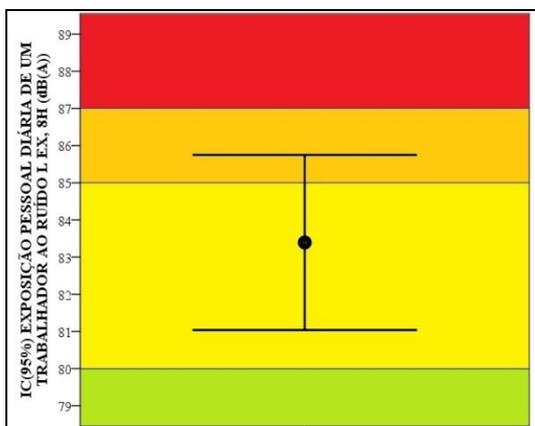


Figura 41 - Diagrama do intervalo de confiança da exposição pessoal diária de um trabalhador à pressão sonora

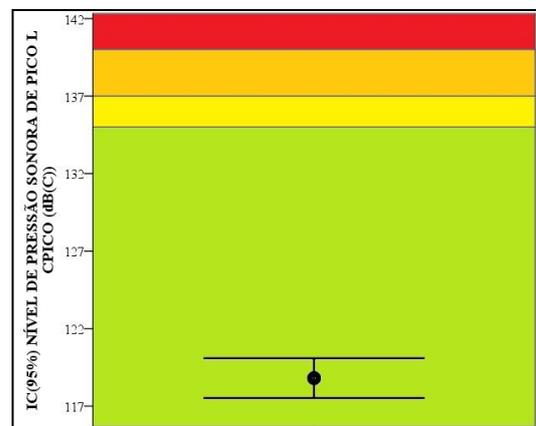


Figura 42 - Diagrama do intervalo de confiança do nível de pressão sonora de pico

Pela observação da Figura 42 vemos que 95% dos valores do nível de pressão sonora de pico se encontram abaixo do valor de Ação Inferior de 135 dB(C). Pela aplicação do teste *t-Student*, (($t=-25,236$; g.l.=60; $p<0,001^{***}$); ($t=-28,352$; g.l.=60; $p<0,001^{***}$); ($t=-33,026$; g.l.=60; $p<0,001^{***}$) conclui-se que o nível de pressão sonora de pico é significativamente inferior aos valores de exposição legais (Quadro 35).

Quadro 35 - Testes de hipóteses para a comparação da exposição pessoal diária dos trabalhadores à pressão sonora durante o trabalho nas 3 empresas com os valores legais

VARIÁVEL	Valor Teste	ESTATISTICAS				
		N	Média±D.Padrão	t	g.l.	p
L_{Ex8h}	80	61	83,4 ± 9,2	2,882	60	0,005**
	85	61	83,4 ± 9,2	-1,364	60	0,178ns
	87	61	83,4 ± 9,2	-3,063	60	0,003**
L_{Cpico}	135	61	118,8 ± 5,0	-25,236	60	<0,001***
	137	61	118,8 ± 5,0	-28,352	60	<0,001***
	140	61	118,8 ± 5,0	-33,026	60	<0,001***

5.7.3 – Comparação da exposição pessoal diária dos trabalhadores com os Limites legais, em função da empresa.

Quando comparamos o intervalo de confiança da exposição pessoal diária (Figura 43), vemos que a empresa C tem trabalhadores com maior variação na sua exposição, centrando-se ao nível do Valor Limite de exposição tendo metade da sua variação na zona superior ao Valor Limite de exposição e a outra metade quase toda entre o valor de Ação Inferior e o Valor Limite de exposição; enquanto que a variação da empresa A e B é quase igual, apesar de a empresa C centrar os seus valores ao nível do valor de Ação Superior; e superior ao da empresa A.

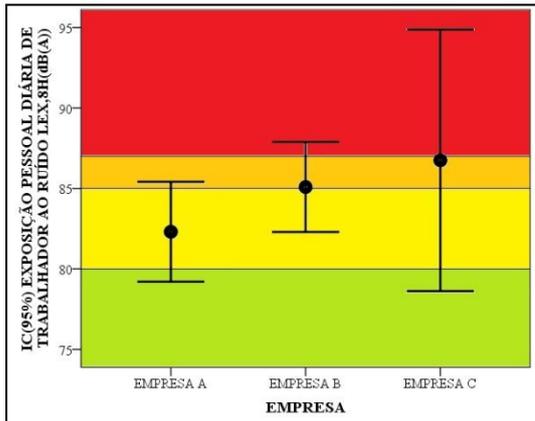


Figura 43 - Diagrama do intervalo de confiança da exposição pessoal diária de um trabalhador em função da empresa

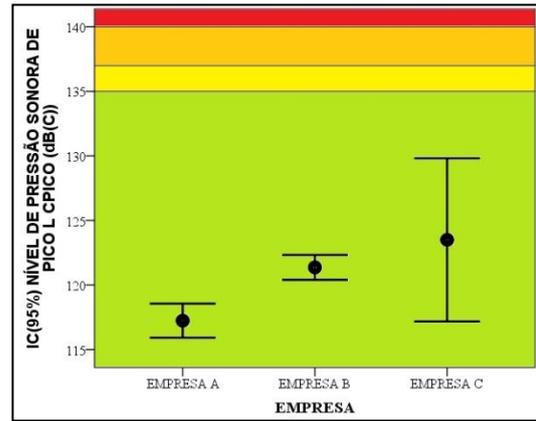


Figura 44 - Diagrama do intervalo de confiança do nível de pressão sonora de pico em função da empresa

No que diz ao nível de pressão sonora de pico, todas as 3 empresas têm os seus intervalos de confiança localizados dentro da zona inferior a valor de Ação Inferior, apresentando a empresa C elevado nível de variação da exposição aos trabalhadores.

Assim no que diz respeito ao nível de pressão sonora de pico e aplicando o teste *t-Student*, como os $p(s) < 0,05$ concluímos que aqueles são significativamente inferiores a todos os valores de exposição qualquer que seja a empresa. No que diz respeito a exposição diária dos trabalhadores, podemos concluir que:

- Os valores da empresa A são significativamente inferiores ao Valor Limite de Exposição ($t=-3,041$; g.l.=41; $p=0,004^{***}$) e situam-se numa zona de indecisão relativamente ao Valor de Ação Superior ($t=-1,705$; g.l.=41; $p=0,088ns$) e ao Valor de Ação Inferior ($t=1,502$; g.l.=41; $p=0,141ns$);
- Os valores da empresa B são significativamente superiores ao Valor de Ação Inferior ($t=4,061$; g.l.=10; $p=0,002^{***}$) e situam-se numa zona de indecisão relativamente ao Valor de Ação Superior ($t=0,703$; g.l.=10; $p=0,944ns$) e ao Valor Limite de Exposição ($t=-1,503$; g.l.=10; $p=0,159ns$);
- Os valores da empresa C situam-se numa zona de indecisão relativamente aos diferentes valores; em particular, relativamente ao Valor Limite de Exposição ($t=-0,703$; g.l.=7; $p=0,944ns$).

Quadro 36 - Testes de hipóteses para a comparação da exposição pessoal diária dos trabalhadores com os valores legais, em função da empresa

EMPRESA	VARIÁVEL	Valor Teste	ESTATISTICAS				
			N	Média±D.Padrão	t	g.l.	p
A	L _{Ex8h}	80	42	82,3 ± 10,0	1,502	41	0,141ns
		85	42	82,3 ± 10,0	-1,705	41	0,088ns
		87	42	82,3 ± 10,0	-3,041	41	0,004**
	L _{Cpico}	135	42	117,2 ± 4,2	-27,176	41	<0,001***
		137	42	117,2 ± 4,2	-30,236	41	<0,001***
		140	42	117,2 ± 4,2	-34,826	41	<0,001***
B	L _{Ex8h}	80	11	85,1 ± 4,2	4,061	10	0,002**
		85	11	85,1 ± 4,2	0,073	10	0,944ns
		87	11	85,1 ± 4,2	-1,523	10	0,159ns
	L _{Cpico}	135	11	121,4 ± 1,4	-31,553	10	<0,001***
		137	11	121,4 ± 1,4	-36,180	10	<0,001***
		140	11	121,4 ± 1,4	-43,122	10	<0,001***
C	L _{Ex8h}	80	8	86,8 ± 9,7	1,964	7	0,090ns
		85	8	86,8 ± 9,7	0,509	7	0,626ns
		87	8	86,8 ± 9,7	-0,073	7	0,944ns
	L _{pico}	135	8	123,5 ± 7,6	-4,303	7	0,004**
		137	8	123,5 ± 7,6	-5,051	7	0,001**
		140	8	123,5 ± 7,6	-6,174	7	<0,001***

5.8 – Estimação do risco de perda de audição

5.8.1 – Estimação do risco de perda de audição nas 3 empresas

Quadro 37 - Estatísticas descritivas do risco de perda de audição nas 3 empresas

RISCO	ESTATISTICAS	
	f.a.	f.a.
0 – 24%	6	12,2%
25 – 49%	32	63,3%
50 – 74%	12	24,5%
75 – 100%	0	0,0%
TOTAL	49	100,0%
Máximo – Mínimo = 17 – 67; Mediana = 38,0;		
Média±D.Padrão = 38,7 ± 13,3		

O risco de perda de audição estimado varia entre um mínimo de 17 valores até um máximo de 67 valores (Figura 45/ Quadro 37), apresentada uma média de 38,7 valores com um desvio padrão de 13,3 valores. Agrupando o risco, vemos que 12,2% tem um risco de perda reduzido (17-24), 63,3% um risco de perda moderado (25-49) e 24,5% um risco de perda elevado (50-67).

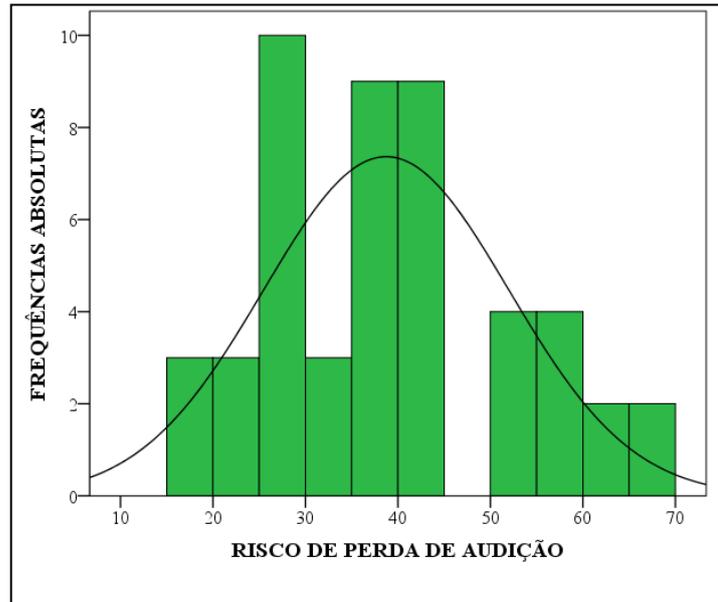


Figura 45 - Histograma do risco de perda de audição

5.8.2 – Estudo dos fatores associados ao risco de perda de audição

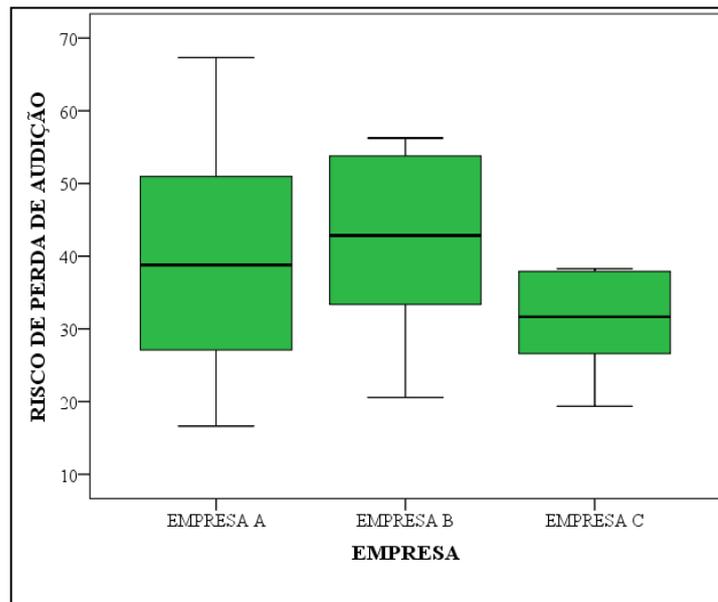


Figura 46 - Boxplot do risco de perda de audição em função da empresa

Pela visualização da Figura 46, vemos que os trabalhadores da empresa C apresentam menor risco de perda de audição que as outras duas empresas, tendo os trabalhadores da empresa B maior risco. Aplicando o teste da ANOVA ($\chi^2=1,676$; g.l.1=2; g.l.2=46; $p=0,198ns$) concluímos que o risco de perda de audição não é significativamente diferente nas 3 empresas.

Quadro 38 Comparação do risco de perda de audição em função da empresa

EMPRESA	ESTATISTICAS		
	Shapiro-Wilks	Média±D.Padrão	Levene
A	KS=0,113; g.l.=31; p=0,200ns	39,6±14,5	L=2,108
B	SW=0,940; g.l.=10; p=0,553ns	41,9±11,4	gl=2/46
C	SW=0,855; g.l.=8; p=0,107ns	31,3±7,2	p=0,145ns
TOTAL	-----	38,7±13,3	-----

Teste de ANOVA: $\chi^2=1,676$; g.l.1=2; ; g.l.2=46; p=0,198ns

Ao estudarmos os fatores associados ao risco de perda de audição pela utilização do teste de independência de Qui-Quadrado, concluímos que este não é significativamente diferente de empresa para empresa, no género, antecedentes familiares e formação.

Quadro 39 - Estudo da independência entre o risco de perda auditiva e a empresa, género, idade, antecedentes familiares e pessoais e formação sobre higiene e segurança no trabalho e pressão sonora e proteção auditiva

VARIÁVEL	CATEGORIA	RISCO DE PERDA DE AUDIÇÃO			Teste de Qui-Quadrado
		<50%	=OU>50%	Total	
Empresa	A	22 (71,0%)	9(29,0%)	31(100,0%)	$\chi^2=3,105$; g.l.=2; p=0,267ns
	B	7(70,0%)	3(30,0%)	10(100,0%)	
	C	8(100,0%)	0(0,0%)	8(100,0%)	
Sexo	Masculino	26(74,3%)	9(25,7%)	35(100,0%)	$\chi^2=0,099$; g.l.=1; p=0,753ns
	Feminino	11(78,6%)	3(21,4%)	14(100,0%)	
Idade	20-29	11(100%)	0(0,0%)	11(100,0%)	$\chi^2=49,000$; g.l.=3; p<0,001***
	30-39	15(100%)	0(0,0%)	15(100,0%)	
	40-49	11(100%)	0(0,0%)	11(100,0%)	
	50-62	0(0,0%)	12(100,0%)	12(100,0%)	
Antecedentes Familiar	Não	34(77,3%)	10(22,7%)	44(100,0%)	$\chi^2=0,724$; g.l.=1; p=0,356ns
	Sim	3(60,0%)	2(40,0%)	5(100,0%)	
Antecedentes Pessoais	Não	33(84,6%)	6(15,4%)	39(100,0%)	$\chi^2=8,567$; g.l.=1; p=0,003**
	Sim	4(40,0%)	6(60,0%)	10(100,0%)	
Formação H.S.T.	Não	14(93,3%)	1(6,7%)	15(100,0%)	$\chi^2=3,714$; g.l.=1; p=0,052#
	Sim	23(67,6%)	11(32,4%)	34(100,0%)	
Formação R.P.A.	Não	14(82,4%)	3(17,6%)	17(100,0%)	$\chi^2=0,659$; g.l.=1; p=0,328ns
	Sim	23(71,9%)	9(28,1%)	32(100,0%)	
-----	TOTAL	37(75,5%)	12(24,5%)	49(100,0%)	-----

Ao inverso, concluímos que este é significativamente diferente da idade ($\chi^2=49,000$; g.l.=3; p<0,001***) e dos antecedentes pessoais ($\chi^2=8,567$; g.l.=1; p=0,003**); tendo os trabalhadores com 50-62 anos e os trabalhadores com antecedentes pessoais maior probabilidade de ter um risco de perda auditiva que os outros trabalhadores.

5.8.3 – Estudo dos fatores associados ao uso de proteção auditiva.

Ao estudarmos os fatores associados ao uso de proteção auditiva pela utilização do teste de independência de Qui-Quadrado, concluímos que este não é significativamente diferente quanto à idade, ao risco de perda auditiva e aos antecedentes familiares.

Quadro 40 - Estudo da independência entre o uso de proteção auditiva e a empresa, género, idade, antecedentes familiares e pessoais e formação sobre higiene e segurança no trabalho e pressão sonora e proteção auditiva e risco de perda auditiva

VARIÁVEL	CATEGORIA	USO DE PROTECÇÃO AUDITIVA			Teste de Qui-Quadrado
		<50%	=OU>50%	Total	
Empresa	A	14(42,4%)	19(57,6%)	33(100,0%)	$\chi^2=15,944;$ $g.l.=2;$ $p<0,001***$
	B	18(10,0%)	9(90,0%)	10(100,0%)	
	C	9(100,0%)	0(0,0%)	9(100,0%)	
Sexo	Masculino	13(34,2%)	25(65,8%)	38(100,0%)	$\chi^2=8,101;$ $g.l.=1; p=0,005**$
	Feminino	11(78,6%)	3(21,4%)	14(100,0%)	
Idade	20-29	6(54,5%)	5(45,5%)	11(100,0%)	$\chi^2=3,691;$ $g.l.=3;$ $p=0,312ns$
	30-39	9(60,0%)	6(40,0%)	15(100,0%)	
	40-49	6(42,9%)	8(57,1%)	11(100,0%)	
	50-62	3(25,0%)	9(75,0%)	12(100,0%)	
Formação H.S.T.	Não	13(81,3%)	3(18,8%)	16(100,0%)	$\chi^2=11,455;$ $g.l.=1; p=0,001**$
	Sim	11(30,6%)	25(69,4%)	36(100,0%)	
Formação R.P.A.	Não	14(77,8%)	4(22,2%)	18(100,0%)	$\chi^2=11,078;$ $g.l.=1; p=0,001**$
	Sim	10(29,4%)	24(70,6%)	34(100,0%)	
Risco Perda Auditiva	<50%	19(51,4%)	18(48,6%)	37(100,0%)	$\chi^2=2,543;$ $g.l.=1; p=0,111ns$
	= > 50%	3(25,0%)	9(75,0%)	12(100,0%)	
Antecedentes Familiares	Não	23(48,9%)	24(51,1%)	47(100,0%)	$\chi^2=1,523;$ $g.l.=1; p=0,227ns$
	Sim	1(20,0%)	4(80,0%)	5(100,0%)	
Antecedentes Pessoais	Não	23(54,8%)	19(45,2%)	42(100,0%)	$\chi^2=6,512;$ $g.l.=1; p=0,011*$
	Sim	1(10,0%)	9(90,0%)	10(100,0%)	
-----	TOTAL	24(46,2%)	28(53,8%)	52(100,0%)	-----

Ao inverso, concluímos que o uso de proteção auditiva é significativamente diferente de empresa para empresa ($\chi^2=15,944$; $g.l.=2$; $p<0,001***$), no género ($\chi^2=8,101$; $g.l.=1$; $p=0,005**$), na formação sobre higiene e segurança do trabalho ($\chi^2=11,455$; $g.l.=1$; $p=0,001**$), na formação sobre ruído e proteção auditiva trabalho ($\chi^2=11,078$; $g.l.=1$; $p=0,001**$) e da existência de antecedentes pessoais ($\chi^2=6,512$; $g.l.=1$; $p=0,011*$); tendo os trabalhadores da empresa A e B, trabalhadores do sexo masculino, trabalhadores com formação e trabalhadores com antecedentes pessoais maior probabilidade de uso de proteção auditiva.

6. Discussão

O ruído pode provocar efeitos nocivos no ser humano, principalmente após longas exposições ao mesmo.

Atualmente, sabe-se que o ruído é um problema de saúde ocupacional que se consubstancia, sobretudo, nos ambientes industriais. No entanto, ao nível da Indústria Transformadora da Madeira, não existem muitos estudos sobre a exposição ao ruído dos trabalhadores. Neste estudo considerou-se uma percentagem reduzida de indivíduos, pelo que se salienta o seu carácter exploratório, que não permite uma caracterização geral deste sector de atividade.

No que diz respeito à representatividade da amostra, relativamente ao género, a proporção de 73,1% de trabalhadores do sexo masculino está em consonância com a de 71,9% de Arezes (2002) embora diferente da de 98,9% de Mendes (2011), o que está de acordo com o facto de a indústria da madeira e mobiliário empregar, habitualmente, mão de obra masculina. Quanto à idade dos trabalhadores, metade tem mais de 40 anos, 28,9% entre 30 e 39 anos e 21,2% menos de 30 anos; apresentando uma distribuição semelhante à relativa aos dados divulgados pela AEP (2007) com uma classe modal de mais de 40 anos com uma frequência de 56,3%, mas uma menor taxa de trabalhadores com menos de 30 anos (3,1%). Este facto poderá ser explicado pelo facto de as empresas estudadas estarem implantadas no distrito com maior incidência de população jovem em Portugal. A maioria dos trabalhadores (53,8%) possui o segundo e o terceiro ciclo do ensino básico (4º-9ºanos), indo de encontro aos resultados encontrados pela AEP (2007).

Quanto à exposição não profissional ao ruído, verificou-se que 88,5% estão expostos a ferramentas ruidosas fora da profissão, podendo esta exposição constituir um fator adicional na diminuição da audição destes trabalhadores. Trata-se de um valor superior à percentagem de 36,5%, obtida por Mendes (2011) numa indústria de celulose, e que poderá estar associado ao facto de os trabalhadores terem necessidade de realizar trabalhos adicionais em casa. Este facto pode considerar-se preocupante, já que esta exposição é diária para 91,3% destes trabalhadores, verificando-se há mais de 10 anos para 56,5% deles, o que vai de encontro aos valores encontrados por Arezes (2002).

No que diz respeito aos antecedentes de problemas relacionados com o aparelho audiológico ou de audição, o valor encontrado, relativamente aos antecedentes

familiares (9,6%), é inferior ao de 19% verificado por Mendes (2011); mas a percentagem de 19,2% no que diz respeito dos antecedentes pessoais é praticamente igual à de 19,0% identificada por Mendes (2011), quanto aos problemas de audição.

Os resultados sobre a realização de formação sobre higiene e segurança no trabalho (69,2%) e sobre ruído e proteção auditiva no trabalho (65,4%) são superiores aos obtidos por Arezes (2002) com 39,9 e 36,2% respetivamente.

Quanto ao uso de proteção auditiva, este é apenas assumido por 53,8% dos trabalhadores, sendo inferior a taxa de utilização de 65% apresentada por Arezes (2002), mas superior à taxa de 36% encontrada em Costa (2009).

O nível sonoro contínuo equivalente médio associado aos locais de trabalho foi de 86,2 dB(A), sendo muito semelhante ao de 86,6 obtido por Mayan et al (2011) para os equipamentos da secção de máquinas, pré -montagem / montagem e acabamentos, embora acima do valor de ação superior de 85 dB(A). Em relação aos níveis de pressão sonora de pico, estes não ultrapassam, para qualquer dos equipamentos, o valor de ação inferior. Tendo em conta o nível de pressão sonora por tipologia de equipamento, estes são superiores ao valor-limite para quase todos os equipamentos, predominantemente na tupia, multiserra e esquadrejadora; indo, de certa forma, de encontro aos resultados encontrados por Mayan et al (2011), que destacou a multiserra, alinhadora e esquadrejadora como equipamentos mais ruidosos. No que diz respeito à exposição pessoal diários dos trabalhadores, este era em média de 83,4% dB(A) e está substancialmente inferior aos 90,5 dB(A) encontrado por Vinzents & Laursen (1993) na indústria da madeira dinamarquesa.

7. Conclusões e perspectivas futuras

A Indústria Transformadora da Madeira alberga trabalhadores essencialmente do sexo masculino em que a média de idade ronda os 40 anos.

Verifica-se que existe uma percentagem considerável de trabalhadores que obteve formação sobre segurança e higiene do trabalho, bem como formação sobre ruído e proteção auditiva, o que demonstra que os trabalhadores estão conscientes dos perigos que o ruído acarreta, levando a que estes optem por usar protetores auditivos. No entanto, entende-se que esta formação não é ainda suficiente, visto que 70,5% dos trabalhadores estão expostos a valores acima do Nível de Ação Inferior, 60,7% acima do Nível de Ação Superior e 41% acima do Valor Limite de Exposição. Esta formação poderá ser alargada às chefias, para que estas possam criar uma maior sensibilização os problemas decorrentes da exposição excessiva ao ruído. Apesar da formação constituir uma ferramenta importante no que diz respeito à promoção dos aspetos da segurança nos locais de trabalho, esta não constitui a solução para todos os problemas, principalmente quando não é equacionada em conjunto com outros aspetos específicos, tais como, a idade dos trabalhadores, a sua antiguidade na empresa, o tipo de funções, o tipo de empresa ou a sua perceção do risco.

A maioria dos locais tem um nível de pressão sonora mediano superior ao Valor Limite de Exposição, destacando-se aqueles que intervêm a tupia, a multisserra e a molduradora.

Quanto ao risco de perda de audição, verificamos que 75,5% dos trabalhadores têm uma perda de audição inferior a 50%.

Para evitar grandes implicações para a saúde do trabalhador, devem ser tomadas medidas e estabelecidos programas estruturados para a redução do ruído.

Todas as intervenções devem ser inseridas na política geral da empresa, com efeitos visíveis de médio/longo prazo. Apesar de potencialmente muito variadas, desde a adoção de medidas técnicas à proteção individual, à formação de quadros e ao acompanhamento clínico, deverão ser sempre encaradas como um conjunto de ações concertadas e com objetivos convergentes.

A eliminação ou a redução do ruído excessivo não é apenas uma responsabilidade jurídica para as entidades patronais. Estão igualmente em causa os interesses comerciais e sociais da empresa, bem como o bem-estar pessoal e qualidade de vida dos trabalhadores. Quanto mais seguro e saudável for o ambiente de trabalho, menor é a probabilidade de absentismo, acidentes ou baixo rendimento dos trabalhadores.

É necessário apostar em diferentes medidas preventivas e não nos restringirmos à utilização generalizada da proteção individual auditiva, solução que é frequentemente adotada pela sua relativa facilidade de implementação e baixo custo. Apesar de grande parte da resolução dos problemas poder estar associada a uma prevenção adequada, existe ainda muito a fazer neste domínio, designadamente no desenvolvimento de instrumentos de prevenção.

Em relação às principais limitações, verificou-se que, na generalidade, os trabalhadores laboram com vários equipamentos e em diferentes locais ao longo das oito horas de trabalho, não tendo um posto de trabalho fixo. Por outro lado, a determinação da exposição pessoal diária ao ruído é um dos fatores que envolve maior incerteza, condicionando, de forma significativa, este tipo de estudos.

Termina-se o presente trabalho com a apresentação de um conjunto de sugestões para futuros desenvolvimentos, no âmbito da área de investigação desta dissertação. Assim, salientam-se aqueles que se consideram de especial atualidade e importância:

- Avaliar a perda auditiva através de exames audiométricos e estudar a respetiva relação com a exposição sonora.
- Reajustar os instrumentos de recolha de dados utilizados neste estudo, em particular os questionários.
- A exposição dos trabalhadores ao ruído, sobretudo nos casos em que se verifique uma grande flutuação do mesmo, através de dosímetros.

Seria, por fim, igualmente desejável que o estudo da problemática da exposição ocupacional ao ruído fosse alargado a diferentes tipos de ambientes ocupacionais.

8. Bibliografia

- Agência europeia para a segurança e a saúde no trabalho. Facts. Ruído. Recuperado em, 2011, Novembro 2. <http://osha.europa.eu/pt/publications/factsheets>
- Arezes P, Miguel AS. A exposição ocupacional ao ruído em Portugal. Revista Portuguesa de Saúde Pública. 2002;20(1):61-9.
- Arezes PMFM. Percepção do risco de exposição ocupacional ao ruído. Guimarães: Universidade do Minho; 2002.
- Berglund B, Lindvall T. Community noise. Stockholm: Center for Sensory Research Stockholm; 1995.
- Caracterização do Sector, Indústria da Madeira e do Mobiliário - Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho. AEP - Associação Empresarial de Portugal; 2007.
- Coelho JLB, Fradique J, Moreira HFO. Norma Portuguesa NP-1730, Guia para Utilização: IPQ- Comissão de Laboratórios de Acústica; 1997.
- Costa HSS. Exposição ao ruído ocupacional e sua repercussão na saúde dos trabalhadores da empresa CMP-Maceira. Coimbra: Universidade de Coimbra; 2009.
- Couto DSFR. Análise de Parâmetros Ambientais na Indústria Corticeira-Estudo da sua relação com o Tempo de Reacção. Porto: Universidade do Porto; 2011.
- Dangelo J, fattini C. Anatomia Humana Básica. 2ª ed. São Paulo: Athene; 2010.
- Dias M, Afonso J. The Harmful Effect of the Noise Exposure in the Human Being. TecnoHospital. 2000;7. Epub dezembro.
- Dominguez FB et al. Higiene Industrial. 2ª ed. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo; 2002.
- Drake R, Vogl W, Mitchell A. Grays - Anatomia para estudantes. 2ª ed. São Paulo: Editora Elsevier; 2006.
- Estudo estratégico das indústrias de madeira e mobiliário. Porto: AIMMP - Associação das Indústrias da Madeira de Portugal; 2008
- Estudos Sectoriais para o Ribatejo – Sector da Madeira e Mobiliário. MERIAM - Associação Empresarial; 2011. p. 63.
- Feuerstein JF. Occupational Hearing Conservation in Katz, J., Handbook of Clinical Audiology. 5ª ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 2002.
- Figueiredo et al. Sector da Indústria da Madeira e do Mobiliário - Guia Técnico. Lisboa: INETI - Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial; 2000.

- Fonseca N. Introdução à Engenharia de Som. Lisboa: FCA– Editora de Informática, Lda; 2007. 312 p.
- Fortin MF, P BD, G. W. Noções de ética em investigação. Loures: Lusociência; 2000.
- Fortin MF. O processo de investigação: da concepção à realização. Loures: Lusociência; 1999.
- Freitas LC. Gestão da segurança e saúde no trabalho. 4ª ed. Lisboa: Edições Universitárias Lusófonas; 2006.
- Gaspar CD. O Ruído nos Locais e Postos de Trabalho. Lisboa: Universidade Aberta; 2002.
- Gelfand S. Essentials of Audiology. 2ª ed. New York: Thieme; 2001.
- Gil AC. Métodos e técnicas de pesquisa social. 4ª ed. São Paulo: Atlas; 1995.
- Henrique LL. Acústica musical. 2ª ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian; 2007. 1130 p.
- ISO 1999 (1982) Acoustics - Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment. International Standards Organization, Geneva.
- Kjaer B. Environmental Noise. Denmark: Brüel&Kjaer Sound & Vibration Measurements A/S; 2000.
- Kroemer KHE, Grandjean E. Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2005.
- Lakatos EM, Marconi MdA. Metodologia científica. 2ª ed. São Paulo: Atlas; 1992.
- Mapfre. Manual de Higiene Industrial. Fundacion Mapfre; 1991.
- Mayan et al. Condições de Trabalho na Indústria de Mobiliário de Madeira. Lisboa: ACT - Autoridade para as Condições do Trabalho; 2011. p. 65.
- Mencher GT, Gerber SE, McCombe AW. Audiology and Auditory disorders. Boston: Allyn and Bacon; 1997.
- Mendes AFT. Ruído ocupacional em ambiente industrial. Porto: Universidade do Porto; 2011.
- Merllier DP. Ten years of working conditions in the European Union, European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions. Dublin: European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions; 2000.
- Miguel ASSR. Manual de Higiene e Segurança do Trabalho. 11ª ed. Porto: Porto Editora; 2010. 263 p

- Miguel ASSR. Proteção Auditiva Individual em Ambientes Industriais. Guimarães. Guimarães: Universidade do Minho; 1992.
- Miguel et al. Estudo das Condições de Trabalho Nas Indústrias da Fileira de Madeira da Região Norte. AIMMP – Associação das Indústrias da Madeira de Portugal; 2004.
- Monteiro A. Atlas Visual do Corpo Humano. São Paulo: Riddel; 2007.
- Moore KL, Dalley AF. Anatomia orientada para a clinica. Traduzido por Alexandre Lins Werneck; Wilma Lins Werneck. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2001.
- NIOSH - National Institute for Occupational Safety and Health (1998) Criteria for a recommended standard Occupational Noise Exposure, Revised criteria 1998 , U.S. Dep. Of Health and Human Services, Centers for Disease control and Prevention, Cincinnati, Ohio, USA.
- Novos riscos emergentes para segurança e saúde no trabalho. Belgica: Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho; 2009.
- NP 1733 (1981) Estimativa da Exposição ao ruído durante o exercício de uma actividade profissional com vista à protecção da audição , IPQ, Lisboa.
- NP EN 1730-1 (1996) Acústica. Descrição e medição do ruído ambiente. Parte 1: Grandezas fundamentais e procedimentos . CEN/IPQ, Lisboa.
- Pereira ASAB. Avaliação da Exposição dos Trabalhadores ao Ruído. Guimarães: Universidade do Minho.; 2009.
- Pereira LM. Estado de Saúde dos Funcionários Expostos a Ruído no Centro de Hospitalar de Caldas da Rainha. Coimbra: Instituto Politécnico de Coimbra; 2002.
- Quais são as pessoas em risco no ruído: Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho; 2011 [cited 2011 9 de dezembro]. Available from: http://osha.eu.int/topics/noise/who_at_risk.html.
- Royster LH, Royster JD, Suter AH. Ruído. In: Trabalho O-OId, editor. Enciclopédia da OIT: 1998; 1998. p. 47-12.
- Ruído no trabalho: Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho; 2011 [cited 2011 9 de dezembro]. Available from: <http://osha.eu.int/topics/noise>.
- Santana P. Indústrias transformadoras de Madeira. Inspeção-Geral do Ambiente e do Ordenamento do Território; 2008.
- Seeley R, D ST, Philip T. Anatomia & fisiologia. 6ª ed. Loures: Lusociência; 2005.
- Silva PM. Os Efeitos do Ruído no Homem. Lisboa. Comissão Nacional do Ambiente: Comissão Nacional do Ambiente; 1980.

- Torres V, Gama C. Engenharia Ambiental e Subterrânea. Rio de Janeiro: Villas-Boas; 2005. 550 p.
- Vinzents P, Laursen B. A national cross-sectional study of the working environment in the Danish wood and furniture industry--air pollution and noise. *Ann Occup Hyg.* 1993 Feb;37(1):25-34. PubMed PMID: 8460875. eng.
- Waldron HA, C E. Occupational Health Practice. London: Arnold; 2001.
- Yantis P. Avaliação dos limiares auditivos por via aérea. Em: Katz J. Tratado de Audiologia Clínica. 4ª ed. São Paulo: Manole; 1999.

Legislação

- Decreto-Lei n.º 251/87, de 24 de junho
- Decreto-Lei n.º 292/ 2000, de 14 de novembro
- Decreto-Lei n.º 292/89, de 2 de setembro
- Decreto-Lei n.º 347/93, de 1 de outubro
- Decreto-Lei n.º 352/2007, de 23 de outubro
- Decreto-Lei n.º 72/92, de 28 de abril
- Decreto-Lei n.º 182/2006 de 6 de setembro
- Decreto-Regulamentar n.º 9/92, de 28 de abril
- Diretiva 2003/10/CE, de 6 de fevereiro, do Parlamento Europeu e do Conselho
- Diretiva n.º 86/188/CEE, de 12 de maio, do Parlamento Europeu e do Conselho
- Portaria n.º 702/80, de 22 de setembro
- Portaria n.º 987/93, de 6 de outubro
- Portaria n.º 53/ 71, de 3 de fevereiro

Anexos

Anexo I

Questionário apresentado aos trabalhadores

Fonte: Universidade do Minho (2006), "Exposição ocupacional a ruído e vibrações na construção civil", relatório técnico do projecto nº 021APJ/04, Guimarães

PROCESSO N.º ____/____
DATA ____/____/____

QUESTIONÁRIO

IDENTIFICAÇÃO

Empresa: _____ Posto de Trabalho: _____

Nome: _____ (facultativo) Idade: _____ Estado Civil: _____

Escolaridade: Até 4º ano 4º ano - 9º ano 9º ano - 12º ano Superior ao 12º ano

EXPOSIÇÃO AO RÚIDO

Exposição não profissional:		Tempo de Exposição:				Frequência de Exposição:		
		A	B	C	D	D	S	M
Ruído	Caça, tiro, serviço militar							
	Automobilismo, motociclismo ou outros desportos motorizados							
	Ferramentas ruidosas (berbequins, fresas, martelos, etc.)							
	Concertos, discotecas, audição de música com auscultadores)							
	Outros? _____							

A - < 1 ano
B - 1 a 5 anos
C - 6 a 10 anos
D - > 10 anos
D - diária
S - semanal
M - mensal

Exposição profissional:

Actual: LEX,8h= _____ dB(A) Duração (anos): _____
 LEX,8h= _____ dB(A) Duração (anos): _____

Ocupação 1: _____ Tipo: Pouco intensa Intensa Muito intensa Duração (anos): _____

Ocupação 2: _____ Tipo: Pouco intensa Intensa Muito intensa Duração (anos): _____

ANTECEDENTES

Familiares: <input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	Pessoais: <input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	Ruído	o Doenças infecciosas (rubéola, meningite, sarampo, etc.)
			o Doenças do foro otológico (otites, intervenções cirúrgicas, etc.)
			o Traumatismos cranianos
			o Drogas ototóxicas (quinino, salicilatos, etc.)

FORMAÇÃO

	Sim	Não	Horas
Formação sobre higiene e segurança do trabalho?			
Formação sobre ruído e protecção auditiva?			

Obs: _____

PROTECÇÃO INDIVIDUAL

	Sim	Não	Tipo de Protecção / (% tempo)
Costuma usar protecção auditiva?			

Obs: _____

Anexo II

Parecer da Comissão de Ética



FMUC FACULDADE DE MEDICINA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

COMISSÃO DE ÉTICA DA FMUC

Of. Refª **049-CE-2010**

Data **09/09/2010**

Exmo Senhor
Prof. Doutor Manuel Santos Rosa
Presidente do Conselho Científico da
Faculdade de Medicina

Assunto: Projecto de Investigação no âmbito do Mestrado em Saúde Ocupacional.

Candidato(a): Licenciado Cédric Rodrigues Samorinha

Título do Projecto: "Estudo de ruído ocupacional na Região Norte".

A Comissão de Ética da Faculdade de Medicina emitiu o seguinte parecer sobre o projecto acima referido:

_____ *Parecer favorável* _____

Queira aceitar os meus melhores cumprimentos *pm*

O Presidente,

João Manuel Pedroso de Lima
Prof. Doutor João Manuel Pedroso de Lima

Anexo III

Registos fotográficos

