



Pedro Miguel Lavado Marques **Redução de Ruído em Ambiente Industrial – Caso de estudo aplicado a uma metalomecânica**

Trabalho de Projeto submetido como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Segurança e Higiene no Trabalho**

Júri

Presidente (Prof. Especialista Manuel de Sá Sousa Ganço, ESTSetúbal/IPS)

Orientador (Prof. Doutor Nuno António Neves Nunes, ESTSetúbal/IPS)

Vogal (Prof^a Doutora Carla Alexandra Gamelas Albuquerque Pinto Reis, ESTSetúbal/IPS)

Outubro de 2018

Agradecimentos

Em primeiro lugar quero agradecer ao Professor Doutor Nuno Nunes pela disponibilidade, orientação e pelo fornecimento do equipamento que me permitiu efetuar as medições de modo a realizar o trabalho.

Gostaria de agradecer à empresa MMNunes Manutenção e Metalomecânica, Lda. pela oportunidade de mais uma vez realizar o trabalho no seio das suas instalações e aos seus trabalhadores pela disponibilidade. Um especial agradecimento ao trabalhador Filipe Benzinha por toda a ajuda e explicações ao longo das medições. Gostaria também de agradecer à minha colega e trabalhadora da empresa, Joana Nunes, que mais uma vez possibilitou o contato e realização do trabalho na empresa.

Especial agradecimento à minha colega Solange Contente por toda a ajuda e paciência ao longo da realização deste trabalho.

Resumo

“Como reduzir o ruído no posto de trabalho intervindo na sua fonte e meio de propagação?” É esta a pergunta de partida para a qual se pretende dar resposta ao realizar este trabalho. Para tal, definiu-se como objetivo geral analisar o ruído no posto de trabalho intervindo na fonte e meio de propagação. De modo a atingir este objetivo, são realizadas medições na fonte do ruído, um torno COLCHESTER, e em seguida implementam-se medidas de modo a se conseguir reduzir o ruído associado a esta fonte.

No que diz respeito à estrutura, este trabalho inicia-se com um enquadramento teórico à temática, que inclui um breve resumo do trabalho realizado no ano anterior e em seguida uma breve apresentação da empresa. Posteriormente, é apresentada a metodologia, seguindo-se a análise de dados, a discussão de dados e propostas de melhoria. Por fim, expõem-se as conclusões, as referências bibliográficas, os apêndices e os anexos.

Com uma primeira análise aos valores de $L_{Aeq,Tk}$ obtidos, para os diferentes materiais, foi possível concluir que as medidas de redução de ruído implementadas funcionam de igual modo para estes materiais, pois as respetivas reduções de ruído foram proporcionais nos diferentes cenários.

Ao analisar o cenário “motor novo”, pode-se verificar que existiu uma descida no valor de $L_{EX,8h}$ de 9 dB quando comparando ao cenário “normal” e que o valor desta descida é consistente com o valor da descida observada nas medições do motor novo comparado ao motor antigo.

Depois de se analisar os valores de $L_{EX,8h}$ e $\bar{L}_{EX,8h}$ foi possível concluir que o cenário “motor novo” é o único dos cenários analisados em que os valores obtidos estão abaixo dos valores de ação inferior do Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro.

Em suma, o trabalho realizado permitiu dar resposta à pergunta de partida e foi de encontro aos objetivos propostos.

Palavras-Chave: Ruído, Empresa de Metalomecânica, Fonte de ruído, Propagação de ruído, Medidas de redução.

Abstract

"How to reduce noise in the workplace by intervening in its source and means of propagation?" This is the starting question for which we intend to respond in carrying out this work. For this, it was defined as a general objective to analyze the noise in the workstation intervening in the source and means of propagation. In order to achieve this objective, measurements are made at the noise source, a COLCHESTER lathe, and then measures are implemented in order to reduce the noise associated with this source.

Structurally, this work begins with a theoretical framework, which includes a brief summary of the work carried out in the previous year and then a brief presentation of the company. Subsequently, the methodology is presented, followed by data analysis, data discussion and improvement proposals. Finally, the conclusions, the bibliographical references, the appendixes and the attachments are presented.

With a first analysis of the obtained values of L_{Aeq} , T_k , for the different materials, it was possible to conclude that the implemented noise reduction measures work equally for these materials, since the respective noise reductions were proportional in the different scenarios.

When analyzing the "new engine" scenario, it can be verified that there was a decrease in the $L_{EX,8h}$ value of 9 dB when comparing to the "normal" scenario and that the value of this decrease is consistent with the value of the observed decrease in the measurements of the engine compared to the old engine.

After analyzing the values of $L_{EX,8h}$ and $\bar{L}_{EX,8h}$ it was possible to conclude that the "new motor" scenario is the only one of the analyzed scenarios in which the values obtained are below the lower action values of Decree-Law no. 182 / 2006, of september 6.

In short, the work accomplished allowed to answer the question of departure and agreed with the proposed objectives.

Keywords: Noise, Metalworking company, Noise source, Noise propagation, reduction measures.

Índice

Introdução	1
1 Enquadramento Teórico	4
1.1 O ruído	4
1.1.1 Legislação	7
1.1.2 Efeitos do ruído no corpo humano	9
1.1.3 Fonte/Propagação do ruído	10
1.1.4 Medidas de redução de ruído	11
1.1.5 Sonómetro	21
1.2 A Empresa	24
2 Metodologia	26
2.1 Métodos	26
2.2 Participantes/Fontes	28
2.3 Equipamento de medida	28
3 Análise de dados	30
4 Discussão dos dados	32
5 Propostas de melhoria	35
Conclusões	39
Referências	41
Apêndices	44
Anexos	70

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Valores de LAeq,Tk e LCpico para cada cenário/material.....	30
Tabela 2 - Valores obtidos motor antigo/novo.....	30
Tabela 3 - Tempos de exposição.....	31
Tabela 4 - Resumo dos resultados obtidos LEX,8h e L ⁻ EX,8h.....	31
Tabela 5 - Comparação entre os dados obtidos e o valor de ação inferior do Decreto-Lei nº 182/2006.....	33
Tabela 6 - Quadro individual de avaliação de exposição pessoal diária - Normal 1.....	62
Tabela 7 - Quadro individual de avaliação de exposição pessoal diária - Normal 2.....	63
Tabela 8 - Quadro individual de avaliação de exposição pessoal diária - Superior isolado 1.....	64
Tabela 9 - Quadro individual de avaliação de exposição pessoal diária - Superior isolado 2.....	65
Tabela 10 - Quadro individual de avaliação de exposição pessoal diária - Superior + inferior isolado 1.....	66
Tabela 11 - Quadro individual de avaliação de exposição pessoal diária - Superior + inferior isolado 2.....	67
Tabela 12 - Quadro individual de avaliação de exposição pessoal diária - Motor novo 1..	68
Tabela 13 - Quadro individual de avaliação de exposição pessoal diária - Motor novo 2..	69
Tabela 14 - Quadro individual de avaliação de exposição pessoal diária 1.....	72
Tabela 15 - Quadro individual de avaliação de exposição pessoal diária 2.....	73

Índice de Figuras

Figura 1 - Pressão sonora e nível de pressão sonora (Dias, 2007).....	5
Figura 2 - Escala de Frequências (Valadas & Leite, trad. 2004).....	5
Figura 3 - Classificação do ruído.....	6
Figura 4 - Efeitos fisiológicos do ruído sobre o organismo.....	10
Figura 5 – Forma de evitar que o som se propague a partir da fonte (ASHO, 2009).....	11
Figura 6 – Forma de evitar que o som chegue ao recetor (ASHO, 2009).....	11
Figura 7 - Diferentes variações originam diferentes frequências de ruído (Brüel & Kjaer, 1986).....	13
Figura 8 - Rodas dentadas com diferentes repetições (Brüel & Kjaer, 1986).....	13
Figura 9 - Comportamento acústico sons de baixa frequência (Brüel & Kjaer, 1986).....	14
Figura 10 - Comportamento acústico sons de alta frequência (Brüel & Kjaer, 1986).....	14
Figura 11 - Fonte de ruído sons de alta frequência (Brüel & Kjaer, 1986).....	14
Figura 12 - Cobertura com forro absorvente de som (Brüel & Kjaer, 1986).....	15
Figura 13 - Exemplo redução de ruído longa distância (Brüel & Kjaer, 1986).....	15
Figura 14 - Reorganização de espaço – diminuição superfícies refletoras (Brüel & Kjaer, 1986).....	16
Figura 15 - Blocos de borracha – diminuição da altura de queda (Brüel & Kjaer, 1986).....	16
Figura 16 - Fonte de ruído agregada a estruturas (Brüel & Kjaer, 1986).....	17
Figura 17 - Diminuição da vibração transmitida á superfície (Brüel & Kjaer, 1986).....	18
Figura 18 - Desacoplar superfícies pouco rígidas de fontes geradoras de vibração (Brüel & Kjaer, 1986).....	18
Figura 19 - Motor instalado em base rígida (Brüel & Kjaer, 1986).....	19
Figura 20 - Painel de amortecimento (Brüel & Kjaer, 1986).....	19
Figura 21 - Suportes fléxiveis para redução de ruído (Brüel & Kjaer, 1986).....	20
Figura 22 - Variedade de suportes e revestimentos (Brüel & Kjaer, 1986).....	20
Figura 23 - Acoplamento fléxivel (Brüel & Kjaer, 1986).....	21
Figura 24 - Barreira acústica em espaço fechado (Brüel & Kjaer, 1986).....	21
Figura 25 - Esquema de funcionamento de um sonómetro.....	22
Figura 26 - Curvas de ponderadoras.....	22
Figura 27 - Filtros de análise de frequência em oitavas/terços de oitava (dBwave.i, 2017).....	23
Figura 28 - Logotipo MMNunes Manutenção e Metalomecânica, Lda.....	24

Figura 29 - Organograma da MMNunes Manutenção e Metalomecânica, Lda.....	24
Figura 30 - Indicações para medidas do torno.....	25
Figura 31 - Isolante acústico de 5.5 mm.....	27
Figura 32 - Esquema geral do sonómetro.....	29
Figura 33 - Janela de visualização de dados do sonómetro.....	29
Figura 34 - Rolamentos do motor.....	35
Figura 35 - Suportes atuais do torno.....	36
Figura 36 – Exemplo de proposta de suporte para o torno.....	36
Figura 37 - Compartimentação com divisórias (Dias, 2007).....	37
Figura 38 - Painéis anti-ruído (Dias, 2007).....	37
Figura 39 - Torno CNC.....	38
Figura 40 - Torno visto de frente.....	46
Figura 41 -Torno visto pelo lado onde se posiciona o trabalhador.....	46
Figura 42 - “Interior” do torno.....	47
Figura 43 - Cromoníquel FR3 redondo 20 mm.....	49
Figura 44 - Aço de construção CK45 sextavado.....	49
Figura 45 - Latão redondo.....	50
Figura 46 - Parte superior sem tampa.....	52
Figura 47 - Montagem do material isolante.....	52
Figura 48 - Tampa fechada com o material isolante no interior.....	53
Figura 49 - Parte inferior (caixa do motor) antes do isolamento.....	55
Figura 50 - Parte inferior (caixa do motor) depois do isolamento.....	55

Lista de Siglas e Abreviaturas

APA - Agência Portuguesa do Ambiente

cm - Centímetros

dB - Decibéis

Hz - Hertz

$L_{Aeq,Tk}$ - Nível sonoro contínuo equivalente

L_{Cpico} - Nível de pressão sonora de pico

$L_{EX,8h}$ - Exposição pessoal diária ao ruído

$\bar{L}_{EX,8h}$ - Média semanal dos valores diários da exposição pessoal ao ruído

$L_{EX,8h,efect}$ - Exposição pessoal diária efetiva

L_p - Nível de pressão sonora

m - Metros

mm - Milímetros

ms - Milisegundos

N - Newton

NA - Não aplicável

p - Pressão sonora

p_0 - Pressão sonora de referência

Pa – Pascal

Introdução

O ruído é um conhecido fator de risco para a saúde dos trabalhadores, pelo que a sua exposição é estudada pelos investigadores ao longo dos tempos de modo a minimizar os riscos e doenças associadas à exposição continuada.

De acordo com o Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro, a surdez resultante de exposição a níveis sonoros elevados nos locais de trabalho é uma das doenças profissionais mais conhecidas e representa cerca de um terço da totalidade das doenças profissionais. Ainda segundo o mesmo Decreto-Lei, a redução ou eliminação do ruído excessivo é uma obrigação legal muito importante para empregadores e trabalhadores, pois quanto mais seguro e saudável for o respetivo ambiente de trabalho, menores serão as probabilidades de existirem acidentes de trabalho, de absentismo elevado e de diminuição de rendimento no trabalho.

Normalmente quando se fala de redução de ruído o primeiro impulso é pensar em protetores auditivos, porém a redução de ruído é dividida em três grupos: intervenção na fonte emissora, intervenção sobre a propagação e intervenção sobre o trabalhador (Santos, 2001). Deste modo é importante, não só intervir no que diz respeito ao trabalhador, mas intervir também na fonte e propagação de modo a garantir uma maior segurança para o trabalhar no seu local de trabalho.

Em empresas de metalomecânica, devido à natureza da sua atividade, é inevitável a existência de um elevado nível de ruído, tornando-se assim de extrema importância analisar as fontes de ruído e sua propagação bem como propor soluções para a sua redução.

O presente trabalho desenvolve-se no âmbito do Trabalho de Projeto submetido como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Segurança e Higiene no Trabalho da 10ª edição do Mestrado Segurança e Higiene no Trabalho da Escola Superior de Tecnologia de Setúbal em parceria com a Escola Superior de Ciências Empresariais do Instituto Politécnico de Setúbal.

Este projeto surge no seguimento do trabalho realizado no âmbito do Projeto Individual em Contexto Real de Trabalho da 10ª edição do Mestrado Segurança e Higiene no Trabalho da Escola Superior de Tecnologia de Setúbal em parceria com a Escola Superior de Ciências Empresariais do Instituto Politécnico de Setúbal realizado em 2017.

O trabalho realizado teve como título “Avaliação do ruído por posto de trabalho numa empresa de metalomecânica” e procurou dar resposta à seguinte pergunta de partida “Quais os níveis de ruído a que os trabalhadores estão expostos na empresa?”. De modo a se responder a esta pergunta definiu-se como objetivo geral: “analisar os níveis de ruído a que os trabalhadores estão expostos” e definiu-se como objetivos específicos: “conhecer os níveis de ruído nos diferentes postos de trabalho”, “avaliar os níveis de exposição ao ruído e averiguar se são aceitáveis pela legislação” e “verificar se os trabalhadores estão protegidos contra o ruído”.

Deste modo foram efetuadas medições de ruído em quatro postos de trabalho da empresa (MMNunes Manutenção e Metalomecânica, Lda): torno, serralharia, administração e soldadura. Destes quatro postos de trabalho, dois deles (serralharia e torno) encontravam-se com valores acima dos 80 dB(A) o que, pelo Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro, implica a tomada de medidas preventivas adequadas à redução do risco para a segurança e saúde dos trabalhadores. Assim, devido a esta necessidade, foram escolhidos os protetores auditivos da marca SPERIAN, que depois de analisados os dados obtidos, mostraram-se eficazes para a redução do ruído nos postos de trabalho.

Depois de implementada esta medida os quatro postos da empresa encontravam-se em cumprimento legal de acordo com o Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro.

O trabalho realizado teve o seu foco na intervenção sobre o trabalhador enquanto que este trabalho incide sobre a fonte de ruído e sua propagação.

É importante realçar que a fonte de ruído escolhida para a realização deste trabalho vai ser o torno, que no trabalho anteriormente realizado apresentou valores acima dos permitidos pela legislação. Desta forma, estudar-se uma maneira de reduzir o ruído produzido por este torno é uma importante mais-valia.

Depois de se ter realizado este trabalho na intervenção sobre o trabalhador e, de modo a dar seguimento ao mesmo, elaborou-se uma revisão da literatura e uma reflexão pessoal sobre a temática em estudo e tomou-se como pergunta de partida:

- Como reduzir o ruído no posto de trabalho intervindo na sua fonte e meio de propagação?

Decorrente desta pergunta de partida definiu-se a seguinte problemática:

- Como reduzir o ruído atuando na sua fonte?
- Quais as soluções para diminuição do ruído, tendo em conta o comportamento acústico esperado do meio envolvente?
- Poderão diferentes medidas de diminuição de ruído ser mais ou menos eficazes consoante o material que esteja a ser trabalhado no torno?

Tendo como base a pergunta de partida e a problemática definiu-se o seguinte objetivo geral:

- Analisar o ruído no posto de trabalho intervindo na fonte e meio propagação;

Articulado com o objetivo geral definiu-se os seguintes objetivos específicos:

- Analisar a fonte do ruído e identificar propostas de redução do mesmo;
- Apresentar soluções para diminuição do ruído, tendo em conta o comportamento acústico esperado do meio envolvente.

- Analisar se as medidas de redução de ruído são mais ou menos eficazes consoante o material que esteja a ser trabalhado no torno.

A metodologia utilizada para a realização deste trabalho consiste na medição do ruído na fonte recorrendo ao método descrito no Anexo I do Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro, com recurso a um sonómetro. Para se efetuar estas medições foram escolhidos três tipos diferentes de materiais e geometria distinta, o cromoníquel, o aço e o latão. De modo a implementar alguns dos cenários de medição foi escolhido um material de absorção acústica da marca “noma phone” de 5,5 mm. Foram assim considerados quatro cenários:

- “Normal” em que se começou por fazer três medições, uma para cada material no estado “normal” do torno, ou seja, sem qualquer tipo de isolamento;
- “Superior isolado” onde se colocou um quadrado de material isolante na parte superior do torno, e em seguida foram efetuadas as mesmas três medições;
- “Superior + inferior isolado” onde, deixando a parte superior isolada, se isolou a parte inferior, onde se encontra o motor. Depois foram mais uma vez efetuadas as três medições;
- “Motor novo” em que foi substituído o motor antigo por um motor novo mais insonorizado. É de realçar que esta medição foi sem material isolante. Seguidamente foram efetuadas as três medições.

Foram também efetuadas duas medições que consistiram na medição apenas com o motor a trabalhar, sem qualquer tipo de isolamento ou material a ser trabalhado no torno. Deste modo efetuou-se uma medição com o motor antigo e uma com o motor novo.

Em seguida, de acordo com o Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro, são efetuados todos os cálculos necessários à realização do trabalho e são preenchidos os quadros individuais de avaliação de exposição pessoal diária ao ruído durante o trabalho.

O presente trabalho pode ser classificado como uma investigação aplicada no que diz respeito à natureza, estudo transversal, em relação ao tempo, pesquisa descritiva relativamente a objetivos, pesquisa quantitativa, quanto à forma de abordagem e pesquisa de campo no que respeita a procedimentos técnicos.

Este trabalho teve como fonte a empresa MMNunes Manutenção e Metalomecânica, Lda, onde foram obtidos os dados para este estudo e teve como participantes os vários trabalhadores da empresa.

Quanto à estrutura, este trabalho inicia-se com um enquadramento teórico à temática, que inclui um breve resumo do trabalho realizado no ano anterior e em seguida uma breve apresentação da empresa. Posteriormente é apresentada a metodologia, seguindo-se a análise de dados, a discussão de dados e propostas de melhoria. Por fim, exibem-se as conclusões, as referências bibliográficas, os apêndices e os anexos.

1 Enquadramento Teórico

1.1 O ruído

Considerando o seguimento do presente trabalho, como referido anteriormente, apresenta-se, devido à sua relevância, novamente o enquadramento a esta temática.

De acordo com Valadas e Leite, trad. (2004) o som pode ser definido como qualquer variação da pressão atmosférica que o ouvido humano pode detetar, ao passo que o ruído é definido como um som desagradável ou indesejável para o ser humano.

O ruído pode ser caracterizado pelo nível sonoro e frequência caso se trate de um som puro ou pela composição ou espectro caso se trate de um som complexo (Miguel, 2014).

Qualquer fonte sonora produz potência sonora e o seu efeito traduz-se em pressão sonora, ou seja, a potência sonora é característica do equipamento enquanto que a pressão sonora depende do equipamento e do meio envolvente (Nunes, 2017). A pressão sonora tem como unidade o Newton por metro quadrado ($N.m^{-2}$) ou Pascal (Pa), já o nível de pressão sonora (L_p) é expressa em decibéis (dB) e é dado pela seguinte expressão:

$$L_p = 10 \log \frac{p^2}{p_0^2}$$

Em que o p é a pressão sonora expressa em Pa e p_0 é a pressão sonora de referência ($p_0 = 20 \times 10^{-6}$ Pa) e que corresponde ao limiar mínimo da audição humana (Valadas & Leite, trad. 2004).

A gama de pressões sonoras a que o ouvido humano é sensível, é muito alargada, esta varia de 20 μ Pa (limiar da audição) a 100 Pa (limiar da dor), o que torna pouco prático a utilização do Pascal. É assim vantajoso converter a escala linear de pressão sonora (em Pascal) numa escala logarítmica de nível de pressão sonora em decibel (Valadas & Leite, trad. 2004). De seguida é apresentada uma figura com a escala de pressão sonora e nível de pressão sonora e alguns exemplos correspondentes.

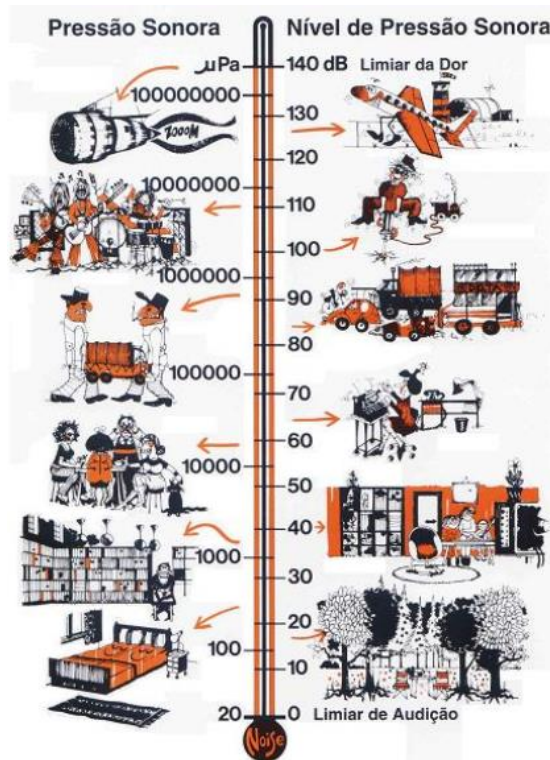


Figura 1 - Pressão sonora e nível de pressão sonora (Dias, 2007)

A maioria dos sons industriais são sons complexos, levando a que para se ter uma noção exata da composição do ruído seja necessário determinar o nível sonoro para cada frequência. Este tipo de análise é designado por análise espectral ou análise por frequência e geralmente é representada graficamente num sistema de eixos onde no eixo das abcissas se situa a frequência e no eixo das ordenadas os níveis sonoros (Miguel, 2014). Como se pode ver na figura seguinte, a escala de frequências é normalmente dividida em três grandes grupos, infrassons, gama de frequência audível e ultrassons.

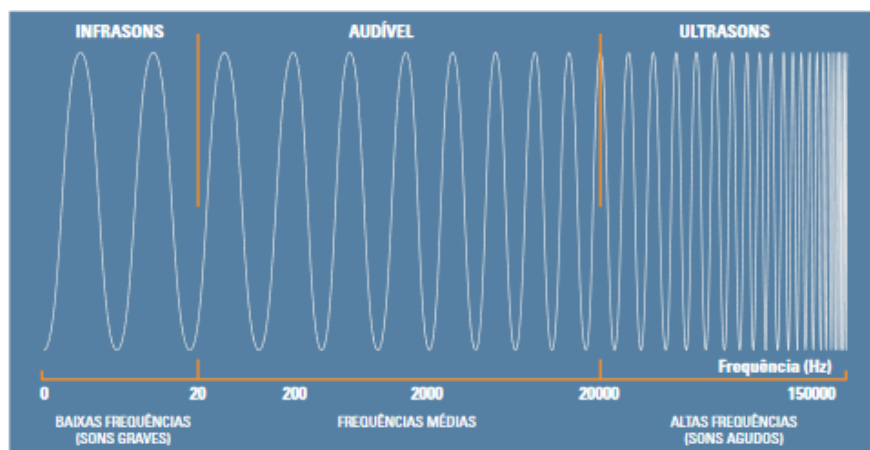


Figura 2 - Escala de Frequências (Valadas & Leite, trad. 2004)

A gama de frequências audíveis para os seres humanos varia entre os 20 Hz e os 20 000 Hz, sendo que abaixo dos 20 Hz se situam os infrassons e acima dos 20 000 Hz os ultrassons. Por sua vez a gama audível está dividida em dez grupos de frequências designados por oitavas, estas serão abordadas mais à frente.

“Um ruído pode ser descrito pelo seu espectro de frequências, pelas variações de nível com o tempo e pelas características do campo sonoro” (Miguel, 2014: 303).

O espectro de ruído pode ser contínuo ou com sons puros audíveis. O ruído pode ser classificado, segundo a dependência do tempo, em estacionário ou uniforme caso apresente flutuações de nível mínimas durante o período de observação e em não estacionário com um nível variando significativamente durante o período de observação (Miguel, 2014). Este último (não estacionário) pode ser dividido em três tipos: flutuante, intermitente e impulsivo. O flutuante é caracterizado com um nível que varia continuamente e numa extensão apreciável durante o período de observação, o intermitente com um nível que desce bruscamente para o nível de ruído de fundo várias vezes e o impulsivo que consiste em um ou mais impulsos violentos de energia com uma duração igual ou inferior a 1 s e separados por mais de 0.2 s (Miguel, 2014). Este último classifica-se em impulso isolado de energia e impulsivo quase estável. Apresenta-se agora uma figura com a classificação completa do ruído para uma melhor compreensão.

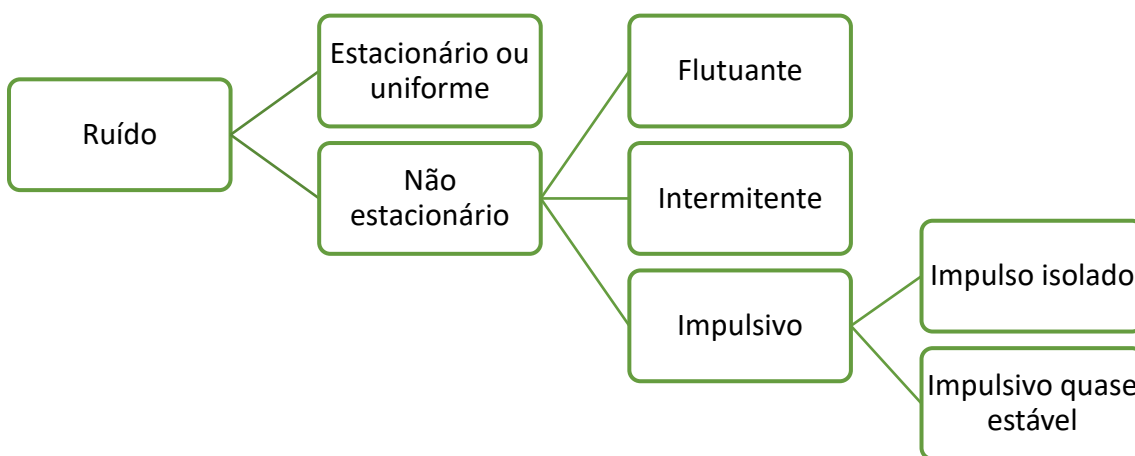


Figura 3 - Classificação do ruído

O ruído pode também ser classificado como ruído tonal caso se verifique, no espectro de um terço de oitava (com ponderação em A, explicado posteriormente no ponto 1.2.6), que o nível sonoro de uma banda excede o das adjacentes em 5 dB(A) ou mais (APA, 2011). Existe também o ruído de baixa frequência que apesar de ser muitas vezes negligenciado é também um importante agente

potenciador de doenças profissionais. O ruído de baixa frequência abrange as gamas de frequência que o ouvido humano tem mais dificuldades de perceber, ou seja, abaixo dos 500 Hz (Pardal, 2015).

1.1.1 Legislação

No que toca à exposição dos trabalhadores ao ruído, a legislação aplicável é o Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro. Este transpõe para ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2003/10/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de fevereiro, relativa às prescrições mínimas de segurança e saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos ao ruído.

De acordo com o número dois do artigo 1.º do Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro este é aplicável em 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.

O artigo 2º do Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro define:

- Exposição pessoal diária ao ruído, $L_{EX,8h}$ - nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, calculado para um período normal de trabalho diário de oito horas, que abrange todos os ruídos presentes no local de trabalho.
- Exposição pessoal diária efetiva, $L_{EX,8h,efect}$ – exposição pessoal diária ao ruído tendo em conta a atenuação proporcionada pelos protetores auditivos.
- Média semanal dos valores diários da exposição pessoal ao ruído, $\bar{L}_{EX,8h}$ – média dos valores de exposição diários, com uma duração de referência de quarenta horas.
- Nível de pressão sonora de pico, L_{Cpico} – valor máximo da pressão sonora instantânea, ponderado C.

Segundo o mesmo Decreto-Lei têm-se que se durante um dia de trabalho um trabalhador está exposto a n diferentes tipos de ruído e se cada um desses ruídos for analisado separadamente, a exposição pessoal diária ($L_{EX,8h}$) desse trabalhador pode calcular-se pelas seguintes equações:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{8} \right) \sum_{k=1}^{k=n} T_k 10^{(0.1 L_{Aeq,Tk})} \right] = 10 \lg \sum_{k=1}^{k=n} T_k 10^{(0.1 L_{EX,8h})_k}$$

em que $L_{Aeq,Tk}$ é o nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, de um ruído, num intervalo de tempo T_k , correspondente ao tipo de ruído k a que o trabalhador está exposto durante T_k horas por dia e $(L_{EX,8h})_k$ é a exposição pessoal diária ao ruído que seria medida se só existisse o mencionado tipo de ruído.

A determinação da média semanal dos valores diários ($\bar{L}_{EX,8h}$) é obtida pela expressão:

$$\bar{L}_{EX,8h} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{5} \right) \sum_{k=1}^m 10^{(0.1 L_{EX,8h})_k} \right]$$

em que $(L_{EX,8h})_k$ representa os valores de $L_{EX,8h}$ para cada um dos m dias de trabalho na semana considerada.

No que diz respeito à exposição diária do trabalhador e ao nível de pressão sonora de pico o Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro estabelece valores limite e valores de ação. Os valores de ação tanto inferior como superior são valores que, no caso de serem ultrapassados, implicam a tomada de medidas preventivas adequadas à redução do risco para a segurança e saúde dos trabalhadores. O valor limite de exposição é o nível de exposição diária ou semanal ou o nível de pressão sonora de pico que não deve ser ultrapassado. Pelo artigo 3º do Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro, estes valores são fixados em:

Valores limite de exposição - $L_{EX,8h} = \bar{L}_{EX,8h} = 87$ dB e $L_{Cpico} = 140$ dB (C)

Valores de ação superiores - $L_{EX,8h} = \bar{L}_{EX,8h} = 85$ dB e $L_{Cpico} = 137$ dB (C)

Valores de ação inferiores - $L_{EX,8h} = \bar{L}_{EX,8h} = 80$ dB e $L_{Cpico} = 135$ dB (C)

Ainda de acordo com o mesmo Decreto-Lei, no que diz respeito à redução da exposição, o empregador utiliza todos os meios disponíveis para eliminar na fonte ou reduzir ao mínimo os riscos resultantes da exposição dos trabalhadores ao ruído, e assegura que esses riscos sejam eliminados ou reduzidos tendo em conta (entre outros) medidas técnicas de redução do ruído, tais como barreiras acústicas, encapsulamento e revestimento com material de absorção sonora para redução do ruído aéreo e medidas de amortecimento e isolamento para redução do ruído transmitido à estrutura.

Devido a possíveis alterações no equipamento de trabalho (fonte de ruído) é também aplicável o Decreto-Lei nº 50/2005, de 25 de fevereiro. Este transpõe para ordem jurídica interna a Diretiva nº 89/655/CEE, do Conselho, alterada pela Diretiva nº 95/63/CE, do Conselho e pela Diretiva nº 2001/45/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa às prescrições mínimas de segurança e saúde para a utilização pelos trabalhadores de equipamentos de trabalho.

Segundo o número dois do artigo 1.º do Decreto-Lei nº 50/2005, de 25 de fevereiro, este é aplicável em 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.

Tendo em conta, o artigo 3º do Decreto-Lei nº 50/2005, de 25 de fevereiro, para assegurar a segurança e a saúde dos trabalhadores na utilização de equipamentos de trabalho, o empregador deve:

- Assegurar que os equipamentos de trabalho são adequados ou convenientemente adaptados ao trabalho a efetuar e garantem a segurança e a saúde dos trabalhadores durante a sua utilização;

- Atender, na escolha dos equipamentos de trabalho, às condições e características específicas do trabalho, aos riscos existentes para a segurança e a saúde dos trabalhadores, bem como aos novos riscos resultantes da utilização;
- Tomar em consideração os postos de trabalho e a posição dos trabalhadores durante a utilização dos equipamentos de trabalho;
- Quando os procedimentos anteriores não permitem assegurar eficazmente a segurança ou a saúde dos trabalhadores na utilização dos equipamentos de trabalho, tomar as medidas adequadas para minimizar os riscos existentes.

Relativamente à verificação dos equipamentos de trabalho, segundo o número 3 do artigo 6º do Decreto-Lei nº 50/2005, de 25 de fevereiro, o empregador deve proceder a verificações extraordinárias dos equipamentos de trabalho quando ocorram acontecimentos excepcionais, nomeadamente transformações, acidentes, fenómenos naturais ou períodos prolongados de não utilização, que possam ter consequências graves para a sua utilização.

De acordo com o artigo 8º do mesmo Decreto-Lei o empregador deve prestar aos trabalhadores a informação adequada sobre os equipamentos de trabalho utilizados. Esta deve conter nomeadamente a informação sobre riscos para os trabalhadores decorrentes de equipamentos de trabalho existentes no ambiente de trabalho ou de alterações do mesmo que possam afetar os trabalhadores.

1.1.2 Efeitos do ruído no corpo humano

“As perdas de audição são função da frequência e da intensidade do ruído, sendo mais evidentes para os sons puros e para as frequências elevadas” (Miguel, 2014:308). Por outras palavras, os efeitos da exposição ao ruído dependem do nível de ruído e da duração da exposição a esse ruído.

Os efeitos do ruído podem ser divididos em fisiológicos e psicológicos, sendo que nos fisiológicos considera-se não só o sistema auditivo, como também diferentes funções orgânicas (Miguel, 2014). Entre estas estão os distúrbios gastrointestinais e os distúrbios com o sistema nervoso central, como também o aumento da frequência cardíaca, aumento da pressão arterial, contração dos vasos sanguíneos e dos músculos do estômago entre outras (Miguel, 2014). Na figura 4 são apresentados alguns destes exemplos.



Figura 4 - Efeitos fisiológicos do ruído sobre o organismo

Relativamente à perda auditiva, os efeitos do ruído não são igualmente nocivos nas várias bandas de frequência e as suscetibilidades individuais levam a efeitos muito distintos em várias pessoas sujeitas à mesma exposição (Simões, 2014). Podem assim ocorrer duas situações:

– Perda temporária da audição após a exposição ao ruído, que pode ter uma recuperação progressiva a partir do momento em que cessa a exposição (Simões, 2014). Contudo, quanto maior for o tempo que o trabalhador ficar exposto ao ruído, maior será o tempo de recuperação, podendo mesmo levar algumas horas (Gabinete de Estratégia e Planeamento, trad. 2009);

– Perda permanente da audição, que é uma das consequências mais graves da exposição ao ruído (Simões, 2014). Quando o trabalhador é exposto a ruído excessivo durante demasiado tempo, os ouvidos não conseguem recuperar e a perda auditiva vai assim tornar-se permanente. Esta perda nunca poderá ser reparada. “Este tipo de dano do ouvido pode ser provocado pela exposição a longo prazo a um ruído intenso ou, em alguns casos, a exposições curtas a ruídos muito intensos” (Gabinete de Estratégia e Planeamento, trad. 2009:4).

Os efeitos psicológicos estão relacionados com o aumento de tensões em locais de trabalho ruidosos, sendo que também podem gerar irritabilidade ou agravar estados de angústia em pessoas predispostas a depressões (Miguel, 2014).

1.1.3 Fonte/Propagação do ruído

“Conforme acontece com outros tipos de exposição, o melhor método de prevenção consiste na eliminação do perigo. Assim, o controlo do ruído na sua origem é a melhor forma de o controlar.” (Gabinete de Estratégia e Planeamento, trad. 2009:12). Esta redução pode ser realizada na empresa com modificações de engenharia na própria origem, através de manutenção regular, da lubrificação e substituição de peças, ou ainda alternando a forma de manuseamento de materiais (Gabinete de Estratégia e Planeamento, trad. 2009).

Não sendo possível atuar na fonte de ruído ou caso seja necessária uma maior ou melhor redução do ruído, passa-se assim para a verificação de medidas aplicadas ao meio de propagação. O som necessita de um meio físico, sólido, líquido ou gasoso, de modo a conseguir propagar-se (Neta, 2018). Quando uma fonte sonora produz uma vibração, esta é transmitida por choque aos corpúsculos mais próximos e assim sucessivamente (ASHO, 2009).

As medidas aplicadas ao meio de propagação consistem em evitar a propagação por meio de isolamento e conseguir um máximo de perdas energéticas por absorção (ASHO, 2009). Assim o isolamento acústico pode ser feito das seguintes formas:

- Evitando que o som se propague a partir da fonte (ASHO, 2009), como exemplificado na figura seguinte.

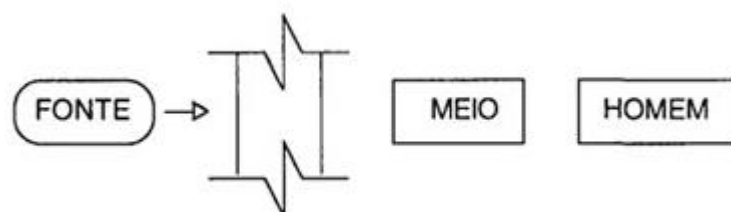


Figura 5 – Forma de evitar que o som se propague a partir da fonte (ASHO, 2009)

- Evitando que o som chegue ao recetor (ASHO, 2009), demonstrado na figura que se segue.



Figura 6 – Forma de evitar que o som chegue ao recetor (ASHO, 2009)

1.1.4 Medidas de redução de ruído

De acordo com o Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro, apresentam-se em seguida medidas que podem ser utilizadas para eliminar ou reduzir os riscos resultantes da exposição ao ruído:

- Medidas de caráter específico para redução do ruído na fonte:

- a) Utilizar máquinas, aparelhos, ferramentas e instalações pouco ruidosos;
 - b) Aplicar silenciadores e atenuadores sonoros;
 - c) Utilizar chumaceiras, engrenagens e estruturas com menor emissão de ruído;
 - d) Evitar valores elevados, como os que aparecem, por exemplo, nos choques muito fortes ou frequentes (pela utilização de material resiliente nas superfícies de impacte), quedas de grande altura ou fortes resistências aerodinâmicas;
 - e) Assegurar o dimensionamento correto (reforços da estrutura com blocos de inércia e elementos antivibráticos), acabamentos à máquina (equilibragem e polimento de superfícies) e uma escolha correta dos materiais;
 - f) Promover regularmente a manutenção dos equipamentos.
- Medidas para a redução da transmissão do ruído:
- a) Atenuação da transmissão de ruído de percussão, com reforço das estruturas;
 - b) Desacoplamento dos elementos que radiam o ruído da fonte, por exemplo pela utilização de ligações flexíveis nas tubagens;
 - c) Isolamento contra vibrações;
 - d) Utilização de silenciadores nos escoamentos gasosos e nos escapes.
- Medidas de redução da radiação sonora:
- a) Aumento da absorção da envolvente acústica e barreiras acústicas;
 - b) Encapsulamento das máquinas;
 - c) Separação dos locais, por:
 - i. Limitação da propagação do ruído, por exemplo pela compartimentação dos locais e pela colocação de divisórias e de cabines;
 - ii. Concentração das fontes de ruído em locais de acesso limitado e sinalizados.
- Medidas respeitantes à acústica de edifícios:
- a) Aumento da distância entre a fonte de ruído e a localização dos postos de trabalho;
 - b) Montagem de tetos, divisórias, portas, janelas ou pavimentos com elevado isolamento sonoro;
 - c) Montagem de elementos absorventes do som;
 - d) Otimização da difusibilidade sonora (aumento das distâncias entre as superfícies refletoras e o posto de trabalho).

De seguida são apresentados alguns pressupostos teóricos e exemplos de medidas de redução de ruído, quer de intervenção na fonte quer na sua propagação.

Quanto mais rápidas as variações, mais elevadas são as frequências. Ou seja, e como exemplificado na figura que se segue, impactos de longa duração contra o chão originam ruído de baixa frequência, enquanto que pequenos impactos contra a mesa ou a raquete originam ruído de alta frequência.

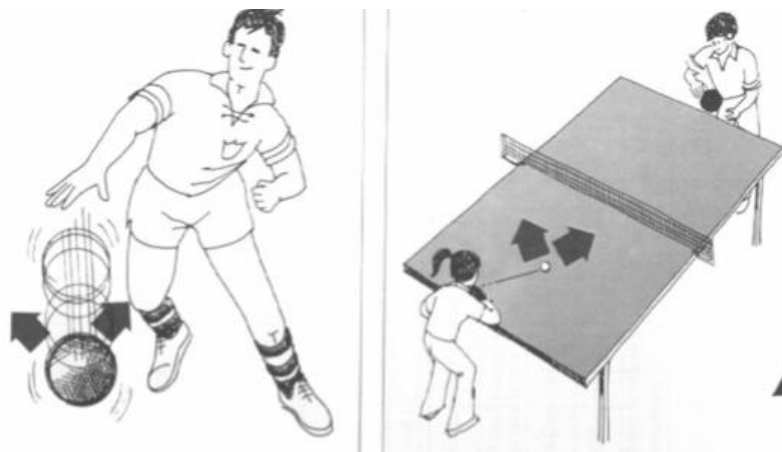


Figura 7 - Diferentes variações originam diferentes frequências de ruído (Brüel & Kjaer, 1986)

Repetições lentas originam sons de baixa frequência, enquanto que repetições rápidas originam sons de alta frequência. Ao reconhecer esta premissa podem ser substituídos certos componentes nas fontes de ruído, para alterar assim a frequência e poder reduzir-se o ruído produzido. Na figura que se segue tem-se o exemplo de duas rodas dentadas, em que a primeira origina sons de baixa frequência e a segunda sons de alta frequência.

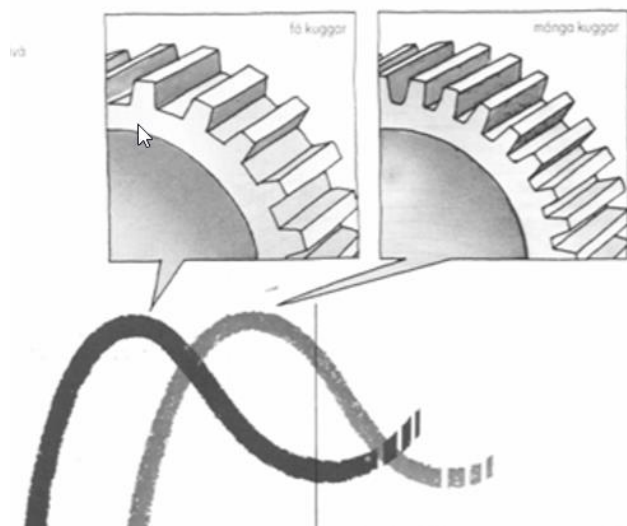


Figura 8 - Rodas dentadas com diferentes repetições (Brüel & Kjaer, 1986)

Os sons de baixa frequência contornam com facilidade os obstáculos. Por outro lado, os sons de alta frequência são refletidos. Na figura seguinte demonstra-se que os referidos sons de baixa frequência se espalham por esquinas, bordas ou buracos como se fossem novas fontes.

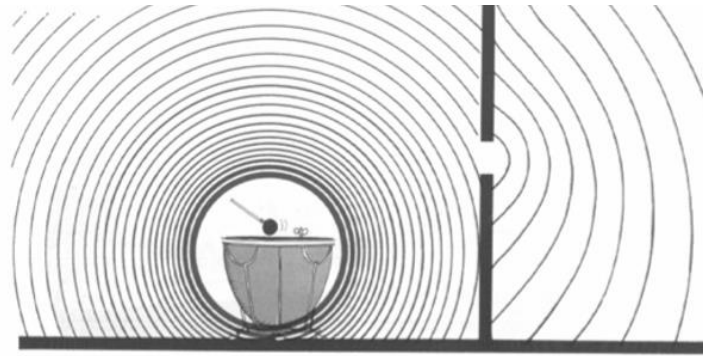


Figura 9 - Comportamento acústico sons de baixa frequência (Brüel & Kjaer, 1986)

Por outro lado, na figura 10 demonstra-se o comportamento acústico do som de alta frequência.

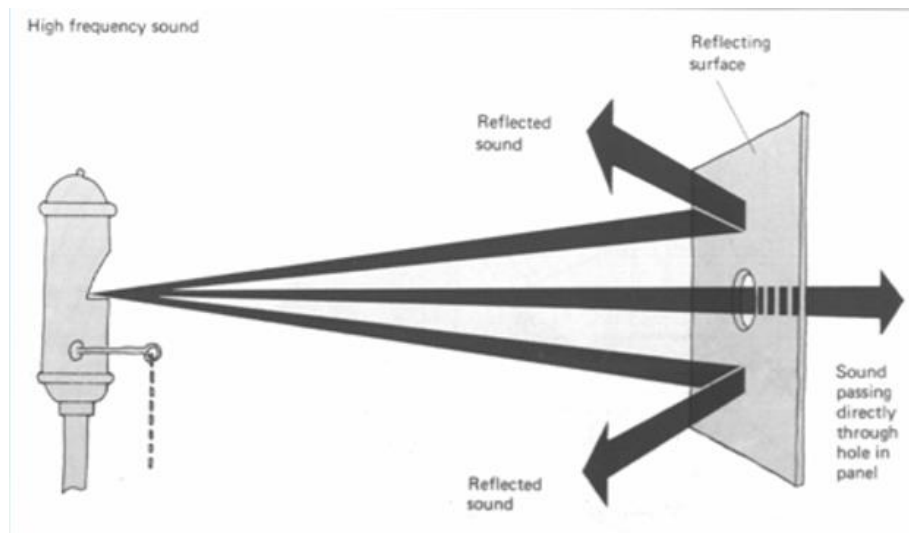


Figura 10 - Comportamento acústico sons de alta frequência (Brüel & Kjaer, 1986)

Na figura que se segue, temos o exemplo em que o trabalhador está exposto diretamente a uma fonte de ruído que produz sons de alta frequência.

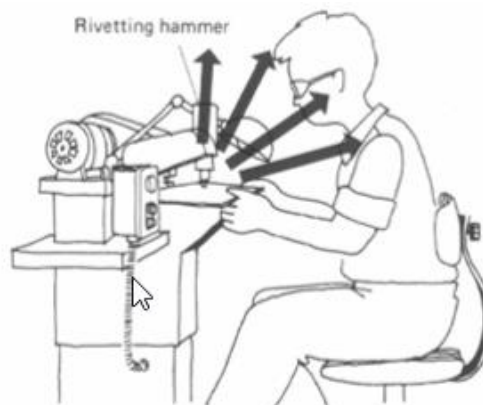


Figura 11 - Fonte de ruído sons de alta frequência (Brüel & Kjaer, 1986)

Sabendo que este tipo de som é bastante refletido, uma das soluções para reduzir o ruído a que o trabalhador está exposto é a colocação de uma cobertura com forro absorvente de som na fonte de ruído. Esta situação é demonstrada na figura seguinte.

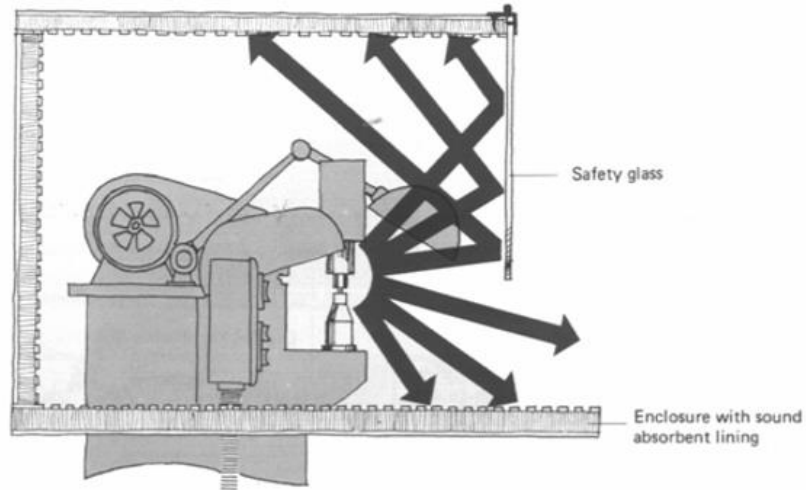


Figura 12 - Cobertura com forro absorvente de som (Brüel & Kjaer, 1986)

Na proximidade da fonte, o ruído de frequência elevada é mais incómodo do que o ruído de baixa frequência. Por sua vez, longe da fonte o ruído de frequência elevada é menos incómodo do que o ruído de baixa frequência. Deste modo, na figura que se segue tem-se o exemplo de uma fonte de ruído que origina ruído de baixa frequência, que incomoda a longas distâncias. De modo a evitar que o ruído chegue à cidade, e tendo em conta que repetições rápidas originam sons de alta frequência como já referido, são colocadas mais pás na fonte, transformando assim o ruído, em ruído de alta frequência.

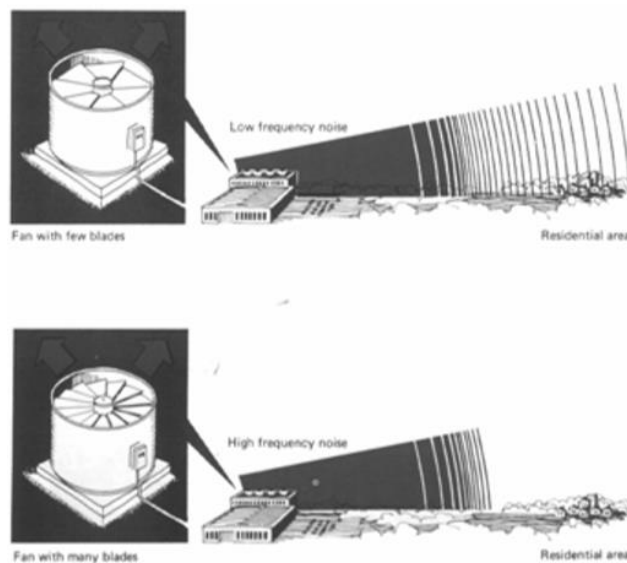


Figura 13 - Exemplo redução de ruído longa distância (Brüel & Kjaer, 1986)

As fontes sonoras devem ser colocadas afastadas das superfícies refletoras, uma vez que quanto maior o número de superfícies maior pode ser o ruído originado pela fonte. Na figura que se segue está demonstrada, numa primeira fase, a organização de várias fontes de ruído que estavam encostadas a superfícies refletoras. De modo a existir uma redução do ruído o espaço foi reorganizado, diminuindo o número de superfícies refletoras.

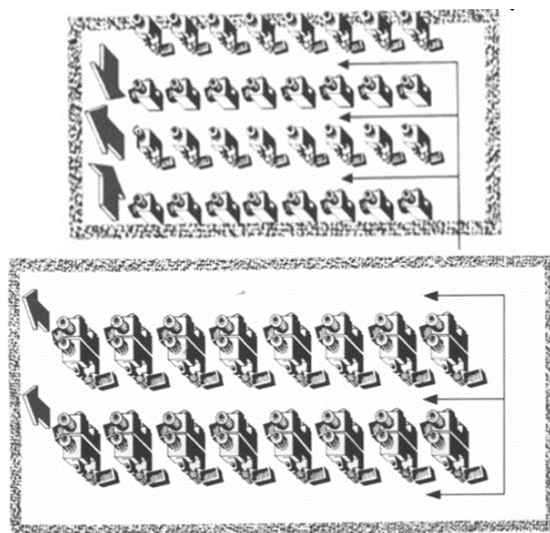


Figura 14 - Reorganização de espaço – diminuição superfícies refletoras (Brüel & Kjaer, 1986)

Quanto menor é a massa e a altura de queda, menor é o ruído. Por exemplo, e como demonstrado na figura 15, a correia transportadora elevatória transporta o material e deixa-o cair no depósito a uma elevada altura. Como esta altura origina um elevado ruído, foi colocada uma plataforma com blocos de borracha para o material ir descendo gradualmente, diminuindo assim a sua altura de queda para dentro do depósito e conseqüentemente o ruído gerado.

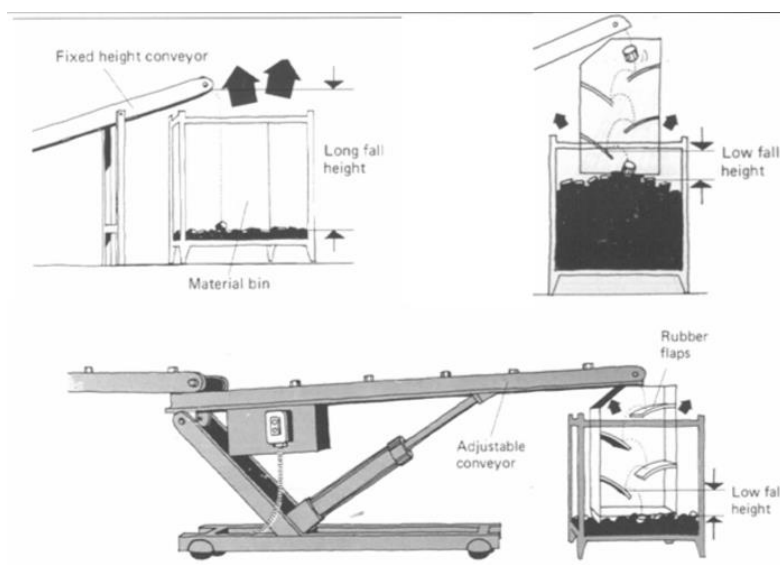


Figura 15 - Blocos de borracha – diminuição da altura de queda (Brüel & Kjaer, 1986)

O som chega mais longe através de estruturas. Talvez esta seja uma das premissas mais conhecidas, devido ao exemplo típico dos carris do comboio. A figura seguinte demonstra um exemplo em que o motor, fonte de ruído, está agregado à estrutura. Este transmite vibração à estrutura aumentando o ruído a que o trabalhador está exposto. A solução passa por desagregar a fonte de ruído da estrutura, neste caso com molas, evitando assim a transmissão das vibrações.

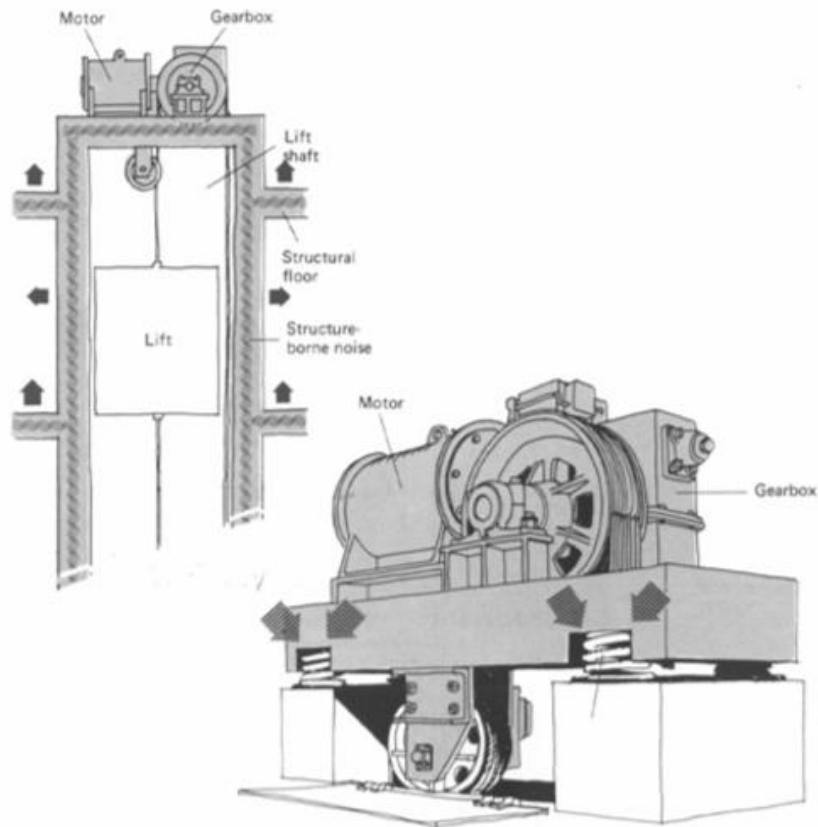


Figura 16 - Fonte de ruído agregada a estruturas (Brüel & Kjaer, 1986)

Quando uma superfície é sujeita a vibração pode produzir níveis de ruído elevados. No primeiro quadrado da figura que se segue, é demonstrado um tubo fixado de forma sólida à superfície aumentando assim o nível de ruído. Nos quadrados seguintes da mesma figura, são demonstradas várias soluções, como uma mola isoladora, um isolamento em borracha ou uma tira de borracha, todas com o objetivo de diminuir a vibração transmitida à superfície.

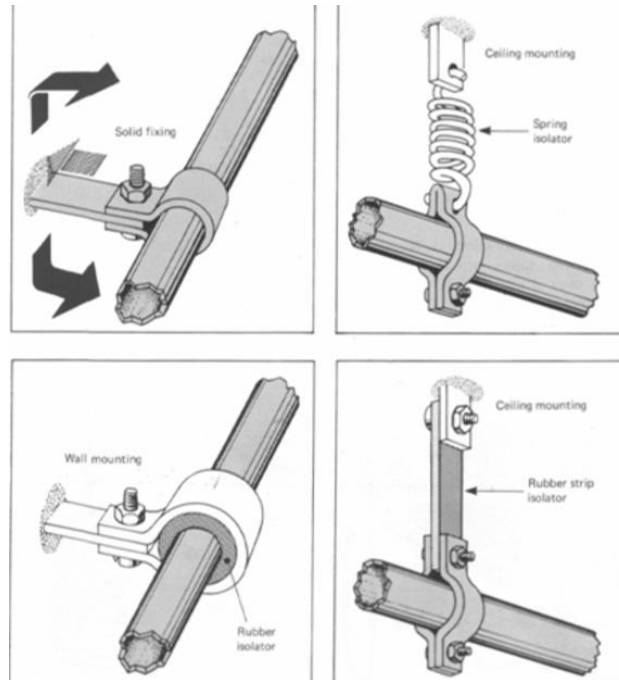


Figura 17 - Diminuição da vibração transmitida à superfície (Brüel & Kjaer, 1986)

As fontes geradoras de vibração ou ruído devem ser desacopladas de superfícies pouco rígidas, que possam vibrar com facilidade. Na figura 18 é apresentada uma situação em que foi colocado o painel de instrumentos diretamente acoplado à fonte de ruído, aumentando assim as vibrações produzidas pela mesma. Ao desacoplar o painel de instrumentos, colocando-o na parede, estas vibrações vão diminuir, diminuindo assim também o ruído a que o trabalhador está exposto.

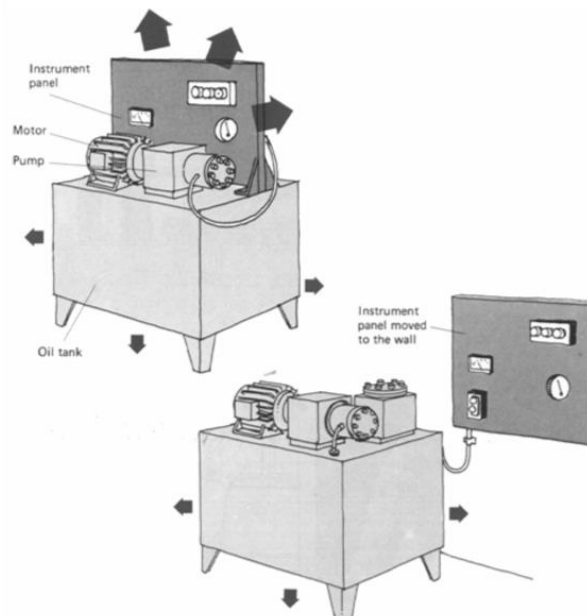


Figura 18 - Desacoplar superfícies pouco rígidas de fontes geradoras de vibração (Brüel & Kjaer, 1986)

Sempre que possível as máquinas devem ser montadas sobre bases rígidas de modo a evitar a transferência de vibrações. Na figura seguinte está demonstrado num primeiro momento um motor que foi instalado na chapa lateral da máquina. De modo a diminuir o ruído produzido e como existia a possibilidade, o motor é instalado num suporte numa base rígida, afastado da chapa principal da máquina.

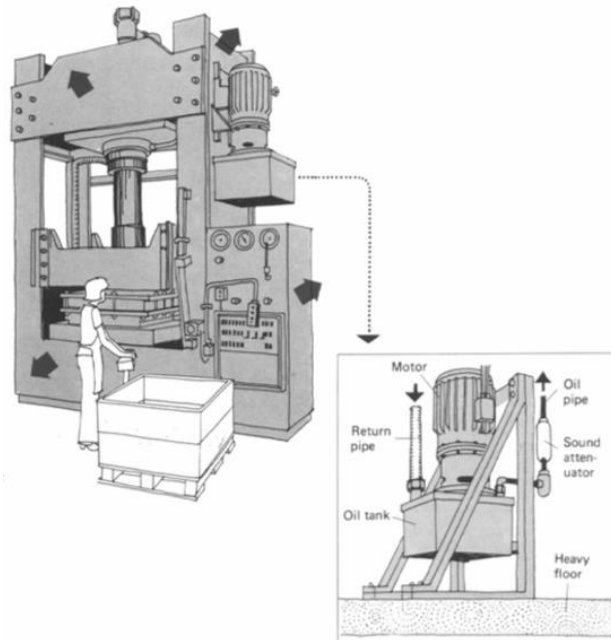


Figura 19 - Motor instalado em base rígida (Brüel & Kjaer, 1986)

As ressonâncias amplificam a emissão do ruído, mas podem facilmente ser amortecidas. Na primeira parte da figura seguinte é utilizado um serrote para cortar uma placa, produzindo um elevado ruído. Com a simples colocação de um painel de amortecimento, o ruído produzido baixa consideravelmente.

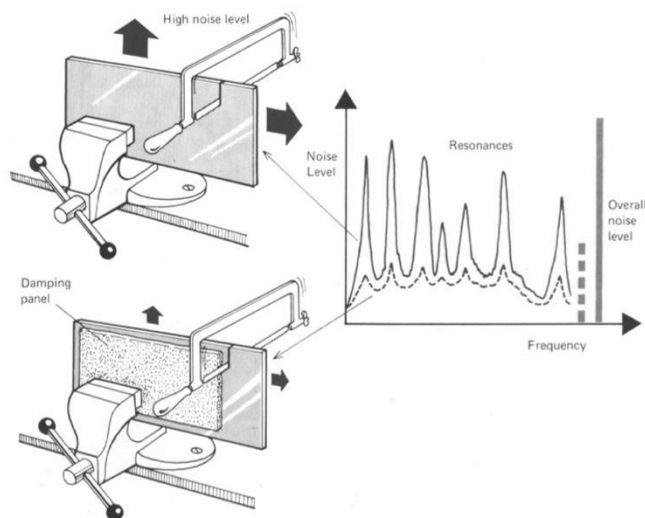


Figura 20 - Painel de amortecimento (Brüel & Kjaer, 1986)

A introdução de suportes flexíveis é uma medida que, quando bem aplicada, reduz o ruído, pois impede a propagação das vibrações produzidas pela fonte. Na figura que se segue, é apresentado o exemplo onde a fonte é isolada através da introdução de suportes flexíveis e também o exemplo onde, por sua vez, é isolada a sala onde se encontra o trabalhador.

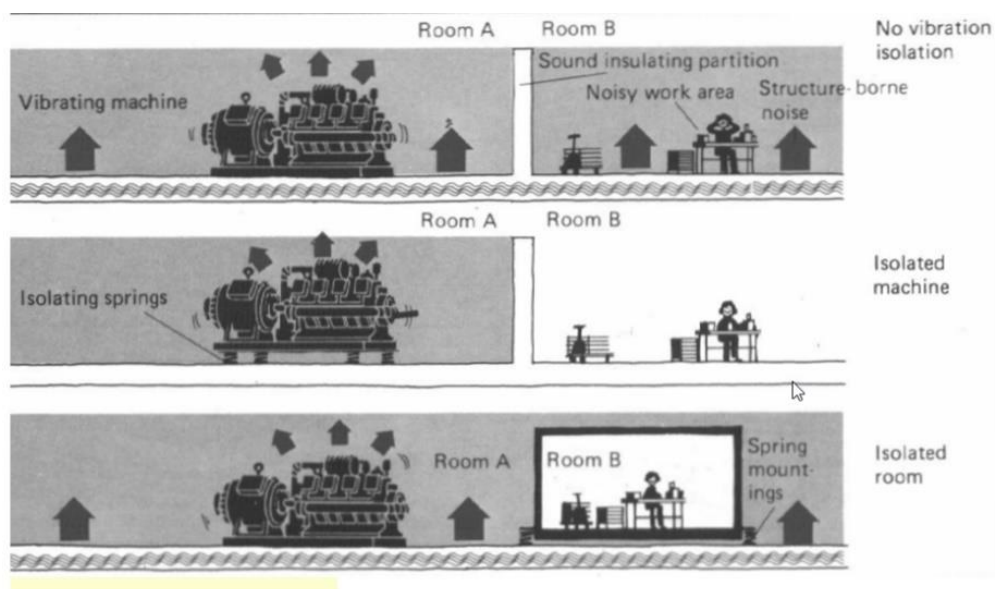


Figura 21 - Suportes flexíveis para redução de ruído (Brüel & Kjaer, 1986)

A figura que se segue demonstra a grande variedade de suportes e revestimentos que existem.

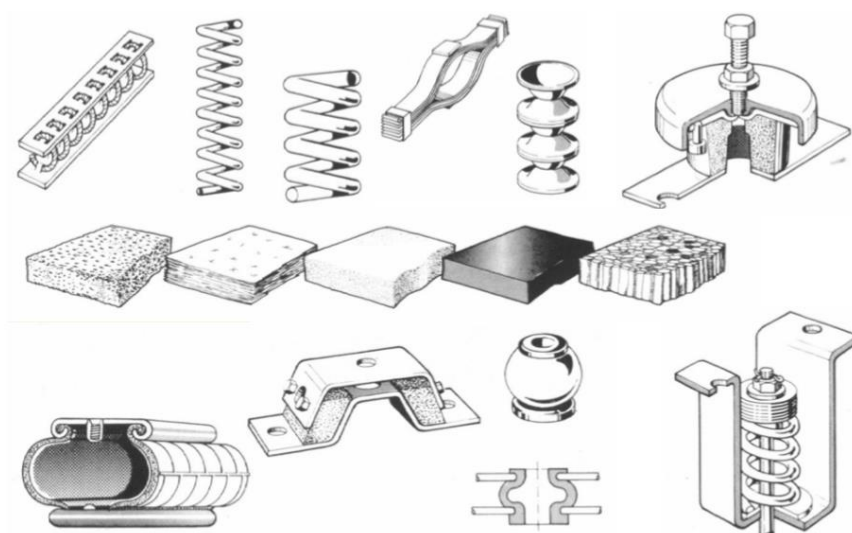


Figura 22 - Variedade de suportes e revestimentos (Brüel & Kjaer, 1986)

Com esta grande variedade de suportes surge a dificuldade em escolhê-los. Suportes mal escolhidos podem amplificar as vibrações, em vez de as reduzir.

As ligações rígidas entre equipamentos e outras superfícies devem ser desacopladas. Na figura que se segue está demonstrado um acoplamento flexível.

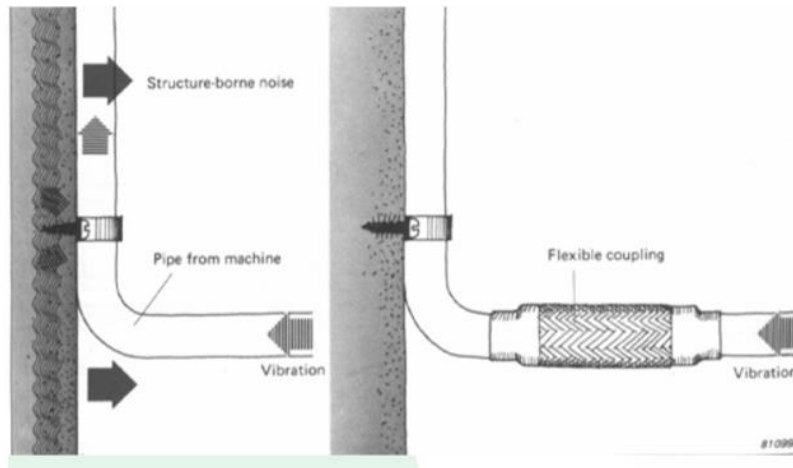


Figura 23 - Acoplamento flexível (Brüel & Kjaer, 1986)

Uma medida bastante utilizada é a colocação de barreiras acústicas em espaço fechado. Esta é uma medida que permite isolar a fonte emissora de modo a reduzir o ruído. Porém, esta só é eficaz se o teto possuir materiais absorventes, uma vez que, caso não tenha, o ruído vai ser refletido e propagar-se na mesma. A figura seguinte representa este exemplo.

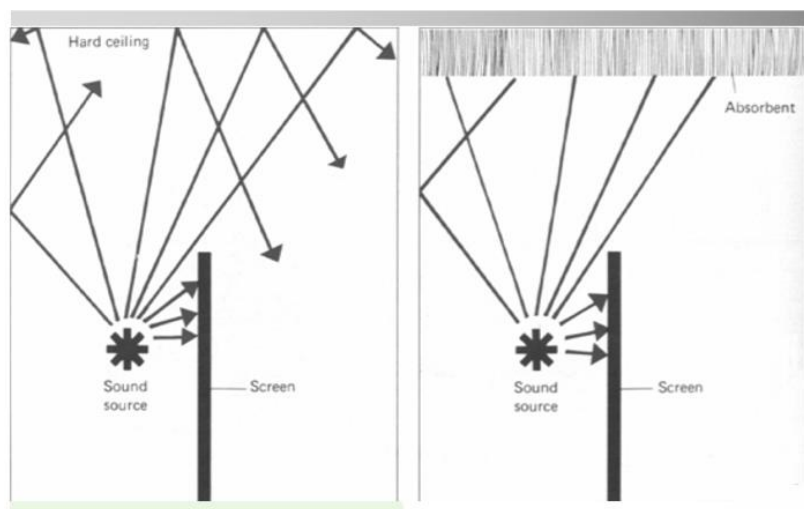


Figura 24 - Barreira acústica em espaço fechado (Brüel & Kjaer, 1986)

1.1.5 Sonómetro

Derivado da continuidade do trabalho, apresenta-se uma vez mais a abordagem a este tema.

O sonómetro é normalmente o aparelho utilizado para a medição do nível de ruído, sendo que existe uma grande variedade, desde os que indicam apenas valores aproximados de níveis sonoros, aos sonómetros que apresentam filtros de ponderação (A, B, C, D), respostas a impulsos entre outros.

A constituição de um sonómetro, apresentado na figura seguinte, contempla desde o microfone até ao mostrador, passando por vários componentes importantes, tais como o pré-amplificador, os filtros de ponderação e as constantes de tempo.

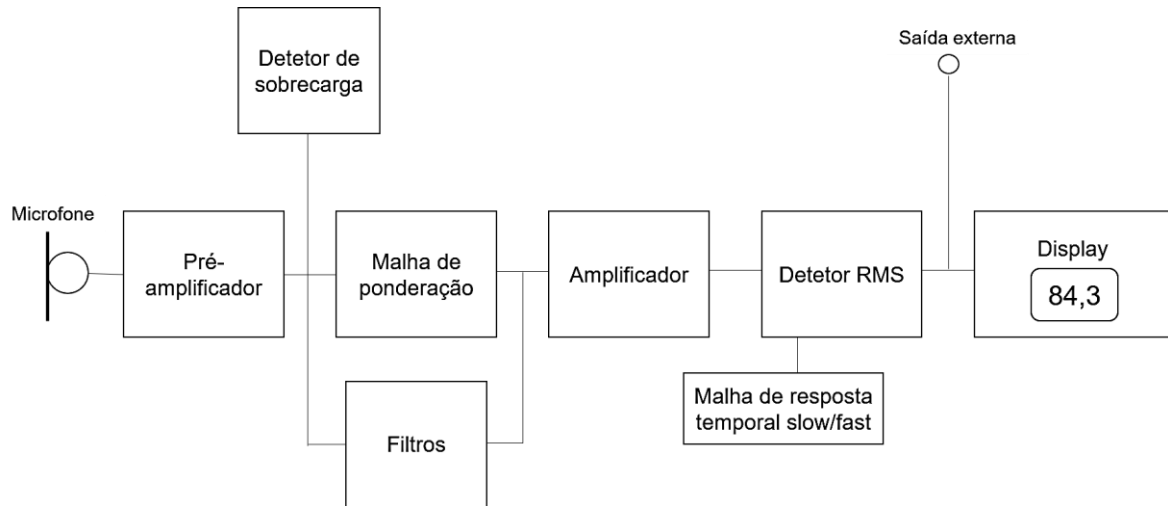


Figura 25 - Esquema de funcionamento de um sonómetro

Para que o aparelho de medição se comporte como o ouvido humano é necessário introduzir-lhe um filtro. “Existem vários tipos de filtros normalizados que correspondem, de uma forma não linear, às diferentes frequências, designando-se geralmente por filtros de ponderação (A, B, C, D)” (Miguel, 2014:303). A curva ponderadora A é a mais utilizada a nível de ruído industrial, pois é a que traduz aproximadamente a resposta do ouvido humano (Nunes, 2017). Aquando da utilização da curva de ponderação A nas medições os valores são seguidos pela designação decibel A, dB(A) (Miguel, 2014). Na figura seguinte estão representadas as curvas ponderadoras.

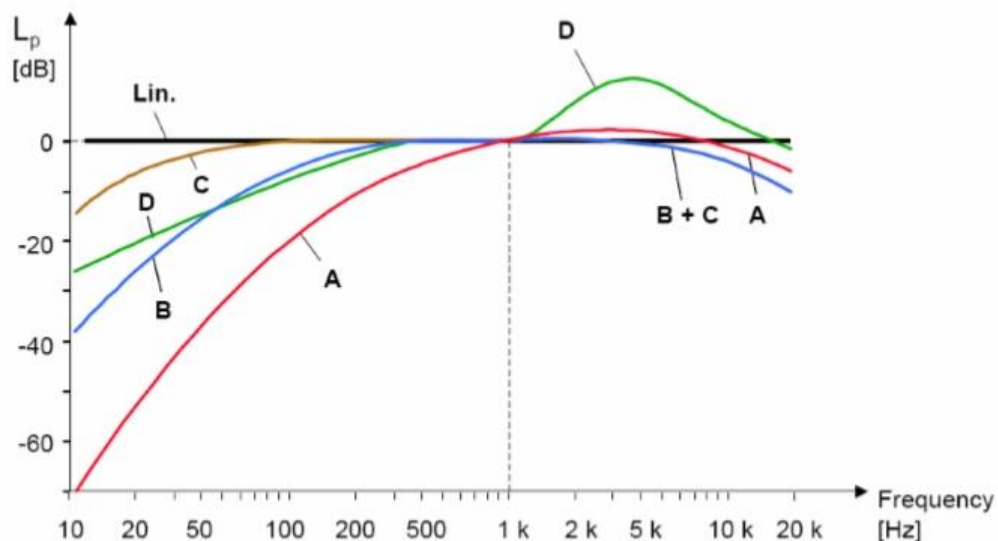


Figura 26 - Curvas de ponderadoras

Outros filtros também utilizados são os filtros de oitavas ou 1/3 de oitava, em que o filtro de oitava é o filtro em que a frequência mais alta é o dobro da mais baixa (Nunes, 2017). Como referido anteriormente (em 1.2.1) a gama audível está dividida em dez grupos de frequências (oitavas), que por sua vez estão divididos em três grupos - terços de oitava, como demonstrado na figura seguinte.



Figura 27 - Filtros de análise de frequência em oitavas/terços de oitava (dBwave.i, 2017)

Em relação às constantes de tempo, as mais utilizadas são *slow*, onde a resposta é lenta com elevado amortecimento e um tempo de integração de 1 s, *fast*, onde a resposta é rápida com um amortecimento pequeno e um tempo de integração de 125 ms e *impulse*, que tem um tempo de subida muito rápido e um tempo de descida amortecido de 35 ms (Miguel, 2014).

1.2 A Empresa

Com o intuito do desenvolvimento deste trabalho voltou-se a contactar a Empresa MMNunes Manutenção e Metalomecânica, Lda. que mais uma vez se mostrou disponível em ceder as suas instalações para a recolha de dados. Esta é uma microempresa no setor da metalomecânica e manutenção industrial que conta com uma equipa de 8 funcionários e tem como logotipo o apresentado em seguida.



Figura 28 - Logotipo MMNunes Manutenção e Metalomecânica, Lda

A empresa, propriedade de dois sócios, abriu portas no ano de 2000 e em meados de abril de 2017, deslocou as suas instalações para a estrada de Algeruz, no Vale Ana Gomes, em Setúbal. Atualmente disponibiliza trabalhos de serralharia, torno, soldadura e manutenção de máquinas e equipamentos de trabalho dentro e fora da empresa. A empresa encontra-se organizada de acordo com o organograma que se segue:

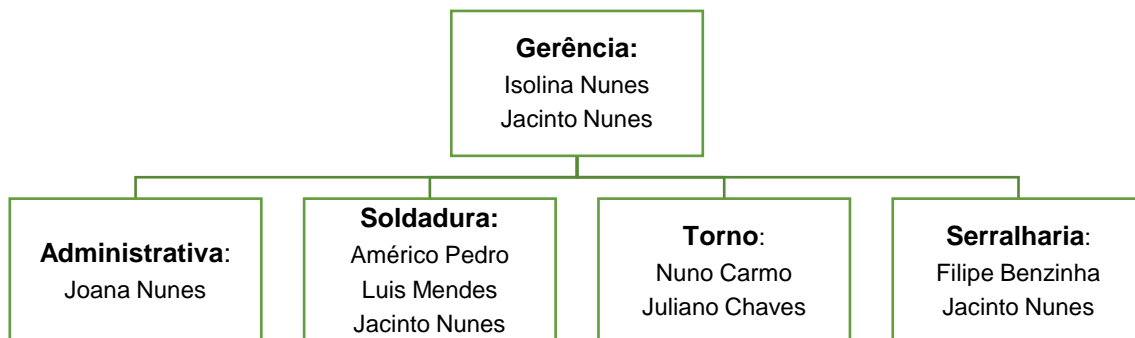


Figura 29 - Organograma da MMNunes Manutenção e Metalomecânica, Lda

A fonte de ruído em estudo é um torno COLCHESTER modelo Triumph 2000. Este torno conta com marcação CE e é usado regularmente várias horas por dia. O torno é utilizado para uma grande variedade de trabalhos, entre eles abrir escatéis, roscas, rasgos entre outros. Na figura que se segue estão as indicações para algumas das medidas do torno.



Figura 30 - Indicações para medidas do torno

Por forma a completar a figura anterior seguem-se as medições do torno:

- a. 130 cm
- b. 230 cm
- c. 52 cm
- d. 60 cm
- e. 54 cm

O motor do torno situa-se na zona indicada na figura 30 pelas letras c e d. Para uma melhor visualização da fonte de ruído apresentam-se algumas fotografias no apêndice I.

2 Metodologia

Neste capítulo apresenta-se a metodologia utilizada na realização deste trabalho. Como já referido, este tem como objetivo geral analisar o ruído no posto de trabalho intervindo na fonte e meio propagação e como objetivos específicos: analisar a fonte do ruído e identificar propostas de redução do mesmo, apresentar soluções para diminuição do ruído, tendo em conta o comportamento acústico esperado do meio envolvente e analisar se as medidas de redução de ruído são mais ou menos eficazes consoante o material que esteja a ser trabalhado no torno. Começa-se assim por descrever os métodos utilizados, seguindo-se a identificação dos participantes/fontes e instrumentos.

2.1 Métodos

Para a recolha de dados necessários à elaboração do trabalho realizaram-se medições de ruído na empresa, mais concretamente na fonte de ruído. Para a execução destas medições seguiu-se o método descrito no Anexo I do Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro. Devido à necessidade da presença do trabalhador no posto de trabalho, o microfone colocou-se a uma distância entre 0,10m a 0,30m em frente à orelha mais exposta do trabalhador. O intervalo de medição escolhido foi de 15 segundos.

Como já referido, a fonte de ruído é o torno apresentado anteriormente. Todas as medições foram feitas com o torno configurado para os mesmos padrões.

Para efetuar as medições foram escolhidos três tipos de material e geometrias diferentes:

- Cromoníquel FR3 redondo 20 mm;
- Aço de construção CK45 sextavado;
- Latão redondo.

Estes materiais foram escolhidos devido à sua diversidade e por serem os materiais mais usados no dia-a-dia dos trabalhadores. Para futuras referências, ao longo do trabalho irão ser denominados de cromoníquel, aço e latão. No apêndice 2 são apresentadas as fotografias de cada um destes materiais.

O material de absorção acústica escolhido para a realização deste trabalho foi um material que absorve o ruído e amortece as altas frequências da marca “noma phone” de 5,5 mm. Na figura que se segue está apresentando este material.



Figura 31 - Isolante acústico de 5.5 mm

Começou por se fazer três medições, uma para cada material no estado “normal” do torno, ou seja, sem qualquer tipo de isolamento. Posteriormente no trabalho, este cenário de medição vai ser denominado por “normal”.

Em seguida, procedeu-se ao isolamento da parte superior do torno. Foi cortado um retângulo do material isolante de modo a encaixar na tampa superior, fechando-se em seguida a mesma. No apêndice III é apresentada uma sequência de fotografias da parte superior sem tampa, da montagem e da tampa fechada com o material isolante no interior, de modo a ser perceptível o processo realizado. Estando aplicado o primeiro cenário de redução do ruído procedeu-se às três medições de ruído. Este cenário será denominado de “superior isolado”.

Depois, e mantendo a parte superior isolada, procedeu-se ao isolamento da parte inferior, onde se encontra o motor. Foram isolados pelo exterior três dos lados e o quarto lado tinha a entrada de ar, pelo que não se isolou. No apêndice IV é apresentada uma fotografia do antes e do depois do isolamento. Depois de aplicado este segundo cenário, procedeu-se mais uma vez às três medições de ruído. Este cenário será denominado de “superior + inferior isolado”.

Posteriormente, procedeu-se à troca do motor original do torno, por um motor mais recente. É de realçar que este motor, comparativamente ao motor antigo, inclui algumas medidas de redução de ruído. É importante também referir que este cenário não contempla qualquer tipo de isolante, nem na parte superior nem na inferior, apenas é realizada a troca para um motor mais recente. Posto isto, foram mais uma vez realizadas as três medições. Este cenário será denominado de “motor novo”.

De modo a permitir tirar mais conclusões, foram efetuadas outras duas medições. Estas consistiram em fazer medições apenas com motor a trabalhar, sem qualquer tipo de isolamento e sem qualquer tipo de material a ser trabalhado no torno. Efetuou-se assim, a título comparativo, uma

medição ao motor antigo e outra ao motor novo. Ambas foram efetuadas com o torno configurado com os mesmos padrões.

Em seguida, de acordo com o Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro, são efetuados todos os cálculos necessários à realização do trabalho. Começando por retirar os valores do nível sonoro contínuo equivalente ($L_{Aeq,Tk}$) e do nível de pressão sonora de pico (L_{Cpico}) do sonómetro e, de seguida, calculando os valores de $L_{EX,8h}$ e os valores de $\bar{L}_{EX,8h}$. As fórmulas utilizadas para estes cálculos são as apresentadas no ponto 1.2.2.

Posteriormente, são preenchidos os quadros individuais de avaliação de exposição pessoal diária de cada trabalhador ao ruído durante o trabalho de acordo com o Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro. Estes quadros estão apresentados no anexo A.

Com base nos resultados obtidos, são avaliados e discutidos todos os cenários de redução de ruído, comparando com a legislação e avaliando a efetividade para cada material.

Por fim, são propostos cenários teóricos de redução de ruído, tanto na fonte como no meio de propagação, a título de propostas de melhoria.

Este trabalho pode ser classificado como uma investigação aplicada no que diz respeito à natureza, estudo transversal, em relação ao tempo, pesquisa descritiva relativamente a objetivos, pesquisa quantitativa, quanto à forma de abordagem e pesquisa de campo no que respeita a procedimentos técnicos.

2.2 Participantes/Fontes

Este trabalho teve como fonte a Empresa MMNunes Manutenção e Metalomecânica, Lda e como participantes alguns dos trabalhadores da empresa.

Os documentos sobre a máquina utilizada foram disponibilizados pela trabalhadora Joana Nunes, enquanto que a parte técnica foi apresentada pelo trabalhador Filipe Benzinha.

2.3 Equipamento de medida

De modo a se realizar as medições de ruído o instrumento utilizado é um um “Sonómetro Integrador/Analizador de ruído” da marca Larson Davis e modelo LxT. Este cumpre os requisitos do Anexo II do Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro, pois possui as características temporais necessárias em função do tipo de ruído e das ponderações em frequência A e C; é um sonómetro integrador e possui um indicador de sobrecarga. As medições são realizadas com o sonómetro ajustado para a frequência A, constante de tempo fast, peak C e frequência de referência 1000Hz. De acordo com o manual de operação da Larson Davis (2006) o sonómetro possui o esquema geral apresentado na figura seguinte.



Figura 32 - Esquema geral do sonómetro

Ainda de acordo com o manual de operação da Larson Davis (2006), a figura que se segue apresenta a principal janela de visualização de dados do sonómetro.

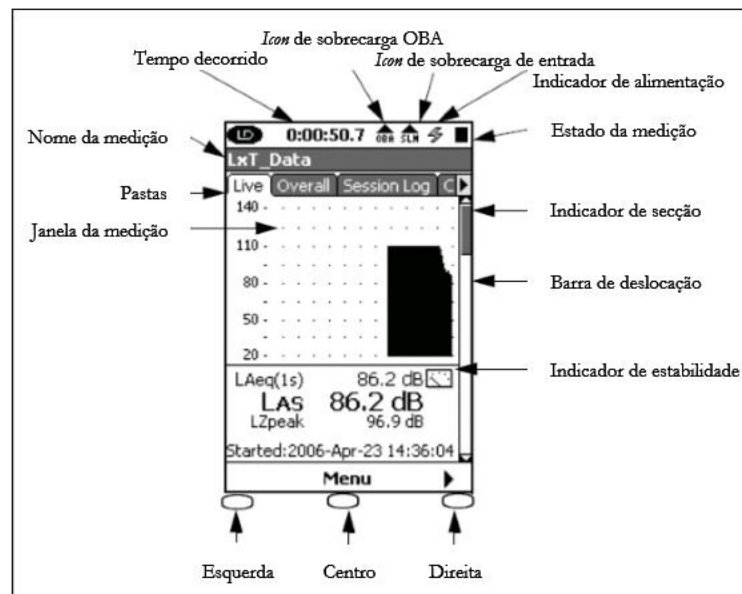


Figura 33 - Janela de visualização de dados do sonómetro

3 Análise de dados

No presente capítulo procede-se à exposição dos dados obtidos através das medições efetuadas na empresa e dos cálculos realizados com base nos mesmos.

No quadro 1 apresenta-se o valor do nível sonoro contínuo equivalente ($L_{Aeq,Tk}$) e do nível de pressão sonora de pico (L_{Cpico}) obtidos para todas as medições efetuadas.

Tabela 1 - Valores de $L_{Aeq,Tk}$ e L_{Cpico} para cada cenário/material

Cenários	Materiais	$L_{Aeq,Tk}$	L_{Cpico}
Normal	chromoníquel	84,8 dB	99,3 dB
	aço	83,2 dB	98,7 dB
	latão	87,2 dB	100,6 dB
Superior isolado	chromoníquel	80,4 dB	94,6 dB
	aço	80,8 dB	96,1 dB
	latão	83,2 dB	99,3 dB
Superior + inferior isolado	chromoníquel	80,7 dB	95,7 dB
	aço	81,4 dB	96,7 dB
	latão	88,9 dB	103,3 dB
Motor novo	chromoníquel	72,6 dB	86,3 dB
	aço	71,6 dB	87,2 dB
	latão	75,2 dB	88,3 dB

No quadro que se segue estão exibidos os valores obtidos na medição com o motor antigo e com o motor novo.

Tabela 2 - Valores obtidos motor antigo/novo

Medições	$L_{Aeq,Tk}$	L_{Cpico}
Motor antigo	66,3 dB	87,6 dB
Motor novo	57,6 dB	73,7 dB

No quadro seguinte, é apresentado o tempo de exposição ao ruído do trabalhador. Esta exposição é referente ao ruído produzido pela fonte de ruído, relativamente aos diferentes materiais e pelas atividades do dia-a-dia na empresa, denominado de “Outras atividades”. A este ruído corresponde uma exposição inferior a 80 dB. Os tempos de exposição considerados são os mais

aproximados a uma semana normal de trabalho, em que os dias com maior atividade são quinta-feira e sexta-feira.

Tabela 3 - Tempos de exposição

Ruído	Tempo de Exposição				
	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
cromoníquel	2h	2h	3h	3h	3h
aço	2h	2h	2h	2h	2h
latão	2h	2h	2h	2h	2h
Outras atividades	2h	2h	1h	1h	1h

De seguida, são efetuados os cálculos dos valores de $L_{EX,8h}$ e $\bar{L}_{EX,8h}$ (apêndice V). No quadro 4 está apresentado o resumo dos resultados obtidos.

Tabela 4 - Resumo dos resultados obtidos $L_{EX,8h}$ e $\bar{L}_{EX,8h}$

Cenários	$L_{EX,8h}$ (dB(A))					$\bar{L}_{EX,8h}$ (dB(A))
	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	
Normal	84,5	84,5	84,9	84,9	84,9	84,7
Superior isolado	81,3	81,3	81,3	81,3	81,3	81,3
Superior + inferior isolado	84,5	84,5	84,6	84,6	84,6	84,6
Motor novo	76,2	76,2	74,9	74,9	74,9	75,5

Por fim, são preenchidos os quadros individuais de avaliação de exposição pessoal diária de cada trabalhador ao ruído durante o trabalho de acordo com o Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro. Os quadros preenchidos encontram-se no apêndice VI.

4 Discussão dos dados

Com o desenvolvimento do presente trabalho pretendeu-se responder à questão de partida: Como reduzir o ruído no posto de trabalho intervindo na sua fonte e meio de propagação? Com o objetivo de dar resposta a esta questão, e no seguimento do capítulo anterior, procede-se agora à discussão dos dados obtidos.

Inicialmente, e tendo como base o quadro 1, são comparados os resultados obtidos para os diferentes materiais e diferentes cenários. Ao analisar os valores obtidos de $L_{Aeq,Tk}$ conclui-se que o latão foi consistentemente, para os quatro cenários, o material com o maior valor obtido. Este ficou cerca de 3 dB acima do cromoníquel e do aço nos cenários “normal”, “motor novo” e “superior isolado”. No que diz respeito ao cenário “superior + inferior isolado” o latão ficou cerca de 7 dB acima do aço, mas ao observar este valor com atenção conclui-se que é um valor erróneo. Durante a medição deste valor pensa-se que tenha acontecido uma situação fora do padrão: o torno penetrou um pouco mais fundo no latão, o que fez com que este valor seja tão discrepante comparado aos outros. Ao analisar os valores de L_{Cpico} repete-se a mesma situação com o latão a apresentar os maiores valores nos quatro cenários. Com esta análise é possível dar resposta ao objetivo: analisar se as medidas de redução de ruído são mais ou menos eficazes consoante o material que esteja a ser trabalhado no torno. Conclui-se, então, que as medidas de redução de ruído implementadas funcionam de igual modo para os diferentes materiais, pois as respetivas reduções foram proporcionais nos diferentes cenários.

No que diz respeito à medição efetuada com o motor antigo e com motor novo sem qualquer tipo de isolante ou material a ser trabalho no torno foram obtidos para $L_{Aeq,Tk}$ os valores de 66,3 dB para o motor antigo e 57,6 dB para o motor novo. Com esta substituição de motor foi observada uma descida de cerca de 9 dB, o que comprova o fato de o motor novo ser mais insonorizado comparativamente ao antigo.

Quanto aos valores de $L_{EX,8h}$ verifica-se que, para os cenários “normal” e “superior + inferior isolado”, quanto maior for o tempo de exposição ao ruído produzido pelo torno maior o valor. Por outro lado, para o cenário “motor novo” este valor torna-se maior quando o trabalho está exposto menos tempo. Isto deve-se ao valor assumido para “outras atividades” ser de 80 dB e o ruído medido no torno com o motor novo ser inferior.

De modo a ter uma melhor perceção dos resultados obtidos, no quadro seguinte é apresentada uma comparação entre os dados obtidos e o valor de ação inferior do Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro. É de realçar que para esta comparação foram escolhidos os valores dos dias que apresentavam valores mais elevados para $L_{EX,8h}$ e L_{Cpico} .

Tabela 5 - Comparação entre os dados obtidos e o valor de ação inferior do Decreto-Lei nº 182/2006

Cenários	$L_{EX,8h}$ (dB(A))	$\bar{L}_{EX,8h}$ (dB(A))	L_{Cpico} (dB(A))
Legislação (valor de ação inferior)	80	80	135
Normal	84,9	84,7	100,6
Superior isolado	81,3	81,3	99,3
Superior + inferior isolado	84,6	84,6	103,3
Motor novo	76,2	75,5	88,3

Comparados os valores obtidos com a legislação é possível verificar que os cenários “normal”, “superior isolado” e “superior + inferior isolado” se encontram acima do valor de ação inferior, enquanto que o cenário “motor novo” se encontra abaixo. Ao analisar os valores obtidos para o cenário “normal” é evidente que devem ser tomadas medidas de modo a reduzir o ruído.

Posto isto, ao analisar os valores do cenário “superior isolado” é perceptível uma descida de cerca de 3 dB. Porém esta medida, por si só, não é suficiente, pois os valores obtidos continuam a ser superiores aos valores de ação inferior definidos no Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro. Desde modo, com este cenário, o trabalhador continuaria a necessitar de usar protetores auditivos para diminuir a exposição ao ruído.

No que diz respeito ao cenário “superior + inferior isolado” os valores são mais uma vez afetados pelo valor erróneo da medição do latão, tornando estes valores muito elevados. Porém, e supondo que a redução de ruído seguia o padrão apresentando de 3 dB, este seria um cenário em que mais uma vez, por si só, esta medida não seria suficiente. Com os valores de medição aproximadamente iguais aos valores obtidos no cenário “superior isolado”, os resultados de $L_{EX,8h}$ e $\bar{L}_{EX,8h}$ seriam superiores aos 80 dB definidos no Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro. Deste modo é possível concluir que isolar o torno na parte inferior não é um cenário que seja eficaz.

Relativamente ao cenário “motor novo”, ao analisar os valores obtidos pode-se verificar uma descida de cerca de 9 dB quando comparando ao cenário “normal”. Esta descida é consistente com a descida de 9 dB observada nas medições do motor antigo para o motor novo.

Conclui-se assim que o cenário “motor novo” é o único dos cenários analisados em que os valores obtidos estão abaixo dos valores de ação inferior do Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro.

O presente trabalho contribuiu para uma melhoria das práticas de segurança e higiene no trabalho dentro da empresa relativamente ao ruído. Com os cenários de redução de ruído já

analisados e com os cenários apresentados de seguida no capítulo “propostas de melhoria”, a empresa ganhou uma nova perspectiva na abordagem à exposição dos trabalhadores ao ruído. Com esta nova perspectiva a empresa consegue diminuir as exposições ao ruído e manter os trabalhadores em segurança.

5 Propostas de melhoria

Concluída a discussão de dados, apresentam-se algumas propostas de melhoria, sendo estas tanto de metodologia como cenários teóricos de redução de ruído.

De modo a aumentar a fiabilidade dos dados obtidos, uma proposta de melhoria seria realizar várias medições de um mesmo cenário, por forma a poder fazer uma média e descartar valores erróneos.

De seguida, são propostos cenários teóricos de redução de ruído, a título de propostas de melhoria, que têm por objetivo melhorar as condições de trabalho relativamente à exposição ao ruído. Estes cenários não puderam ser testados na prática, devido à dificuldade da sua execução ou do investimento necessário.

Num primeiro cenário, é proposto uma troca dos rolamentos utilizados no motor do torno. Este utiliza os rolamentos FAG com gaiola de aço (primeiro rolamento na figura 34) que comparativamente a outros rolamentos são mais ruidosos, devido à constante fricção entre o aço. De modo a reduzir o ruído produzido, propõe-se a substituição desses rolamentos por rolamentos JAP com gaiola em bronze (rolamento do meio na figura 34), que têm menos atrito e são mais resistentes, ou pelos rolamentos NUP com gaiola em poliamida que são mais insonorizados (último rolamento figura 34). Comparativamente, de entre os três tipos de rolamentos apresentados, os NUP são os mais eficazes para a redução de ruído.



Figura 34 - Rolamentos do motor

Um segundo cenário é proposto a análise dos suportes e fundações onde o torno está assente. Devido à vibração produzida quando este se encontra em funcionamento, uma possível

solução é a substituição dos suportes do torno. Na figura que se segue estão apresentados os suportes atualmente em funcionamento.



Figura 35 - Suportes atuais do torno

De modo a reduzir a vibração, e por consequência o ruído produzido, os suportes poderiam ser substituídos por outros como os apresentados na figura seguinte. É de realçar que para esta mudança funcionar é necessário fazer uma análise da frequência da perturbação e da frequência natural do sistema. Isto porque, um suporte com material isolante pode ser muito bom numa situação e neste caso concreto não funcionar.

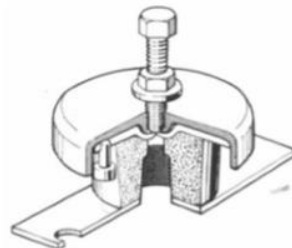


Figura 36 – Exemplo de proposta de suporte para o torno

Um outro cenário seria o de compartimentar o local em redor do torno através da montagem de divisórias ou de cabines, diminuindo assim a propagação do ruído. Segue-se um exemplo na figura seguinte.



Figura 37 - Compartimentação com divisórias (Dias, 2007)

Ainda no que diz respeito à propagação do ruído, poderiam ser colocados painéis anti-ruído revestidos de material absorvente na zona em que se localiza o torno. A figura que se segue apresenta exemplos de painéis anti-ruído que poderiam ser utilizados.

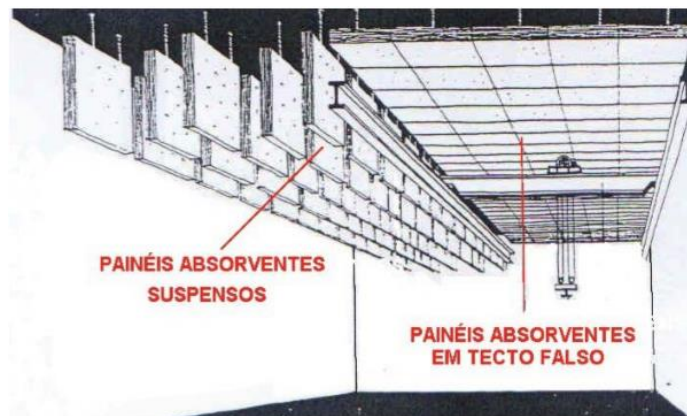


Figura 38 - Painéis anti-ruído (Dias, 2007)

O último cenário de redução proposto seria a substituição do torno atual por um novo. O novo torno proposto é um torno Toolroom CNC paralelo. Este torno, devido à funcionalidade de ser programável, apresenta a possibilidade de se fechar enquanto está a maquinar, não existindo a necessidade de o trabalhador estar exposto ao ruído. O grande contra deste cenário é o investimento de quase vinte e quatro mil euros que a empresa teria de fazer por torno. Na figura seguinte apresenta-se este torno.



Figura 39 - Torno CNC

Conclusões

O presente trabalho desenvolveu-se no âmbito do Trabalho de Projeto submetido como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Segurança e Higiene no Trabalho da 10ª edição do Mestrado Segurança e Higiene no Trabalho da Escola Superior de Tecnologia de Setúbal em parceria com a Escola Superior de Ciências Empresariais do Instituto Politécnico de Setúbal.

Este teve como pergunta de partida “como reduzir o ruído no posto de trabalho intervindo na sua fonte e meio de propagação?”. Articulado com esta pergunta de partida foi definido o objetivo geral: analisar o ruído no posto de trabalho intervindo na fonte e meio propagação e como objetivos específicos: analisar a fonte do ruído e identificar propostas de redução do mesmo, apresentar soluções para diminuição do ruído, tendo em conta o comportamento acústico esperado do meio envolvente e analisar se as medidas de redução de ruído são mais ou menos eficazes consoante o material que esteja a ser trabalhado no torno.

No que diz respeito à estrutura, este trabalho inicia-se com um enquadramento teórico à temática, que inclui um breve resumo do trabalho realizado no ano anterior e em seguida uma breve apresentação da empresa. Posteriormente é apresentada a metodologia, seguindo-se a análise de dados, a discussão de dados e propostas de melhoria. Por fim, expõem-se as conclusões, as referências bibliográficas, os apêndices e os anexos.

Ao analisar os valores de $L_{Aeq,Tk}$ obtidos, para os diferentes materiais, foi possível concluir que as medidas de redução de ruído implementadas funcionam de igual modo para estes materiais, pois as respetivas reduções de ruído foram proporcionais nos diferentes cenários.

Quanto aos valores de $L_{EX,8h}$ verifica-se que, para os cenários “normal” e “superior + inferior isolado”, quanto maior for o tempo de exposição ao ruído produzido pelo torno, maior o valor. Por outro lado, para o cenário “motor novo” este valor torna-se maior quando o trabalho está exposto menos tempo. Isto deve-se ao valor assumido para “outras atividades” ser de 80 dB e o ruído medido no torno, com o motor novo, ser inferior.

No que diz respeito ao cenário “superior isolado” conclui-se que esta medida, por si só, não é suficiente, pois os valores obtidos continuam a ser superiores aos valores de ação inferior definidos no Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro.

Para o cenário “superior + inferior isolado” os valores foram afetados pelo valor erróneo da medição do latão, tornando-os muito elevados. Contudo, ao supor que a redução do ruído seguia o padrão apresentando de 3 dB pode-se concluir que este cenário, mais uma vez, por si só, não seria suficiente para reduzir o ruído para valores aceitáveis pela legislação.

Em seguida, foi analisado o cenário “motor novo”, onde se verifica que existiu uma descida no valor de $L_{EX,8h}$ de 9 dB quando comparando ao cenário “normal” e que o valor desta descida é

consistente com o valor da descida observada nas medições do motor novo comparado ao motor antigo.

Depois de analisar os valores de $L_{EX,8h}$ e $\bar{L}_{EX,8h}$ foi possível concluir que o cenário “motor novo” é o único dos cenários analisados em que os valores obtidos estão abaixo dos valores de ação inferior do Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro.

Em suma, o trabalho realizado permitiu dar resposta à pergunta de partida, tendo sido atingidos os objetivos propostos e tendo ainda sido possível fornecer à empresa algumas propostas no sentido de poder aumentar as condições de segurança para os seus trabalhadores. Ainda que algumas destas propostas não tenham sido aplicadas na prática, são medidas que, existindo disponibilidade temporal e monetária por parte da empresa, podem vir a ser aplicadas e a surtir efeito.

Referências

ASHO (2009). **O que é ruído?**. Consultado em 31 de março de 2018, em:

<http://www.asho.com.br/artigos/o-que-e-ruído/>

Brüel & Kjaer (1986). **Noise Control: Principles and Practice**. 2ª edição

DBwave.i (2017). **Sonómetro – o que é**. dBi. Consultado em 23 de agosto de 2017, em:

<https://www.dbi.pt/sonometro/>

Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro. **Diário da República nº172 – 1ª Série**. Ministério do Trabalho e da Solidariedade Social. Consultado a 28 de julho de 2017. Disponível em:

http://www.oasrn.org/upload/apoio/legislacao/pdf/ruído_DL182_2006.pdf

Dias, E. (2007). **Ruído nos Locais de Trabalho**. Consultado em 12 de outubro de 2018, em:

<http://opac.iefp.pt:8080/images/winlibimg.aspx?skey=&doc=55652&img=1278>

Fradique, J., Matos, J., Tavares, L., Guedes, M. e Leite, M. (2011). **Guia prático para medições de ruído ambiente – no contexto do Regulamento Geral do Ruído tendo em conta a NP ISO 1996**.

Consultado em 15 de agosto de 2017, em:

https://www.apambiente.pt/_zdata/DAR/Ruido/NotasTecnicas_EstudosReferencia/GuiaPraticoMedicoesRuidoAmbiente.pdf

GEP/MTSS, Gabinete de Estratégia e Planeamento. (2009). **O Ruído no Trabalho**. Consultado em 31 de março de 2018, em:

https://www.cplp.org/Admin/Public/DWSDownload.aspx?File=Files%2FFiler%2FMIC_IT%2FFicheiros%2FBiblioteca%2FSaude_Seg%2FRuido_no_Trabalho.pdf.

Haas Automation, Inc. (2018). **CNC Machine Tools**. Consultado em 26 de outubro, em:

https://int.haascnc.com/mt_spec1.asp?intLanguageCode=1046&id=TL-1&webID=TOOLROOM_LATHE&fbclid=IwAR336RVMCaP7dPXiM7ttgTrcjK5MU0hrtT0EpsyF1d-3-gvL7c67ECQUk

Marques, P. (2017). **Avaliação do ruído por posto de trabalho numa empresa de metalomecânica**. Escola superior de Ciências Empresariais, Instituto Politécnico de Setúbal

Miguel, A. (2014). **Manual de Segurança e Higiene no Trabalho**. 13ª Edição, Porto Editora.

Neta, M (2018). **Propagação do som**. Consultado em 31 de março de 2018, em:

<http://www.fq.pt/som/33-propagacao-do-som>

Nunes, N. (2017). **Higiene no Trabalho, Vibrações e Ruído, Parte Ruído**. Escola Superior de Tecnologia de Setúbal, Instituto Politécnico de Setúbal

Nunes, N. (2017). **Mestrado Higiene e Segurança no Trabalho 6 – Exemplos Práticos de Redução de Ruído**. Escola Superior de Tecnologia de Setúbal, Instituto Politécnico de Setúbal

Pardal, T. (2015). **Consequências da Exposição ao Ruído de Baixa Frequência (RBF)**. SAFEMED. Consultado em 22 de agosto de 2017, em:

<http://blog.safemed.pt/consequencias-da-exposicao-ao-ruído-de-baixa-frequencia-rbf/>

Santos, J. (2001). **Controlo do Ruído**. Consultado em 5 de fevereiro de 2018, em:

<http://www.aeportugal.pt/Areas/AmbienteEnergia/RevistaPDF/Revista53/ControleRuido.pdf>

Simões, S. (2014). **Ruído e Vibrações no Corpo Humano - Avaliação de ruído e vibrações - LAUAK PORTUGUESA - Indústria Aeronáutica, LDA**. Escola superior de Ciências Empresariais, Instituto Politécnico de Setúbal

SPECMAN Engenharia, Diagnóstico e Manutenção, Lda. **MANUAL DE OPERAÇÃO – Sonómetro Integrador / Analisador de ruído SoundTrack™ LxT**. Lisboa

Valadas, B. e Leite, M. (2004). **O Ruído e a Cidade**. Consultado em 21 de agosto de 2017, em: https://www.apambiente.pt/_zdata/DAR/Ruido/o_rudo_e_a_cidade.pdf

Apêndices

- Apêndice I - Fotografias da fonte de ruído (torno)
- Apêndice II - Fotografias dos materiais utilizados
- Apêndice III - Fotografias do isolamento da parte superior
- Apêndice IV - Fotografias do isolamento da parte inferior
- Apêndice V - Cálculo dos valores de $L_{EX,8h}$ e $\bar{L}_{EX,8h}$
- Apêndice VI - Quadros individuais de avaliação pessoal diária de cada trabalhador ao ruído durante o trabalho

Apêndice I

Fotografias da fonte de ruído (torno)



Figura 40 - Torno visto de frente



Figura 41 -Torno visto pelo lado onde se posiciona o trabalhador

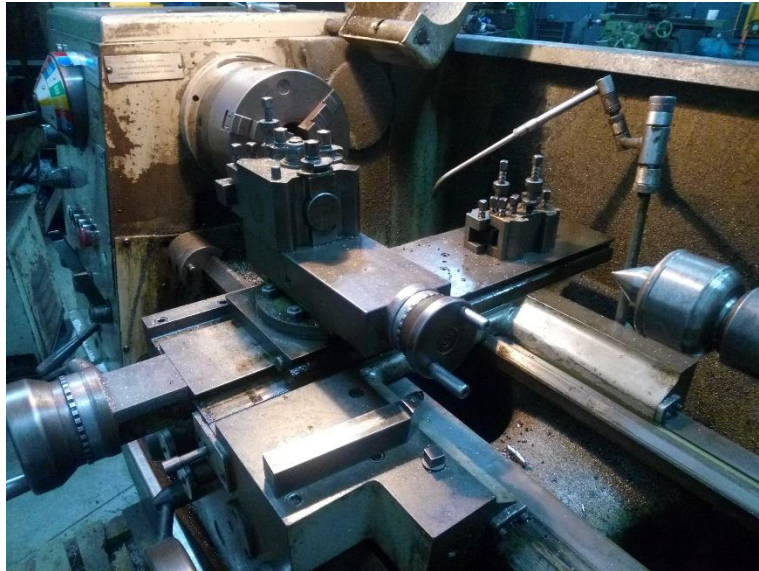


Figura 42 - "Interior" do torno

Apêndice II

Fotografias dos materiais utilizados



Figura 43 - Cromoníquel FR3 redondo 20 mm



Figura 44 - Aço de construção CK45 sextavado



Figura 45 - Latão redondo

Apêndice III

Fotografias do isolamento da parte superior



Figura 46 - Parte superior sem tampa



Figura 47 - Montagem do material isolante



Figura 48 - Tampa fechada com o material isolante no interior

Apêndice IV

Fotografias do isolamento da parte inferior



Figura 49 - Parte inferior (caixa do motor) antes do isolamento



Figura 50 - Parte inferior (caixa do motor) depois do isolamento

Apêndice V

Cálculo dos valores de $L_{EX,8h}$ e $\bar{L}_{EX,8h}$

Cenário: Normal

Cálculo da exposição diária ao ruído:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{8} \right) \sum_{k=1}^{k=n} T_k 10^{(0.1 L_{Aeq, Tk})} \right]$$

- Segunda-feira:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{8} \right) \times \left((2 \times 10^{(0.1 \times 84,8)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 83,2)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 87,2)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 80)}) \right) \right]$$
$$= 84,5 \text{ dB(A)}$$

- Terça-feira:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{8} \right) \times \left((2 \times 10^{(0.1 \times 84,8)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 83,2)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 87,2)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 80)}) \right) \right]$$
$$= 84,5 \text{ dB(A)}$$

- Quarta-feira:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{8} \right) \times \left((3 \times 10^{(0.1 \times 84,8)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 83,2)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 87,2)}) + (1 \times 10^{(0.1 \times 80)}) \right) \right]$$
$$= 84,9 \text{ dB(A)}$$

- Quinta-feira:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{8} \right) \times \left((3 \times 10^{(0.1 \times 84,8)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 83,2)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 87,2)}) + (1 \times 10^{(0.1 \times 80)}) \right) \right]$$
$$= 84,9 \text{ dB(A)}$$

- Sexta-feira:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{8} \right) \times \left((3 \times 10^{(0.1 \times 84,8)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 83,2)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 87,2)}) + (1 \times 10^{(0.1 \times 80)}) \right) \right]$$
$$= 84,9 \text{ dB(A)}$$

Cálculo da média semanal dos valores diários da exposição pessoal ao ruído:

$$\bar{L}_{EX,8h} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{5} \right) \sum_{k=1}^m 10^{(0.1 L_{EX,8h})_k} \right]$$

$$\bar{L}_{EX,8h} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{5} \right) \times \left((10^{(0.1 \times 84,5)} \times 2) + (10^{(0.1 \times 84,9)} \times 3) \right) \right] = 84,7 \text{ dB(A)}$$

Cenário: Superior isolado

Cálculo da exposição diária ao ruído:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{8} \right) \sum_{k=1}^{k=n} T_k 10^{(0.1 L_{Aeq,Tk})} \right]$$

- Segunda-feira:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{8} \right) \times \left((2 \times 10^{(0.1 \times 80,4)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 80,8)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 83,2)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 80)}) \right) \right]$$
$$= 81,3 \text{ dB(A)}$$

- Terça-feira:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{8} \right) \times \left((2 \times 10^{(0.1 \times 80,4)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 80,8)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 83,2)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 80)}) \right) \right]$$
$$= 81,3 \text{ dB(A)}$$

- Quarta-feira:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{8} \right) \times \left((3 \times 10^{(0.1 \times 80,4)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 80,8)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 83,2)}) + (1 \times 10^{(0.1 \times 80)}) \right) \right]$$
$$= 81,3 \text{ dB(A)}$$

- Quinta-feira:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{8} \right) \times \left((3 \times 10^{(0.1 \times 80,4)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 80,8)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 83,2)}) + (1 \times 10^{(0.1 \times 80)}) \right) \right]$$
$$= 81,3 \text{ dB(A)}$$

- Sexta-feira:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{8} \right) \times \left((3 \times 10^{(0.1 \times 80,4)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 80,8)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 83,2)}) + (1 \times 10^{(0.1 \times 80)}) \right) \right]$$
$$= 81,3 \text{ dB(A)}$$

Cálculo da média semanal dos valores diários da exposição pessoal ao ruído:

$$\bar{L}_{EX,8h} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{5} \right) \sum_{k=1}^m 10^{(0.1 L_{EX,8h})_k} \right]$$

$$\bar{L}_{EX,8h} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{5} \right) \times (10^{(0.1 \times 81,3)} \times 5) \right] = 81,3 \text{ dB(A)}$$

Cenário: Superior + inferior isolado

Cálculo da exposição diária ao ruído:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{8} \right) \sum_{k=1}^{k=n} T_k 10^{(0.1 L_{Aeq,Tk})} \right]$$

- Segunda-feira:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{8} \right) \times \left((2 \times 10^{(0.1 \times 80,7)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 81,4)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 88,9)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 80)}) \right) \right]$$
$$= 84,5 \text{ dB(A)}$$

- Terça-feira:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{8} \right) \times \left((2 \times 10^{(0.1 \times 80,7)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 81,4)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 88,9)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 80)}) \right) \right]$$
$$= 84,5 \text{ dB(A)}$$

- Quarta-feira:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{8} \right) \times \left((3 \times 10^{(0.1 \times 80,7)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 81,4)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 88,9)}) + (1 \times 10^{(0.1 \times 80)}) \right) \right]$$
$$= 84,6 \text{ dB(A)}$$

- Quinta-feira:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{8} \right) \times \left((3 \times 10^{(0.1 \times 80,7)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 81,4)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 88,9)}) + (1 \times 10^{(0.1 \times 80)}) \right) \right]$$
$$= 84,6 \text{ dB(A)}$$

- Sexta-feira:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{8} \right) \times \left((3 \times 10^{(0.1 \times 80,7)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 81,4)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 88,9)}) + (1 \times 10^{(0.1 \times 80)}) \right) \right]$$
$$= 84,6 \text{ dB(A)}$$

Cálculo da média semanal dos valores diários da exposição pessoal ao ruído:

$$\bar{L}_{EX,8h} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{5} \right) \sum_{k=1}^m 10^{(0.1 L_{EX,8h})_k} \right]$$

$$\bar{L}_{EX,8h} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{5} \right) \times \left((10^{(0.1 \times 84,5)} \times 2) + (10^{(0.1 \times 84,6)} \times 3) \right) \right] = 84,6 \text{ dB(A)}$$

Cenário: Motor novo

Cálculo da exposição diária ao ruído:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{8} \right) \sum_{k=1}^{k=n} T_k 10^{(0.1 L_{Aeq,Tk})} \right]$$

- Segunda-feira:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{8} \right) \times \left((2 \times 10^{(0.1 \times 72,6)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 71,6)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 75,2)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 80)}) \right) \right]$$
$$= 76,2 \text{ dB(A)}$$

- Terça-feira:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{8} \right) \times \left((2 \times 10^{(0.1 \times 72,6)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 71,6)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 75,2)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 80)}) \right) \right]$$
$$= 76,2 \text{ dB(A)}$$

- Quarta-feira:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{8} \right) \times \left((3 \times 10^{(0.1 \times 72,6)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 71,6)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 75,2)}) + (1 \times 10^{(0.1 \times 80)}) \right) \right]$$
$$= 74,9 \text{ dB(A)}$$

- Quinta-feira:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{8} \right) \times \left((3 \times 10^{(0.1 \times 72,6)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 71,6)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 75,2)}) + (1 \times 10^{(0.1 \times 80)}) \right) \right]$$
$$= 74,9 \text{ dB(A)}$$

- Sexta-feira:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{8} \right) \times \left((3 \times 10^{(0.1 \times 72,6)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 71,6)}) + (2 \times 10^{(0.1 \times 75,2)}) + (1 \times 10^{(0.1 \times 80)}) \right) \right]$$
$$= 74,9 \text{ dB(A)}$$

Cálculo da média semanal dos valores diários da exposição pessoal ao ruído:

$$\bar{L}_{EX,8h} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{5} \right) \sum_{k=1}^m 10^{(0.1 L_{EX,8h})_k} \right]$$

$$\bar{L}_{EX,8h} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{5} \right) \times \left((10^{(0.1 \times 76,2)} \times 2) + (10^{(0.1 \times 74,9)} \times 3) \right) \right] = 75,5 \text{ dB(A)}$$

Apêndice VI

Quadros individuais de avaliação pessoal diária de cada trabalhador ao ruído durante o trabalho

Tabela 6 - Quadro individual de avaliação de exposição pessoal diária - Normal 1


		
Quadro individual de avaliação de exposição pessoal diária de cada trabalhador ao ruído durante o trabalho		
Empresa / Estabelecimento: Empresa MMNunes Manutenção e Metalomecânica, Lda.		
Endereço: Estrada de Algeruz, Vale Ana Gomes, Setúbal		
Nome do Trabalhador: NA		
Data de nascimento: NA		Sexo: NA
Profissão: Torneiro		
Data de admissão na empresa, estabelecimento ou serviço: NA		
Tempo de serviço em ambientes ruidosos: NA		anos (estimativa)
Sistema de segurança social: NA		
Beneficiário nº: NA		
$L_{EX,8h} = 84,9 \text{ dB}(A)$		$L_{EX,8h,efect} = NA \text{ dB}(A)$
$\bar{L}_{EX,8h} = 84,7 \text{ dB}(A)$		$L_{Cpico} = 100,6 \text{ dB}(C)$
Assinatura do trabalhador: NA		Data: NA
Assinatura do empregador: NA		Data: NA
Data de avaliação: 19 de outubro de 2018		
Sistema de medição utilizado na avaliação: Descrito no Anexo I do Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro		
Método de ensaio: Descrito no Anexo I do Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro		
Nome do autor da avaliação: Pedro Marques		
Assinatura: Pedro Marques		

Tabela 7 - Quadro individual de avaliação de exposição pessoal diária - Normal 2


				
Quadro individual de avaliação de exposição pessoal diária de cada trabalhador ao ruído durante o trabalho				
Empresa / Estabelecimento: Empresa MMNunes Manutenção e Metalomecânica, Lda.				
Endereço: Estrada de Algeruz, Vale Ana Gomes, Setúbal				
Descrição das atividades do trabalhador na empresa, estabelecimento ou serviço Nome da zona de trabalho:	Tempo de amostragem (minuto) na medição de ruído T_e Nota: Nestas medições com a exatidão máxima será: $T_a = T_k = T_e$	T_k Tempo de exposição (horas/dia) ao ruído 'k' Nota: Quando seja necessário medir separadamente 'k' ruídos diferentes será: $T_e = \sum T_k$	$L_{Aeq,Tk}$ Em dB(A) Nota: Nestas condições calcular pela fórmula do nº 6 do Anexo I o valor de: $L_{EX,8h}$	L_{Cpico} Em dB(C)
a) cromoníquel	0,25	3	84,8	99,3
b) aço	0,25	2	83,2	98,7
c) latão	0,25	2	87,2	100,6
d) outras atividades	-	1	80	-
e)				
f)				
g)				
Valores finais		Total de horas de trabalho $T_0 = 8$ h/dia	Exposição pessoal diária $L_{EX,8h} = 84,9$ dB(A)	$L_{Cpico} = 100,6$ dB(C)

Tabela 8 - Quadro individual de avaliação de exposição pessoal diária - Superior isolado 1


		
Quadro individual de avaliação de exposição pessoal diária de cada trabalhador ao ruído durante o trabalho		
Empresa / Estabelecimento: Empresa MMNunes Manutenção e Metalomecânica, Lda.		
Endereço: Estrada de Algeruz, Vale Ana Gomes, Setúbal		
Nome do Trabalhador: NA		
Data de nascimento: NA		Sexo: NA
Profissão: Torneiro		
Data de admissão na empresa, estabelecimento ou serviço:		
Tempo de serviço em ambientes ruidosos: NA		anos (estimativa)
Sistema de segurança social: NA		
Beneficiário nº: NA		
$L_{EX,8h} = 81,3 \text{ dB}(A)$	$L_{EX,8h,efect} = NA \text{ dB}(A)$	
$\bar{L}_{EX,8h} = 81,3 \text{ dB}(A)$	$L_{Cpico} = 99,3 \text{ dB}(C)$	
Assinatura do trabalhador: NA		Data: NA
Assinatura do empregador: NA		Data: NA
Data de avaliação: 19 de outubro de 2018		
Sistema de medição utilizado na avaliação: Descrito no Anexo I do Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro		
Método de ensaio: Descrito no Anexo I do Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro		
Nome do autor da avaliação: Pedro Marques		
Assinatura: Pedro Marques		

Tabela 9 - Quadro individual de avaliação de exposição pessoal diária - Superior isolado 2


				
Quadro individual de avaliação de exposição pessoal diária de cada trabalhador ao ruído durante o trabalho				
Empresa / Estabelecimento: Empresa MMNunes Manutenção e Metalomecânica, Lda.				
Endereço: Estrada de Algeruz, Vale Ana Gomes, Setúbal				
Descrição das atividades do trabalhador na empresa, estabelecimento ou serviço Nome da zona de trabalho:	Tempo de amostragem (minuto) na medição de ruído T_e Nota: Nestas medições com a exatidão máxima será: $T_a = T_k = T_e$	T_k Tempo de exposição (horas/dia) ao ruído 'k' Nota: Quando seja necessário medir separadamente 'k' ruídos diferentes será: $T_e = \sum T_k$	$L_{Aeq,Tk}$ Em dB(A) Nota: Nestas condições calcular pela fórmula do nº 6 do Anexo I o valor de: $L_{EX,8h}$	L_{Cpico} Em dB(C)
a) cromoníquel	0,25	2	80,4	94,6
b) aço	0,25	2	80,8	96,1
c) latão	0,25	2	83,2	99,3
d) outras atividades	-	2	80	-
e)				
f)				
g)				
Valores finais		Total de horas de trabalho $T_0 = 8$ h/dia	Exposição pessoal diária $L_{EX,8h} = 81,3$ dB(A)	$L_{Cpico} = 99,3$ dB(C)

Tabela 11 - Quadro individual de avaliação de exposição pessoal diária - Superior + inferior isolado 2



				
<p align="center">Quadro individual de avaliação de exposição pessoal diária de cada trabalhador ao ruído durante o trabalho</p>				
Empresa / Estabelecimento: Empresa MMNunes Manutenção e Metalomecânica, Lda.				
Endereço: Estrada de Algeruz, Vale Ana Gomes, Setúbal				
Descrição das atividades do trabalhador na empresa, estabelecimento ou serviço Nome da zona de trabalho:	Tempo de amostragem (minuto) na medição de ruído T_e Nota: Nestas medições com a exatidão máxima será: $T_a = T_k = T_e$	T_k Tempo de exposição (horas/dia) ao ruído 'k' Nota: Quando seja necessário medir separadamente 'k' ruídos diferentes será: $T_e = \sum T_k$	$L_{Aeq,Tk}$ Em dB(A) Nota: Nestas condições calcular pela fórmula do nº 6 do Anexo I o valor de: $L_{EX,8h}$	L_{Cpico} Em dB(C)
a) cromoníquel	0,25	3	80,7	95,7
b) aço	0,25	2	81,4	96,7
c) latão	0,25	2	88,9	103,3
d) outras atividades	-	1	80	-
e)				
f)				
g)				
Valores finais		Total de horas de trabalho $T_0 = 8$ h/dia	Exposição pessoal diária $L_{EX,8h} = 84,6$ dB(A)	$L_{Cpico} = 103,3$ dB(C)

Tabela 13 - Quadro individual de avaliação de exposição pessoal diária - Motor novo 2

				
<p align="center">Quadro individual de avaliação de exposição pessoal diária de cada trabalhador ao ruído durante o trabalho</p>				
Empresa / Estabelecimento: Empresa MMNunes Manutenção e Metalomecânica, Lda.				
Endereço: Estrada de Algeruz, Vale Ana Gomes, Setúbal				
Descrição das atividades do trabalhador na empresa, estabelecimento ou serviço Nome da zona de trabalho:	Tempo de amostragem (minuto) na medição de ruído T_e Nota: Nestas medições com a exatidão máxima será: $T_a = T_k = T_e$	T_k Tempo de exposição (horas/dia) ao ruído 'k' Nota: Quando seja necessário medir separadamente 'k' ruídos diferentes será: $T_e = \sum T_k$	$L_{Aeq,Tk}$ Em dB(A) Nota: Nestas condições calcular pela fórmula do nº 6 do Anexo I o valor de: $L_{EX,8h}$	L_{Cpico} Em dB(C)
a) cromoníquel	0,25	3	72,6	86,3
b) aço	0,25	2	71,6	87,2
c) latão	0,25	2	75,2	88,3
d) outras atividades	-	1	80	-
e)				
f)				
g)				
Valores finais		Total de horas de trabalho $T_0 = 8$ h/dia	Exposição pessoal diária $L_{EX,8h} = 75,5$ dB(A)	$L_{Cpico} = 88,3$ dB(C)

Anexos

- Anexo A - Quadros individuais de avaliação de exposição pessoal diária de cada trabalhador ao ruído durante o trabalho (Anexo III do Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro);

Anexo A

Quadros individuais de avaliação de exposição pessoal diária de cada trabalhador ao ruído durante o trabalho (Anexo III do Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro)

Tabela 14 - Quadro individual de avaliação de exposição pessoal diária 1

Espaço reservado para o logotipo ou carimbo da empresa, estabelecimento ou serviço		
Quadro individual de avaliação de exposição pessoal diária de cada trabalhador ao ruído durante o trabalho		
<p>Empresa / Estabelecimento:</p> <p>Endereço:</p> <p>Nome do Trabalhador:</p> <p>Data de nascimento: Sexo:</p> <p>Profissão:</p> <p>Data de admissão na empresa, estabelecimento ou serviço:</p> <p>Tempo de serviço em ambientes ruidosos: anos (estimativa)</p> <p>Sistema de segurança social:</p> <p>Beneficiário nº:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$L_{EX,8h} = \quad dB(A)$</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$L_{EX,8h,efect} = \quad dB(A)$</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$\bar{L}_{EX,8h} = \quad dB(A)$</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$L_{Cpico} = \quad dB(C)$</div> </div> <p>Assinatura do trabalhador: Data:</p> <p>Assinatura do empregador: Data:</p> <p>Data de avaliação:</p> <p>Sistema de medição utilizado na avaliação:</p> <p>Método de ensaio:</p>		
<p>Nome do autor da avaliação:</p> <p>Assinatura:</p>		

Tabela 15 - Quadro individual de avaliação de exposição pessoal diária 2

Espaço reservado para o logotipo ou carimbo da empresa, estabelecimento ou serviço				
Quadro individual de avaliação de exposição pessoal diária de cada trabalhador ao ruído durante o trabalho				
Empresa / Estabelecimento:				
Endereço:				
Descrição das atividades do trabalhador na empresa, estabelecimento ou serviço	Tempo de amostragem (minuto) na medição de ruído T_e	T_k Tempo de exposição (horas/dia) ao ruído 'k' Nota: Quando seja necessário medir separadamente 'k' ruídos diferentes será:	$L_{Aeq,Tk}$ Em dB(A) Nota: Nestas condições calcular pela fórmula do nº 6 do Anexo I o valor de: $L_{EX,8h}$	L_{Cpico} Em dB(C)
Nome da zona de trabalho:	Nota: Nestas medições com a exatidão máxima será: $T_a = T_k = T_e$	$T_e = \sum T_k$		
a)				
b)				
c)				
d)				
e)				
f)				
g)				
Valores finais		Total de horas de trabalho $T_0 =$ h/dia	Exposição pessoal diária $L_{EX,8h} =$ dB(A)	$L_{Cpico} =$ dB(C)