

Mestrado de Higiene e Segurança Ocupacionais

**Indústria automóvel: avaliação da
exposição dos trabalhadores ao ruído**



Fábrica de Mecânica

Autor: Joaquim Manuel Henriques Valente Rebelo, nº 6082

Orientador: Doutora Tânia Daniela Lopes da Rocha Fontes

Co-orientador: Dr. António Almeida Pinho Leite

02 de Janeiro de 2017



Agradecimentos

Agradeço à minha esposa e ao meu filho, pois foram eles os impulsionadores desta minha aventura acadêmica aos 51 anos de idade, dedicando-lhes este trabalho como retribuição pelo tempo que lhes *roubei* e pelos transtornos causados no nosso espaço familiar.

Agradeço aos orientadores da dissertação do mestrado, Professores Pinho Leite e Tânia Fontes mas, e porque me iria esquecer sempre de alguém, quero agradecer a todos aqueles que dedicaram o seu precioso tempo e verdadeiro sentimento de interesse na realização deste trabalho, cujo produto final aqui apresento.

Resumo

Os efeitos nocivos da exposição a elevados níveis sonoros na saúde humana são sobejamente conhecidos desde há alguns séculos atrás. Hoje em dia, esta exposição é a principal causa de perda permanente de audição em adultos em todo o mundo, merecendo, por isso, um grande destaque por parte das entidades empregadoras, sendo que a avaliação da exposição pessoal diária de cada trabalhador ao ruído durante o trabalho é uma obrigação legal.

Este trabalho tem como objetivo geral a medição dos níveis sonoros na área da caixa diferencial JR das instalações da Renault Cacia (linhas L99 e L81 e na Máquina Infas da Caixa Diferencial. Este decorreu nas instalações da Renault Cacia, uma empresa do setor da indústria automóvel, localizada em Aveiro.

A realização desta avaliação de ruído teve por base a observação direta das atividades desenvolvidas por cada colaborador, no seu respetivo posto de trabalho, a conversação, a fotografia/imagem, e a medição dos níveis sonoros em cada um dos três postos avaliados.

A avaliação da exposição pessoal diária ao ruído dos trabalhadores foi feita recorrendo à medição baseada em tarefas (TASK) e utilizou-se um dosímetro.

Os resultados obtidos permitiram concluir que nas linhas L99 e L81 os trabalhadores estão expostos a ruídos com valores (87,38 dB (A) e 91,25 dB (A), respetivamente) superiores ao valor limite de ação superior (87,00 dB (A), estabelecido por lei. Desta forma verificou-se a obrigatoriedade da utilização de protetores auditivos para ambos os casos.

Na Máquina Infas os trabalhadores estão expostos a ruídos com valores (84,14 dB (A)) superiores ao limite de ação inferior (80,00 dB (A), estabelecido por lei, pelo que se definiu a obrigatoriedade da disponibilização de protetores auditivos para esses trabalhadores.

Procedeu-se à seleção dos protetores auditivos adequados, dentro da gama disponibilizada pela Renault Cacia e atualizou-se a cartografia do ruído da empresa.

Palavras-chave: Ruído; Pressão Sonora; Vibração; Dosímetro; Análise de Frequência

Abstract

The harmful effects of exposure to elevated sound levels on human health have been well known for several centuries. Presently, this exposure is the principal cause of permanent hearing loss in adults worldwide, thus deserving of the great consideration by employers, being that an assessment of each worker's daily personal exposure to noise during work is a legal obligation.

The project's general objective was the measurement of sound levels in the JR differential box area of the Renault Cacia facilities (specifically lines L99 and L81) and in the Differential Box Infas Machine. This study took place on the premises of Renault Cacia, a company in the automobile industry, located in Aveiro.

The evaluation of the noise levels was conducted based on the direct observation of the activities developed by each employee, in their respective workstation, by conversation, photographs or images, and the measurement of the sound levels in each of the three stations evaluated.

The assessment of the daily personal noise exposure of workers was done using the task-based measurement (TASK) and a dosimeter. The results obtained showed that, in lines L99 and L81, the workers are exposed to noises (87.38 dB (A) and 91.25 dB (A), respectively) higher than the upper limit value (87.00 dB (A)), established by law. These results, therefore, confirm the need to use of hearing protectors while working in both lines.

In the Infas Machine, workers are exposed to noise with values (84.14 dB (A)) higher than the lower action limit (80.00 dB (A)) established by law, which stipulates the mandatory provision of hearing protectors for these workers.

As a result of this study, the appropriate hearing protectors were selected, within the type of hearing protectors that are made available by Renault Cacia to the workers and the company's noise map was updated.

Key-words

Noise; Sound Pressure; Vibration, Dosimeter; Frequency Analysis

ÍNDICE

Agradecimentos	i
Resumo	iii
Abstract.....	iv
ÍNDICE.....	v
Índice de figuras	ix
Índice de tabelas	xiii
Siglas e Abreviaturas	xv
I. Introdução.....	1
1. Enquadramento	1
2. Objetivos do trabalho	4
3. Estrutura do relatório	4
II. DESCRIÇÃO DO CASO DE ESTUDO	6
1. Características gerais	6
3. A História da empresa	8
4. Processo produtivo	12
5. Produtos.....	13
6. Organização dos Serviços de Saúde, Higiene e Segurança do Trabalho.....	16
7. Política de Qualidade, Ambiente e Segurança.....	18
8. Missão e Valores da Renault Cacia	19
III. Estado da arte.....	21
1. Parâmetros Físicos.....	22
2. Frequências – Faixas de resposta.....	24
3. Fenómenos de transmissão de ruído.....	27
4. Filtros de ponderação.....	31
5. Ruído no ambiente de trabalho.....	32

6. Legislação sobre ruído industrial.....	32
7. Equipamentos de medição de ruído.....	33
8. Medição dos parâmetros de avaliação.....	34
9. Medidas gerais de prevenção.....	35
10. Parâmetros acústicos.....	36
11. Anatomia do ouvido.....	38
IV. METODOLOGIA.....	41
1. Postos de trabalho amostrados.....	41
1.1 Maquinação das Caixas Diferencial JR Linha 99.....	41
1.2 Montagem das Caixas Diferencial JR e Coroa – Máquina Infas e L81.....	44
2. Métodos.....	50
2.1 Descrição do método.....	50
2.2 Equipamento utilizado.....	51
2.3 Incerteza da medição.....	52
2.3.1 Incerteza combinada e da incerteza expandida.....	53
2.4 Escolha dos protetores auriculares.....	55
3. Procedimento experimental.....	56
V. RESULTADOS.....	58
1. Apresentação de resultados.....	58
2. Seleção de protetores auditivos.....	59
3. Comparação das cartas de ruído após avaliação realizada.....	61
VI. NOTAS CONCLUSIVAS.....	64
1. Principais conclusões.....	64
2. Limitações do trabalho realizado.....	67
3. Perspetivas futuras.....	68
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71

LEGISLAÇÃO.....	72
ANEXOS	I

Índice de figuras

Figura 1 - Pirâmide Hierárquica da empresa Renault Cacia.	7
Figura 2 - Instalações da empresa Renault Cacia.	8
Figura 3 - Mapa das acessibilidades da unidade fabril da Renault Cacia.....	10
Figura 4 - Esquema do setor da Produção da empresa Renault Cacia.	12
Figura 5 - Caixa de velocidades: (a) JR e (b) ND.....	13
Figura 6 - Árvores de equilibragem.....	14
Figura 7 - Bomba de óleo	14
Figura 8 - Cárteres.....	14
Figura 9 - Roda de Coroa.....	15
Figura 10 - Pinhões	15
Figura 11 – Árvores primária e Secundária.....	15
Figura 12 - Eixos.....	15
Figura 13 - Volantes.....	16
Figura 14 - Coletores.....	16
Figura 15 - Suporte de injetores.....	16
Figura 16 - Organograma dos serviços de SHST da Renault Cacia.....	17
Figura 17 - Parâmetros físicos (Fernandes, 2002).....	23
Figura 18 - Ciclo ou onda completa (Costa, 2003).....	24
Figura 19 - Escala de frequências.	24
Figura 20 - Níveis sonoros de referência importantes para o homem (Miguel,2009).....	25
Figura 21 - Espectros de frequência em bandas de oitava e 1/3 de oitava (Marín, 2001).....	26
Figura 22 - Esquema da distribuição de energia Sonora de uma onda ao encontrar um obstáculo (Hall, 1993)).	28
Figura 23 - Exemplo da reflexão das ondas sonoras (Crocker, 2007).	30

Figura 24 - Exemplo de refração das ondas sonoras (Crocker, 2007).....	30
Figura 25 - Exemplo de difração das ondas sonoras (Crocker, 2007).	30
Figura 26 - Gráfico que ilustra as características da atenuação de filtros do tipo A (Fahy & Walker, 1998)	31
Figura 27 - Componentes de um sonómetro (Samagaio, 2008).....	33
Figura 28 - Sonómetro e dosímetro.....	33
Figura 29 - Atividades do dia-a-dia Vs. Níveis Sonoros (Cardoso, 2010).....	38
Figura 30 - Zonas do ouvido humano (Cardoso, 2010).....	39
Figura 31 - Constituição do ouvido humano (Cardoso, 2010).....	40
Figura 32 - Célula Ciliada (Cardoso, 2010).....	40
Figura 33 - Maquinação das Caixas Diferencial JR Op.110.....	42
Figura 34 - Tornos EMAG com 2 Árvores verticais Op.120.	42
Figura 35 – Meio de controlo MARPOSS.	42
Figura 36 - Tornos EMAG com 1 Árvore vertical inferior Op.130.	43
Figura 37 - Tornos FAMAR com 1 Árvore vertical inferior Op.140.	43
Figura 38 - Zona de descarga da linha OP150.....	44
Figura 39 – Máquina Infas controlo de choques na Coroa.....	45
Figura 40 - Carregamento da Caixa Diferencial e Coroa.....	46
Figura 41 - Ilha Climessy.....	46
Figura 42 - Esquema do posto.	47
Figura 43 – Máquina Nagel.....	48
Figura 44 - Máquina de lavar.....	48
Figura 45 – Controlo Visão de choques.....	49
Figura 46 - Zona de Montagem.....	49
Figura 47 - Esquema do posto de montagem.....	49
Figura 48 – .Zona de Descarga.....	49

Figura 49 - Embalagem e Etiquetagem.....	49
Figura 50 - Cartografia do Ruído – Fabricação antes (A) e depois (B) do trabalho.....	63

Índice de tabelas

Tabela 1 – Acessibilidades e distâncias à unidade fabril da Renault Cacia.....	9
Tabela 2 – Evolução cronológica da Renault Cacia.....	11
Tabela 3 – Distribuição das frequências em bandas de oitava (Marín, 2001)).	26
Tabela 4 – Ponderação Filtro A (Fahy & Walker, 1998)	31
Tabela 5 – Valores limites de exposição (Decreto-Lei N° 182/2006).....	34
Tabela 6 – Unidades do Sistema Internacional dos parâmetros acústicos (Cardoso, 2010).	37
Tabela 7 – Apresentação das medições da Linha 99 (maquinação).....	58
Tabela 8 – Apresentação das medições da Máquina Infas (montagem).....	58
Tabela 9 - Apresentação das medições da Linha 81 (montagem).	59
Tabela 10 – Apresentação dos resultados obtidos para $L_{EX,8h}$ dB (A) considerando as respetivas incertezas calculadas.....	59
Tabela 11 – Protetores auriculares existentes na empresa	60
Tabela 12 – Valores de referência para protetores auriculares (Decreto-Lei n° 182/2006).....	61
Tabela 13 – Resultados da escolha dos protetores auriculares (valores $L_{EX, 8h, efet}$ dB (A)).....	61
Tabela 14 - Valores de referência (Decreto-Lei N° 182/2006).....	64

Siglas e Abreviaturas

Check-list – Lista de Controlo

CUET – Chefe da Unidade Elementar de Trabalho

EAQF – Capacidade de Avaliação da Qualidade de Fornecedores (*Evaluation Aptitude Quality Fournisseur*)

EN – Norma Europeia (*European Norm*)

ENB – Escola Nacional de Bombeiros

ESI/BI – Equipas de Segunda Intervenção/Brigadas de Incêndio

FAP - Fábrica de Automóveis de Portugal

FOS - Folha de Operação Standard

EPC – Equipamentos de Proteção Coletiva

EPI – Equipamentos de Proteção Individual

INEM – Instituto Nacional de Emergência Médica

IPQ – Instituto Português da Qualidade

ISO – Organização Internacional para a standardização (International Organization for Standardization)

Layout – Organização do espaço

NFPA – Associação Nacional de Proteção ao Fogo (*National Fire Protection Association*)

NP – Norma Portuguesa

P.A.S.A. – Plano de Apoio ao Setor Automóvel

Prevencionista – Elementos da fábrica que realizam em permanência um trabalho dirigido à prevenção de incêndios e acidentes

PROCIV – Proteção Civil

RGEU – Regulamento Geral de Edificações Urbanas

RHP – Risco Altamente Protegido (*Highly Protected Risk*)

RJSCIE – Regime Jurídico da Segurança Contra Incêndios em Edifícios

RTSCIE – Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios

SADI – Sistema Automático de Detecção de Incêndio

SCIE – Segurança Contra Incêndios em Edifícios

SPR - Sistema de Produção Renault

Segway – Meio de transporte de duas rodas inventado por Dean Kamen

SHST – Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho

SNB – Serviço Nacional de Bombeiros

SPR – Sistema de Produção Renault

UET – Unidade Elementar de Trabalho

UP – Unidade de Passagem

UT – Utilização-Tipo

UTAC – União Técnica do Automóvel, do motociclo e do velocípede (*Technical Union of the Automobile, Motorcycle and Cycle*)

VLE – Valor Limite de Exposição

I. INTRODUÇÃO

O estudo que aqui se apresenta encontra-se estruturado em oito secções, cada uma delas constituída por vários capítulos cuja estrutura se apresenta em seguida.

1. Enquadramento

A Segurança é um conceito que está inerente ao ser humano e que evoluiu com o progresso de outros conceitos que lhe estão ligados, como o bem-estar social ou a qualidade de vida.

Ao longo dos tempos, a Segurança do Trabalho foi vista como meio de prevenção de acidentes de trabalho e evoluiu abrangendo um número cada vez maior de processos e atividades, que levou ao conceito que hoje conhecemos.

Primeiramente, surgiu a preocupação das pessoas em evitar lesões ou danos que o decorrer das suas atividades lhes proporcionassem, mas com o passar do tempo começou-se a notar que havia problemas específicos de saúde relacionados com as atividades que eram desenvolvidas. Portanto, as pessoas tiveram necessidade de estudar e perceber a origem da ocorrência de tais situações em trabalhadores que exerciam o mesmo tipo de atividade. Surgiu então a preocupação para a prevenção desses mesmos problemas a longo prazo, que hoje conhecemos como doenças profissionais, que se baseiam no conceito que hoje conhecemos como Higiene do Trabalho.

A par da evolução deste conceito, foi-se notando que os danos causados pelo trabalho não se limitavam apenas aos aspetos físicos, mas também aos aspetos psíquicos, sociais e morais dos indivíduos e, com isto, desenvolveram-se as bases da Segurança e Higiene do Trabalho (SHT) tal como a conhecemos hoje.

No entanto a evolução da tecnologia e do conhecimento do ser humano faz com que a SHT nunca seja um saber finito e o papel dos Técnicos e Especialistas em Higiene e Segurança Ocupacionais é acompanhar essa

evolução e transmitir o conhecimento aos seus trabalhadores, para que sejam minimizados os riscos associados às atividades que desenvolvem.

Hoje já se pode notar um grande desenvolvimento desta área da SHT, pois podemos verificar uma grande evolução tanto da legislação aplicável como do aumento dos serviços no setor.

O Ruído é um dos agentes físicos inerentes à atividade industrial que provocam danos nos trabalhadores, tanto físicos como psicológicos e diminuem o bem-estar e a produtividade dos mesmos.

Do ponto de vista físico, pode definir-se ruído como uma vibração mecânica aleatória de um meio elástico. Fisiologicamente, ruído é toda uma perturbação acústica que causa incomodidade auditiva (Miguel, 2006).

Na Europa, cerca de um terço dos trabalhadores (60 milhões de trabalhadores) está exposto a níveis sonoros potencialmente perigosos durante pelo menos um quarto do seu tempo de trabalho (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2005). A perda de audição induzida pelo ruído continua a ser responsável por um terço do total das doenças profissionais (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2005).

Segundo as últimas estatísticas do Eurostat, resultados obtidos do inquérito ao emprego em 2007 sobre os acidentes de trabalho e problemas de saúde relacionados com o trabalho, concluiu que 8,6% dos trabalhadores da UE - União Europeia teve problemas de saúde relacionados com o trabalho, constando-se que um dos fatores principais que afetou negativamente a saúde de homens e mulheres trabalhadores foi a exposição ao ruído e vibração com aproximadamente 4,13% e 6,66%, respetivamente.

Um em cada cinco trabalhadores europeus tem de utilizar a sua voz para se fazer ouvir durante, pelo menos, metade do tempo que passa no trabalho e 7% dos trabalhadores europeus sofrem de dificuldades auditivas relacionadas com o trabalho (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2005).

Por outro lado, dentro dos trabalhadores existem dois grupos de riscos, os jovens e as trabalhadoras grávidas. A exposição de uma trabalhadora grávida a

níveis de ruído excessivos pode afetar a sua saúde e colocar em risco a do seu bebé, deste modo a entidade patronal deve avaliar a natureza, o grau e a duração da sua exposição ao ruído, devendo optar por melhores as suas condições de trabalho (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2005).

Assim sendo, afirma-se que o ruído constituiu um duro incómodo para o trabalhador na execução das suas tarefas, provocando obstáculo quer durante as comunicações verbais e sonoras, instigando a sua fadiga geral, e nos casos extremos possibilita o aparecimento de traumas auditivos e alterações fisiológicas.

Relativamente à exposição ao ruído os seus níveis continuam a ultrapassar regularmente o valores-limite em muitos setores, tais como os da agricultura, construção, engenharia, indústria alimentar e de bebidas, transformação da madeira, fundição e entretenimento (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2007).

Existem já vários métodos de quantificação do ruído e das suas consequências e, portanto, é cada vez mais importante que se utilizem esses métodos e se apliquem as medidas necessárias para a proteção dos trabalhadores expostos ao ruído. Isto é essencial para que os trabalhadores não sofram os danos provocados a curto/médio/longo prazo por este agente físico e para que as empresas possam tirar o melhor rendimento dos seus colaboradores.

Na Renault Cacia os colaboradores deparam-se com níveis elevados de ruído na área, que dificulta o seu trabalho regular, pelo que ações que visem a sua diminuição contribuirão para uma melhoria das condições de trabalho. Torna-se urgente a identificação e análise das fontes emissoras de ruído e a implementação de medidas que visem eliminar estas fontes ou nos casos em que não seja possível eliminar, minorar os seus efeitos.

Consciente das implicações que o ruído tem sobre os seus trabalhadores, a empresa Renault Cacia, tem um conjunto de medidas que visam minorar as fontes de emissão de ruído e recorre à utilização de protetores auriculares para reduzir (nos casos em que não é possível eliminar) o impacto do ruído nestes.

Contudo, dada a diversidade e grande dimensão das instalações e da grande variedade de postos de trabalho existentes nas suas instalações, existem vários pontos nos quais ainda não foram realizados estudos de medição de ruído.

Assim, o propósito deste trabalho consistiu em avaliar a exposição pessoal diária dos trabalhadores ao ruído nas UET 3571 e 3572 e o desenvolvimento de um conjunto de soluções que vise a redução de ruído para níveis abaixo de 80 dB (A) em todos os locais/postos de trabalho na área, bem como atualizar a cartografia do ruído da empresa Renault Cacia.

2. Objetivos do trabalho

O objetivo principal do trabalho que deu origem a este relatório foi a medição dos níveis sonoros na área da caixa diferencial JR das instalações da Renault Cacia (linhas L99 e L81 e na Máquina Infas da Caixa Diferencial), e identificação de medidas de eliminação e/ou redução/manutenção desses níveis para valores aceitáveis de acordo com os limites de exposição definidos por lei. Assim, os objetivos gerais para este trabalho são:

- Medir os níveis sonoros em 3 postos de trabalho de atividades distintas (montagem, maquinação e máquina Infas);
- Identificar novas fontes emissoras de ruído nos locais analisados;
- Alargar as zonas da cartografia de ruído avaliado e controlado.

A realização deste trabalho deverá revelar-se de grande importância e com impacto direto na satisfação dos colaboradores e na prevenção/proteção dos mesmos, no que diz respeito ao ruído e suas implicações na sua saúde e bem-estar.

3. Estrutura do relatório

O relatório encontra-se dividido em várias secções e cada secção dividida em vários capítulos

A secção “Introdução” é composta por três capítulos, nos quais se apresentam o enquadramento teórico da problemática debatida no estudo, os objetivos do trabalho desenvolvido e a estrutura do relatório.

Na secção “Descrição do caso de estudo”, é feita uma breve apresentação da empresa onde decorreu o trabalho.

Na secção “Estado da arte” , faz-se o enquadramento relativo ao ruído , à sua medição e controlo.

Na secção “Metodologia”, é feita a descrição da metodologia utilizada para a concretização do estudo.

Na secção “Resultados” é feita a apresentação dos resultados obtidos nas medições, cálculos de incertezas e escolha dos protetores.

Na secção “Notas conclusivas”, são feitas as constatações finais deste trabalho, comparando os resultados obtidos com os resultados esperados. É também nesta secção que é feita a apresentação das principais dificuldades sentidas no decurso do trabalho, bem como de sugestões para trabalhos a desenvolver futuramente.

É feita também uma listagem das referências bibliográficas e dos diplomas legais que serviram de base para a realização e fundamentação deste trabalho, nas seções “Referências Bibliográficas” e “Legislação”, respetivamente.

II. DESCRIÇÃO DO CASO DE ESTUDO

Este relatório versa sobre as atividades desenvolvidas no âmbito do projeto do mestrado de Higiene e Segurança Ocupacionais. Este foi realizado nas instalações da Renault Cacia, uma empresa do setor da indústria automóvel, localizada em Aveiro. De seguida, apresentar-se uma breve descrição da empresa e das suas principais atividades, processos produtivos e respetivas políticas de gestão.

1. Características gerais

A Renault Cacia é uma indústria metalomecânica do setor automóvel, que produz componentes de motores e caixas de velocidades. A empresa Renault Cacia tem as seguintes características:

- Denominação social: Renault Cacia – Companhia Aveirense de Componentes para a Indústria Automóvel;
- N.º de identificação pessoa coletiva: 504 463 969;
- Capital social: 10.000.000 €;
- Sede: Renault Cacia – Largo da Junqueira, Aveiro;
- Grupo económico multinacional: Régie National des Usines RENAULT (sede em Paris).

A empresa está estruturada segundo uma pirâmide hierárquica (Fig 1), sendo o topo assumido pelo Administrador-Delegado, seguido pelos diretores dos oito departamentos, que são respetivamente o departamento de Recursos Humanos, Logística, Informática, Compras, Manutenção, Qualidade, Finanças e Produção. Os chefes de serviço e os técnicos e/ou operadores encontram-se nas linhas hierárquicas imediatamente abaixo.

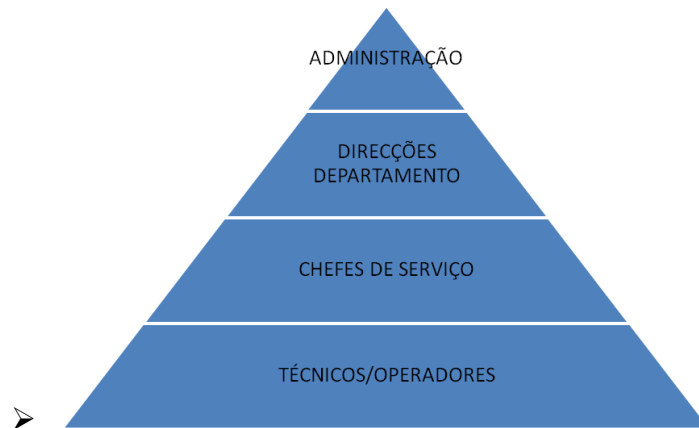


Figura 1 - Pirâmide Hierárquica da empresa Renault Cacia.

O regime de laboração é contínuo e ao longo de 24 horas, que são distribuídas em três turnos fixos, sendo a repartição de efetivos por horário de trabalho efetuada da seguinte forma:

(i) Durante os dias úteis:

- Trabalham por turnos 67% dos efetivos (operadores e chefias), com os seguintes horários:

- i. 6:00 às 14:00;
- ii. 14:00 às 22:00;
- iii. 22:00 às 6:00.

- Trabalham em regime normal 25% dos efetivos (chefias e serviços) das 8:00 às 17:00.

(ii) Ao fim de semana: funciona um turno das 6:00 às 18:00 e onde laboram cerca de 8% dos restantes efetivos (chefias, operadores e serviços).

2. Instalações

A unidade fabril está localizada em Aveiro com uma área aproximada de 340.000 m², dos quais 67.696 m² são de área coberta, área esta que é composta por dois grandes edifícios destinados à produção de caixas de velocidades e componentes para motores (Figura 2 -).



Figura 2 - Instalações da empresa Renault Cacia.

3. A História da empresa

A Renault Cacia (Companhia Aveirense de Componentes para a Indústria Automóvel), fábrica do Grupo Renault, produz órgãos e componentes para a indústria automóvel desde setembro de 1981. A fábrica está localizada num dos mais importantes centros industriais de Portugal – Aveiro – onde a convergência de acessos é favorecida pela geografia (Fig 1 e Fig 2), o que vem dinamizar a indústria e consequentemente, contribuir para os índices de desenvolvimentos económico.

As instalações da Renault Cacia ocupam uma superfície total de 300.000m² e uma área coberta de 70.000m² (Fig 3), combinando uma excelente operacionalidade pelo seu perfil físico, que permite um ótimo esquema de distribuição e facilidade de fluxos, de pessoas e de equipamentos.

A Renault Cacia produz atualmente caixas de velocidades assim como vários componentes para motores, nomeadamente bombas de óleo, árvores de equilibragem e outros componentes em ferro fundido e alumínio. A totalidade dos produtos destina-se a fábricas RENAULT e NISSAN de montagem veículos

e de mecânica situadas em países como Espanha, França, Roménia, Turquia, Eslovénia, Brasil, Chile, Marrocos, Africa do Sul, Irão e Índia.

Alguns números em 2015:

- 1134 Colaboradores;
- Idade média: 40 anos;
- Faturação 280 600 000 euros;
- Caixas de velocidades produzidas: 562 mil;
- Bombas de Óleo: 1,4 milhões;
- 100% da produção para exportação.

Tabela 1 – Acessibilidades e distâncias à unidade fabril da Renault Cacia

Transporte	Distância
Marítimo	10 Km do porto de Aveiro
	70 Km do porto de Leixões
	270 Km do porto de Lisboa
Ferroviário	100 m da plataforma multimodal de Cacia
Aéreo	70 km do aeroporto Sá Carneiro, Porto
Rodoviário	Acesso à A1, A17, A25, A28, A29
	185 km Espanha A25



Figura 3 - Mapa das acessibilidades da unidade fabril da Renault Cacia.

Tabela 2 – Evolução cronológica da Renault Cacia.

Ano	Principais eventos
1981	Início da produção de Caixas de Velocidades.
1982	Início da maquinação e montagem de Motores.
1988	Início da produção de componentes mecânicos para outras fábricas do Grupo RENAULT.
1992	Fabricante exclusivo do Motor C3G para o veículo Twingo, fabricando 1700 motores/dia
1995	Certificação da empresa – ISO 9002, pelo IPQ
1997	Início de atividade para construtores exteriores ao Grupo. Certificação da Qualidade pela UTAC
1999	Fiscalização de Fábrica – Constituição da nova sociedade Renault Cacia – Companhia Aveirense de Componentes para a Industria Automóvel, SA
2000	Certificação Ambiental – NP EN ISO 14001:2000, pela UTAC
2001	Concentração de atividade para o Grupo Renault. Implementação do SPR. Início de Produção de Cárteres e Caixas de Velocidades ND (para a Aliança) e AEQ para o Motor G
2002	Desativação e transferência de linhas de produtos em fim de vida e início de produção da Caixa JR. Certificação do Sistema de Gestão da Qualidade NP EN ISO 9001:2000
2003	Arranque do Módulo 3 dos Cárteres, Caixas Diferencial ND e “ <i>backup</i> ” JR. Transferência da Échange Standard para Choisy
2004	Fábrica com Risco Altamente Protegido (RHP). Fim da fabricação da cambota Maneurop, último produto para o exterior
2005	Arranque da Fabricação de Cárteres de Embraiagem e Mecanismo, Cone Crabot MT1, Bombas de Óleo e Árvore de Equilibragem M1D
2006	Renault Contrato 2009. Acordo Bolsa de Horas. Comemoração dos 25 Anos da Renault Cacia
2007	Início da produção de Coroas JR. Aumento capacitário da Árvore de Equilibragem. Reestruturação da organização
2008	Início da produção CV ND4. Otimização do aparelho industrial: aumento capacitário CV JR e flexibilização das linhas de montagem JR/ND. Management à frente – Dossier UET, 5S, grupo progresso
2009	Gestão de Crise (redução de stocks e dos investimentos, P.A.S.A, forte controlo de custos, comunicação reforçada). Criação de melhores condições de trabalho e ambiente (instalação do sistema de exaustão). Novo acordo de flexibilidade. Entrega de prémio “Racionalização da Energia” pela EDP (Eletricidade de Portugal).

4. Processo produtivo

A Direção de produção está organizada em 5 *ateliers*, que estão divididos nas diferentes Unidades Elementares de Trabalho (UET) de acordo com os vários componentes/peças que produzem (Fig 4):

- *Atelier 1*: componentes para a caixa de velocidades (árvores primária e secundária, carretos fixos e loucos);
- *Atelier 2*: componentes para as caixas de velocidades (eixos, cárteres de mecanismo/embragem e caixa diferencial);
- *Ateliers 3 e 4*: componentes para os motores (bombas de óleo, porta-injetores, coletores, balanceiros, eixos balanceiros, volantes e árvores de equilibragem);
- *Atelier 5*: montagem de caixas de velocidades, sendo constituído por duas linhas.



Figura 4 - Esquema do setor da Produção da empresa Renault Cacia.

O processo de fabrico decorre em quatro grandes etapas principais:

- Maquinação de matéria-prima (brutos), assim como de outros componentes a utilizar, executada nas UET a que dizem respeito;
- Tratamento térmico (ao qual são sujeitas apenas algumas peças), que consiste em conferir à peça propriedades superiores de dureza e resistência;
- Após tratamento térmico, as peças são sujeitas a um processo de acabamento (retificação);
- Por fim procede-se à montagem e aos ensaios, antes da expedição.

5. Produtos

Da vasta gama de produtos fabricados na Renault Cacia, destacam-se os órgãos considerados estratégicos para a fábrica, caixas de velocidades, árvores de equilibragem e bombas de óleo. Estratégicos porquê?

Porque as caixas de velocidades representam a maior parte do volume de negócios da fábrica (80%); as árvores de equilibragem são de conceção Renault Cacia e a sua maquinaria e montagem são exclusivas da fábrica; as bombas de óleo representam 80% da produção do grupo e uma parte das mesmas é de fabricação exclusiva da fábrica.

A fábrica produz dois tipos de caixas de velocidades, a Caixa ND (Fig 5 (b)), que tem seis velocidades e equipa veículos particulares com forte motorização, e a Caixa JR (Fig 5 (a)) que tem cinco velocidades e equipa veículos particulares e utilitários com motorizações mais baixas.

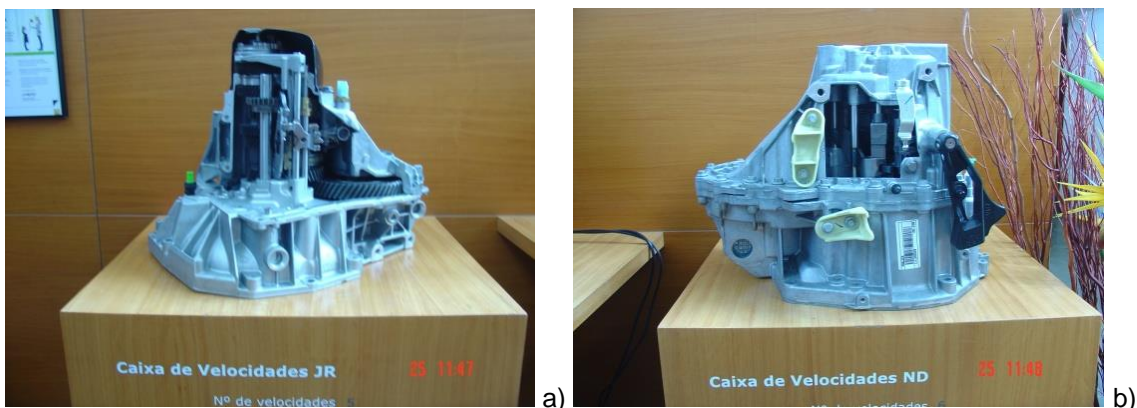


Figura 5 - Caixa de velocidades: (a) JR e (b) ND.

As árvores de equilibragem (Fig 6) reduzem as vibrações e o ruído, contribuindo para o suave funcionamento dos motores e para o conforto sonoro dos veículos. São um exemplo da excelência mecânica dos novos motores da Renault.



Figura 6 - Árvores de equilibragem.

As bombas de óleo (Fig 7) são o coração do sistema de lubrificação do motor, equipam uma boa parte da gama de motores da Renault e têm uma excelente qualidade e fiabilidade tal como a sua importante função o exige.



Figura 7 - Bomba de óleo

Fazem ainda parte da lista de produtos produzidos pela empresa Renault Cacia diversos componentes para fabrico de caixas de velocidades (Fig 8 a 12) e componentes para motores (Fig 13 a 15).



Figura 8 - Cárteres.



Figura 9 - Roda de Coroa.



Figura 10 - Pinhões



Figura 11 – Árvores primária e Secundária



Figura 12 - Eixos.



Figura 13 - Volantes.



Figura 14 - Coletores.



Figura 15 - Suporte de injetores.

6. Organização dos Serviços de Saúde, Higiene e Segurança do Trabalho

A lei n.º 102/2009 de 10 de setembro, que estabelece o Regime Jurídico da Promoção da Segurança e Saúde no Trabalho (SHST), no seu capítulo VI, secção I, artigo 73º estabelece que “O empregador deve organizar o serviço de segurança e saúde no trabalho (Lei n.º 102/2009 de 10 de setembro).

No artigo 74º é indicado que o empregador pode adotar uma de 3 modalidades na organização destes serviços, de acordo com os critérios definidos na lei.

No caso da Renault Cacia, estão organizados na modalidade de serviço interno, uma vez que, de acordo com a alínea a) do artigo 74º da mesma lei, e artigo 78º no número 3 alínea a) a Renault tem pelo menos 400 trabalhadores (1134 trabalhadores no total).

Os serviços de SHST funcionam na dependência da Direção dos Recursos Humanos. Os serviços internos são assegurados pela Médica do Trabalho, pela Técnica Superior de SHST e Técnico de SHST.

O organograma está definido de acordo com a Fig 16:

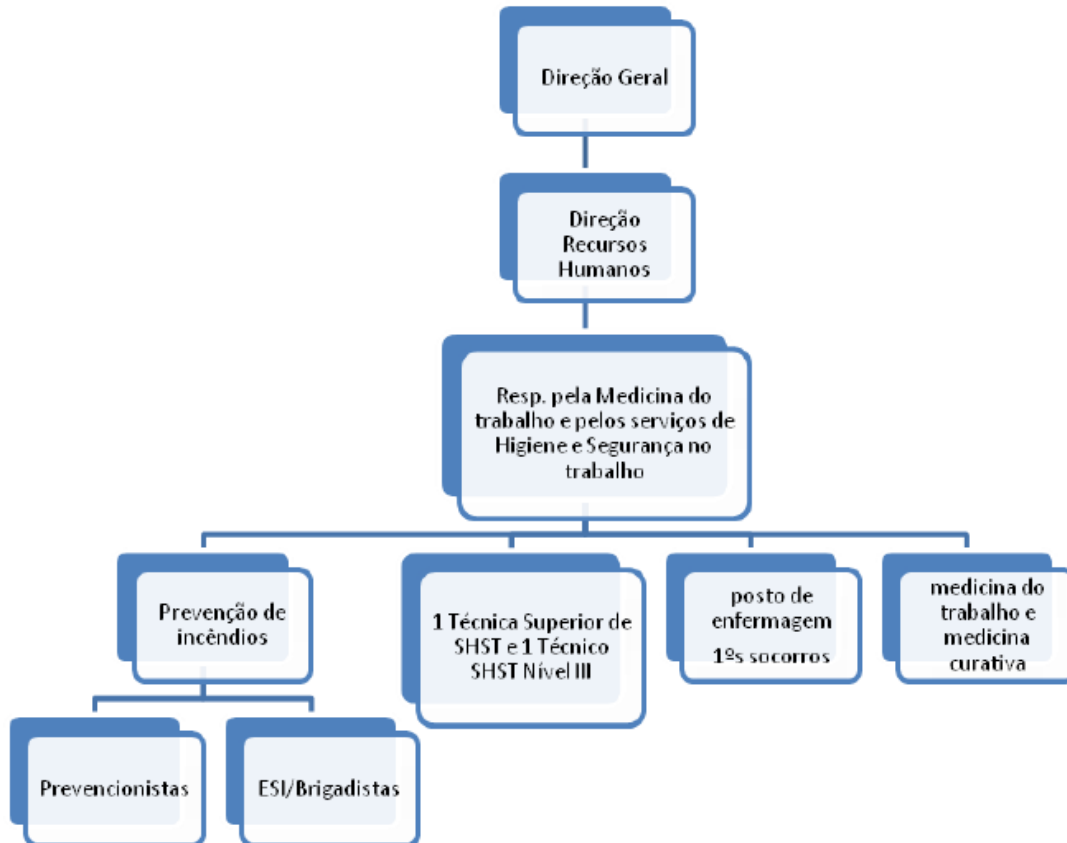


Figura 16 - Organograma dos serviços de SHST da Renault Cacia.

De acordo com o artigo 100º da seção VI, da lei n.º 102/2009 de 10 de setembro, as atividades técnicas de segurança e higiene no trabalho devem ser exercidas por técnicos superiores ou por técnico de e higiene no trabalho, certificados pelo organismo competente para a promoção da segurança e da saúde no trabalho do ministério competente para a área laboral. O artigo 101º da mesma lei, estabelece que como garantia mínima de funcionamento do serviço de segurança no trabalho, o número 2 alínea a) onde se enquadra a fábrica da Renault Cacia.

O artigo 101º da mesma lei, estabelece que como garantia mínima de funcionamento do serviço de segurança no trabalho, o número 2 alínea a) onde se enquadra a fábrica de Cacia,

“Em estabelecimento industrial — até 50 trabalhadores, um técnico, e, acima de 50, dois técnicos, por cada 1500 trabalhadores abrangidos ou fração, sendo pelo menos um deles, técnico superior;”. Estando assim a Renault Cacia em cumprimento no que toca à afetação dos técnicos às atividades de segurança.

7. Política de Qualidade, Ambiente e Segurança

Para a Renault Cacia, a qualidade é uma prioridade, tanto a montante (peças que entram na fábrica) como a jusante (produto acabado que sai da fábrica).

Em 1995, o Instituto Português da Qualidade (IPQ), certificou a empresa segundo a norma ISO 9002. E desde Outubro de 2002 que o Sistema de Gestão da Qualidade da empresa se encontra certificado segundo a norma NP EN ISO 9001:2008.

A qualidade do posto de trabalho é assegurada pelo respetivo colaborador, respeitando a Folha de Operação Standard (FOS), fazendo o autocontrolo, assinalando os defeitos, mantendo a limpeza e arrumação do posto, utilizando os EPI e EPC adequados.

A Direção da Qualidade garante a conformidade dos produtos para a satisfação dos clientes, através de controlos diversos, auditorias e ensaios laboratoriais.

Em 2001, a Renault Cacia adotou o Sistema de Produção Renault (SPR), que tem por objetivo assegurar o melhor nível de performance ao sistema industrial do grupo. O SPR reúne objetivos, princípios, regras e padrões a utilizar por todos os colaboradores. Os objetivos da aplicação do SPR são assegurar a 100% a qualidade exigida pelo cliente, reduzir os custos globais, fabricar o produto pedido no momento pedido, responsabilizar mais e respeitar as pessoas.

No Anexo I, podem analisar-se os princípios da Qualidade que regem dentro da empresa.

A política ambiental da Renault Cacia insere-se na política de desenvolvimento sustentável do grupo Renault, permitindo a boa prática ecológica das atividades da fábrica. Afirmando o seu respeito pelo meio ambiente, desde Outubro de 2000 que o Sistema de Gestão Ambiental da Renault Cacia se encontra certificado de acordo com a norma NP EN ISO 14001:2004.

Por um ambiente melhor, a fábrica aposta na aplicação da metodologia dos 4R: Reduzir, Reutilizar, Reciclar e Recuperar energia. Para tal, reduziu em 8% o consumo de eletricidade através da otimização da produção de ar comprimido e da utilização de energias renováveis. Aproveitando as águas pluviais e águas tratadas, a Renault Cacia reduziu também em 10% o seu consumo de água.

No Anexo II, podem ver-se os princípios fundamentais da política ambiental da fábrica.

A política de segurança e condições de trabalho da Renault Cacia resulta da política do grupo Renault, a qual é levada a efeito com o objetivo de preservar a saúde do pessoal, tornar as condições de trabalho motivantes e manter a competitividade da empresa.

Assenta em 5 princípios que são: Otimizar, Melhorar, Garantir, Integrar e Respeitar.

Em 2004, a fábrica recebeu a Labelização, isto é, obteve uma certificação segundo as normas Renault SA, que aprova e confirma a segurança e as condições de trabalho na fábrica.

No Anexo III, podem ver-se os princípios em que assenta a política de Segurança da empresa.

8. Missão e Valores da Renault Cacia

A missão da Renault Cacia é, através da combinação do progresso de melhoria das suas performances com a satisfação e a motivação dos seus colaboradores, trabalhar para a excelência da satisfação dos seus clientes. Exige a qualidade total em tudo o que faz e orienta-se segundo três vetores

fundamentais: Satisfação do Cliente, o Progresso Permanente e o Envolvimento do Pessoal.

No primeiro, a fábrica acelera e sustenta no tempo os progressos do aparelho industrial da Renault, em termos de qualidade, custo e prazo.

Para o Progresso Permanente, desenvolve os seus planos de progresso de uma forma coerente com os alvos, princípios e regras de ação expressas no SPR.

Por último, para o Envolvimento do Pessoal, a fábrica defende que se deve trabalhar melhor em conjunto, partilhando os mesmos valores, as mesmas ideias e os mesmos princípios, para atingir os mesmos objetivos.

Os valores da Renault Cacia regem-se pelos valores da Renault e que são:

- Íntegro e leal;
- Criativo e inovador;
- Dinâmico e enérgico;
- Coragem e decisão;
- Escutar e comunicar;
- Comportamento transparente;
- Organizado e cumpridor de prazos;
- Transversal;
- Sentido da rentabilidade de empresa;
- Empenhado na estratégia da empresa;
- Orientado para o cliente e para a qualidade;
- Anima e delega;
- Desenvolve os colaboradores;
- Obtém resultados.

III. ESTADO DA ARTE

Hoje em dia, o ruído constitui um dos riscos ocupacionais mais relevante no meio industrial. Os resultados de vários inquéritos e sondagens a nível mundial mostram que uma em cada dez pessoas sofre de problemas de audição, estimando-se que o número possa rondar os 500 milhões de pessoas ([Hear it, 2001]).

Por outro lado, sabe-se que a exposição ao ruído elevado ocorre, na generalidade dos casos, nos locais de trabalho. Segundo estimativa do NIOSH [1999 e 2001c], nos E.U.A. serão perto de 30 milhões os trabalhadores expostos ao ruído no local de trabalho.

A exposição ao ruído não é um risco recente. Com a revolução industrial e o advento da máquina a vapor, um grande número de pessoas ficaram expostas a um ruído elevado nos seus postos de trabalho, despertando, assim, o interesse para o estudo do ruído como um fator de risco ocupacional.

De facto, a posterior crescente mecanização em grande parte da indústria e atividades económicas tem vindo a agravar o problema do ruído. Até muito recentemente, este era visto como um indicador de industrialização, sendo que uma nação “ruidosa” era sinónimo de um maior desenvolvimento industrial, uma vez que possuía maquinaria maior e mais potente. Contudo, esta mentalidade foi-se transformando e nos últimos anos encara-se um posto de trabalho “silencioso” não como um luxo, mas como uma necessidade crescente.

Assim, de acordo com o local de trabalho e de modo a preservar a saúde dos colaboradores torna-se necessário efetuar uma avaliação dos riscos auditivos. Com base nessa avaliação adotam-se uma série de medidas de modo a prevenir ou controlar esses riscos. É igualmente importante o constante acompanhamento e reavaliação regular da eficácia das medidas adotadas.

Das principais medidas adotadas atualmente para prevenir os efeitos de uma contínua poluição sonora podem-se enumerar a eliminação de fontes de ruído, o controlo do ruído nas fontes emissoras, a redução do período de exposição quando não é possível a neutralização do risco pelo uso de proteção adequada

e o uso de proteção individual adequada ao risco auditivo (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho).

O assunto retratado ao longo deste relatório e o qual se pretende solucionar é muito abrangente, possuindo um vasto campo de soluções tecnológicas que são utilizadas, hoje em dia, em edifícios industriais um pouco por todo o mundo. Deste modo, realizou-se uma pesquisa bibliográfica no sentido de obter uma base de informação que permitisse justificar as opções a tomar.

1. Parâmetros Físicos

As vibrações transmitidas através do ar produzem uma variação de pressão, gerando uma onda sonora que pode ser detetada pelo ouvido humano. Deste modo, sob o ponto de vista técnico, o som é a sensação auditiva resultante de variações de pressão do ar, oriundas de uma fonte de vibração estrutural ou não. O som pode ser subdividido em três categorias: agradável, útil e incómodo. O som agradável corresponde geralmente a uma manifestação sonora não fatigante e agradável (sons da natureza ou música). O som útil, embora possa ter carácter perturbador, corresponde a uma manifestação sonora que é aceite pelo recetor (som de uma buzina ou despertador). O ruído, por sua vez, corresponde ao som indesejado, que não apresenta interesse pelo recetor. Após longos períodos de exposição, o ruído provoca incomodidade no recetor e pode ser nocivo para a saúde.

A perceção do som pelo ouvido humano é complexa, dependendo da fisiologia, da capacidade do cérebro processar a informação recebida, da resposta deste face à sensação a que está a ser submetido, do ambiente em que se insere o recetor e dos mecanismos de geração e propagação do som.

Deste modo, a medição do ruído e a avaliação da resposta do recetor, baseiam-se em parâmetros físicos que permitem a definição de escalas de ruído, as quais estabelecem indicadores de ruído (Fernandes, 2002). As ondas sonoras são caracterizadas a partir dos seguintes parâmetros: amplitude, comprimento de onda e período (Fig 17).



Figura 17 - Parâmetros físicos (Fernandes, 2002).

A amplitude (A) corresponde à medida da magnitude positiva ou negativa da oscilação de uma onda, podendo ser constante ou variar com o tempo.

O comprimento de onda (λ) corresponde à distância entre valores repetidos num padrão de onda. Numa onda sinusoidal, corresponde à distância entre cristas ou senos sucessivos.

O período (T) corresponde ao tempo entre picos.

A unidade utilizada para a medição da amplitude depende do tipo de onda, sendo expressas geralmente as amplitudes das ondas de som em decibel (dB). O decibel utiliza uma escala logaritmo a qual reduz a larga escala de valores que devem ser tratados e corresponde mais aproximadamente à forma como os ouvidos humanos captam as ondas sonoras.

O decibel representa o nível de pressão sonora (L_p). Este é calculado pela seguinte fórmula (Wayson, 1998):

$$L_p = 10 \log_{10} \left(\frac{p^2}{p_0^2} \right) \quad (1)$$

Nesta fórmula L_p representa o nível de pressão sonora (dB), p a pressão sonora instantânea (Pa) e p_0 a pressão sonora de referência (2×10^{-5} Pa).

O comprimento de onda é definido pelo produto da velocidade de propagação pelo inverso da frequência (Costa, 2003):

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (2)$$

Nesta fórmula, λ representa o comprimento de onda (m), c é a velocidade do som (344 m.s^{-1}) e f a frequência (Hz ou s^{-1}).

ouvido saudável tem como ponto inicial de audição 0 dB ou 2×10^{-5} Pa. O ouvido é mais sensível a uma determinada gama de frequências compreendida entre os 1000 Hz e os 4000 Hz, na qual se dá o discurso humano.

Em relação ao limite máximo, no ouvido humano situa-se o “Limiar da Dor”. Abaixo deste nível o dano causado no receptor dependerá do tempo a que esteja exposto ao mesmo. Acima deste valor, a perda auditiva é irreversível (Fahy e Walker, 1998).

Na figura 20 estão representados os níveis sonoros de referência mais importantes para homem.

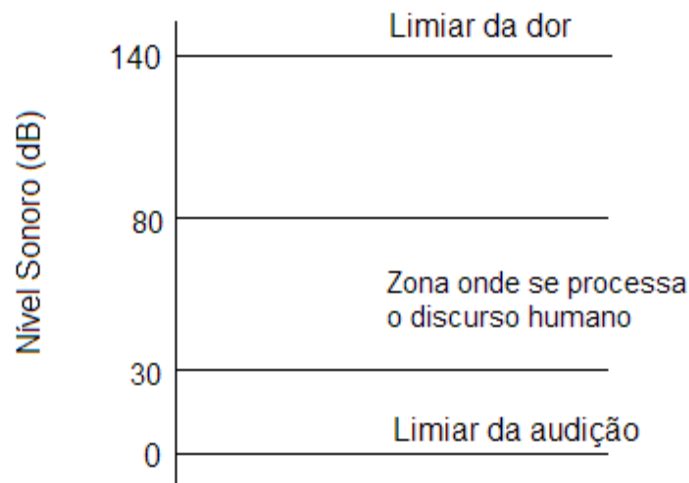


Figura 20 - Níveis sonoros de referência importantes para o homem (Miguel,2009).

O ouvido humano amplifica até um valor de 10 dB sons cujas frequências estão compreendidas entre os 1000 Hz e os 4000 Hz (gama de frequências do discurso humano) e atenua ou reduz até cerca de 30 dB, os sons cuja frequência está compreendida entre os 63 Hz até aos 1000 Hz, ou quando se ultrapassa os 4000Hz (Miguel, 2009). A maior parte dos ruídos não são sons puros, mas sim ruídos complexos resultantes da combinação de vários níveis de frequência. A análise espectral ou análise por frequência destina-se a determinar com exatidão os diferentes componentes de um som e representa-

se graficamente num sistema de eixos onde as frequências se situam no eixo das abcissas e os níveis sonoros no eixo das ordenadas.

Para a análise de escalas de frequências, utilizam-se geralmente bandas de oitava: a frequência limite de cada banda de oitava é aproximadamente o dobro da frequência inferior da mesma banda. Para certos casos poderá ainda ser necessário utilizar escalas de frequência mais restritas, com base em escalas de banda de oitava mais reduzidas (sendo mais comum o terço de oitava). Dois espectros de frequência em bandas de oitava e 1/3 de oitava são exemplificados de seguida (Fig 21):

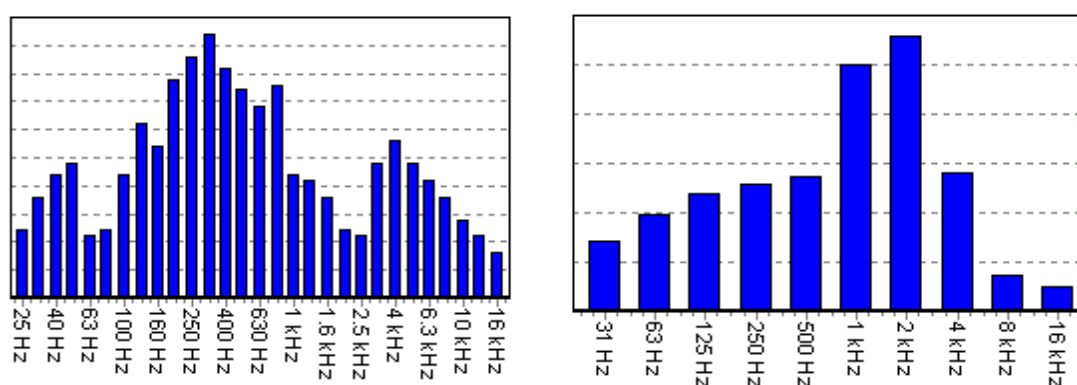


Figura 21 - Espectros de frequência em bandas de oitava e 1/3 de oitava (Marín, 2001).

Denomina-se frequência central de banda (f_c) à média geométrica das frequências superior e inferior. Utiliza-se a frequência central para definir cada banda de oitava (Marín, 2001), como por exemplo, a banda de oitava com as frequências extremas $f_1 = 44$ Hz e $f_2 = 88$ Hz denomina-se banda de oitava de 63 Hz (Tabela).

Uma frequência central de banda é calculada através da seguinte fórmula:

$$f_c = \sqrt[2]{f_1 \times f_2} \quad (3)$$

Na qual, f_1 e f_2 reaperentam a frequência inferior e a frequência superior respetivamente.

Tabela 3 – Distribuição das frequências em bandas de oitava (Marín, 2001)).

Frequência Inferior (Hz)	Frequência Central (Hz)	Frequência superior (Hz)
22	31.5	44
44	63	88
88	125	177
177	250	355
355	500	710
710	1000	1420
1420	2000	2840
2840	4000	5680
5680	8000	11360

As bandas de 1/3 de oitava são calculadas, por sua vez, pela seguinte fórmula:

$$f_c = \sqrt[3]{f_1 \times f_2} \quad (4)$$

3. Fenómenos de transmissão de ruído

Num ambiente industrial, o ruído é transmitido até ao recetor por fonte direta, campo difuso e campo reverberante. Uma fonte diz-se direta quando um som emitido atinge diretamente o recetor sem que haja qualquer dissipação de energia sonora entre o emissor e recetor. A intensidade sonora correspondente a um campo sonoro direto (I_d), num ponto à distância r da fonte é dada pela seguinte fórmula:

$$I_d = \frac{E}{4\pi r^2} \quad (5)$$

E corresponde à potência sonora da fonte.

Num campo difuso o ruído atinge o operador após haver ocorrido alguma dissipação de energia. A propagação do ruído é delimitada por superfícies ou estruturas que o refletem conduzindo o ruído de forma indireta aos indivíduos. Por último, num campo reverberante o ruído é constante e atinge o operador independentemente da distância a que este se encontra do emissor. Este ruído constante é o resultado de inúmeras reflexões de ondas sonoras geradas por

uma ou várias fontes em simultâneo. Define-se como tempo de reverberação, o tempo necessário para que, depois de suspensa a fonte sonora, a intensidade do som se reduza em 60 dB. Se as paredes do local forem muito absorventes (pouco reflexivas), o tempo de reverberação será pequeno, caso contrário ocorrerão inúmeras reflexões e o tempo de reverberação será grande. A intensidade sonora corresponde a um campo sonoro reverberante (I_r) é obtido pela seguinte fórmula (Hall, 1993):

$$I_r = \frac{E}{R} \quad (6)$$

R é a constante acústica do espaço fechado e está dependente da frequência.

Quando uma onda sonora encontra um obstáculo, a energia desta é absorvida, refletida e transmitida, conforme a figura 22 representa.

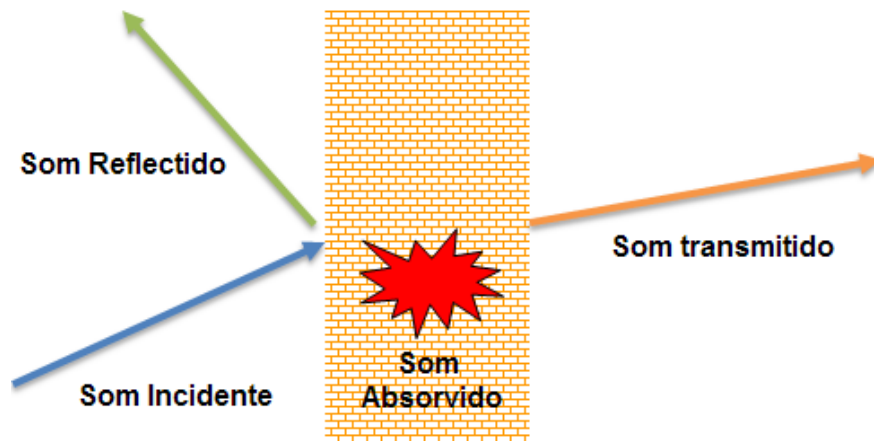


Figura 22 - Esquema da distribuição de energia Sonora de uma onda ao encontrar um obstáculo (Hall, 1993)).

A distribuição de energia é medida utilizando os coeficientes de transmissão (t), absorção (a) e reflexão (r), os quais são função da frequência (Hall, 1993):

$$t = \frac{\text{EnergiaTransmitida}}{\text{EnergiaIncidente}}$$

$$a = \frac{\text{EnergiaAbsorvida}}{\text{EnergiaIncidente}} \quad (7)$$

(8)

$$r = \frac{\text{EnergiaRe fectida}}{\text{EnergiaIncidente}} \quad (9)$$

À propagação das ondas sonoras estão associados três fenômenos (Hall, 1993):

- Reflexão: este fenômeno acontece quando a propagação de uma onda sonora encontra uma superfície sólida que atua como obstáculo. Produz-se uma inversão das ondas incidentes em relação à superfície de reflexão (Fig 23).
- Refração: fenômeno associado à mudança de direção das ondas sonoras quando estas atravessam meios de propagação com características diferentes. Um exemplo importante deste fenômeno ocorre quando há variação de temperatura entre o interior e o exterior das máquinas. A variação de temperatura provoca o aparecimento de zonas com nível sonoro diferente relativamente a zonas adjacentes, uma vez que a velocidade do som é influenciada pela temperatura do meio. Ocorrem refrações no percurso e os raios sonoros passam a linhas curvas (Fig 24).
- Difração: este fenômeno está relacionado com a propriedade de as ondas sonoras transferirem energia de um ponto do espaço para outro (princípio de Huygens-Fresnel). As ondas sonoras podem interagir entre si quando duas ou mais ondas atravessam a mesma região do espaço (Fig 25).

Pode acontecer também que uma onda tenha a sua velocidade e/ou direção alteradas, ao interagir com um objeto ou meio material interposto no seu caminho. A difração está relacionada com a interação de uma onda com um

obstáculo, ou então quando encontra um orifício através do qual possa atravessar esse obstáculo. A onda, ao contornar ou atravessar um obstáculo, adota diferentes trajetórias, cujos comprimentos totais podem variar. Da variação dos comprimentos totais atravessados, diversas ondas oriundas da original acabam por se recombinar ao passar por um dado ponto do espaço (Crocker, 2007).

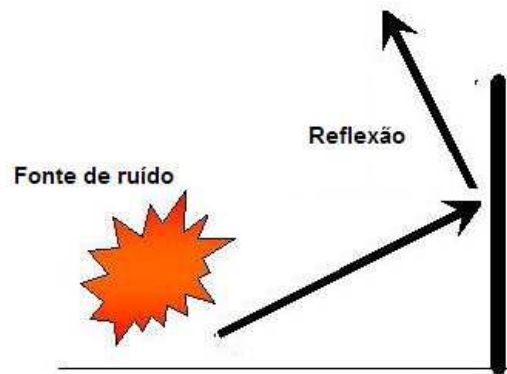


Figura 23 - Exemplo da reflexão das ondas sonoras (Crocker, 2007).

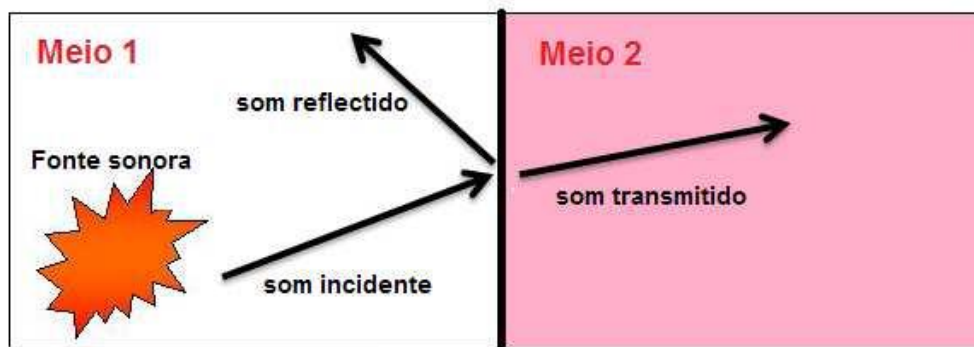


Figura 24 - Exemplo de refração das ondas sonoras (Crocker, 2007).

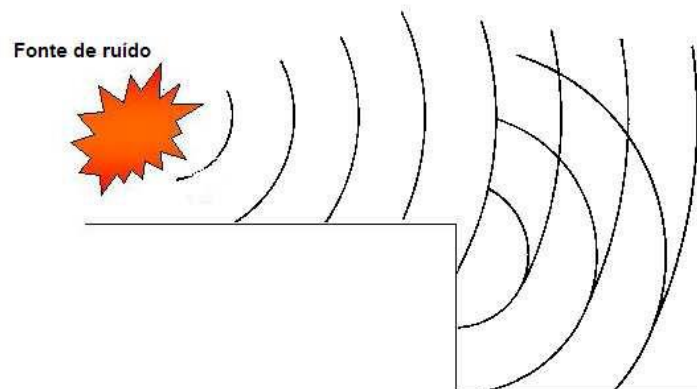


Figura 25 - Exemplo de difração das ondas sonoras (Crocker, 2007).

4. Filtros de ponderação

Na prática, para que um aparelho de medição de ruído se comporte como o ouvido é necessário adicionar-lhe um filtro. Existem vários tipos de filtros normalizados que correspondem, de uma forma não linear, às diferentes frequências, sendo designados por filtros de ponderação: A, B, C, D (Fahy & Walker, 1998).

A resposta em frequência do ouvido é dada através de filtros de ponderação. A Figura 26 e a Tabela 4 exemplificam os valores de ponderação de um filtro do tipo A.

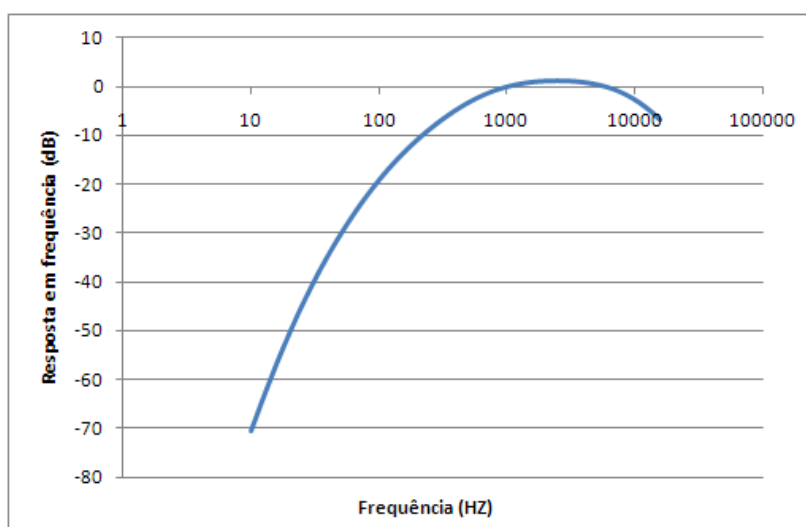


Figura 26 - Gráfico que ilustra as características da atenuação de filtros do tipo A (Fahy & Walker, 1998)

Tabela 4 – Ponderação Filtro A (Fahy & Walker, 1998)

Banda de Frequência (Hz)	Ponderação (dB)
63	-26
125	-16
250	-9
500	-3
1000	0
2000	+1
4000	+1
8000	-1

O filtro mais importante a nível industrial é o de ponderação A, uma vez que representa aproximadamente a resposta do ouvido humano. Os valores das medições feitas através do filtro A são seguidos pela designação A e vêm representados por dB (A).

5. Ruído no ambiente de trabalho

De acordo com a Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, em Portugal a exposição ao ruído no local de trabalho é a principal causa da segunda mais importante doença profissional, a surdez. Para além desta doença, existem outros efeitos extra auditivos do ruído resultantes da exposição a intensidades sonoras mais reduzidas e ao facto do sistema de audição humana estar também relacionado com outros elementos do organismo:

- Incomodidade;
- Fadiga física e psíquica;
- Perturbações do sono e do repouso;
- A diminuição de energia por diminuição da capacidade de concentração;
- A excitação ou ativação desnecessária do sistema nervoso central ou vegetativo.

Estas perturbações, para além dos custos sociais que implicam, traduzem-se também em custos económicos para as empresas, devido a perdas de produtividade e de qualidade do trabalho, desmotivação e absentismo.

6. Legislação sobre ruído industrial

Em Portugal, relativamente ao ruído industrial, encontra-se em vigor o Decreto Legislativo N^o 182/2006 de 6 de setembro. Este transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n^o 2003/10/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, relativamente às prescrições mínimas de segurança e saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos ao ruído. Esta legislação visa definir parâmetros de vigilância, grandezas, aparelhos e métodos de medida de

forma a garantir a proteção dos trabalhadores contra os riscos de perda auditiva, segurança auditiva e outros efeitos da exposição prolongada a níveis sonoros elevados. Nos parágrafos seguintes, transpõem-se alguns dos aspetos mais relevantes do Decreto-Lei N° 182/2006, de 6 de setembro, para o presente relatório.

7. Equipamentos de medição de ruído

O sonómetro (Fig 27 e 28) é um instrumento projetado para responder aos sons de forma idêntica ao ouvido humano e para fornecer medidas objetivas e reproduzíveis dos níveis de pressão sonora. Apresenta a leitura em decibel (dB) e tem como referência o ponto $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$ (Samagaio, 2008).

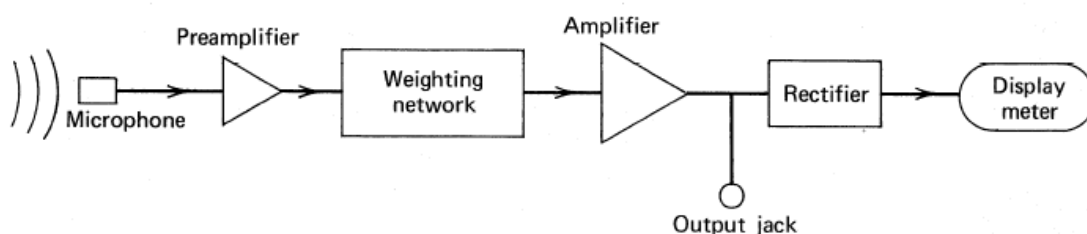


Figura 27 - Componentes de um sonómetro (Samagaio, 2008).

O dosímetro (Fig 28) é um medidor de exposição que acumula e integra os diferentes níveis sonoros ao longo da exposição. Utiliza microfones e circuitos idênticos aos do sonómetro.



Figura 28 - Sonómetro e dosímetro.

8. Medição dos parâmetros de avaliação

Neste decreto-lei (Decreto-Lei Nº 182/2006) são definidos essencialmente dois parâmetros que quantificam o risco de exposição ao ruído, para os quais se estabelecem os limites da Tabela 5.

Tabela 5 – Valores limites de exposição (Decreto-Lei Nº 182/2006).

Valor em Causa	$L_{EX,8h}$ dB (A)	L_{Cpico} dB (C)
Valor Limite de Exposição	87	140
Valor superior da exposição que desencadeia a ação	85	137
Valor inferior da exposição que desencadeia a ação	80	135

Exposição pessoal diária ao ruído, $L_{EX,8h}$, o nível sonoro contínuo equivalente, ponderado em A, calculado para um período normal de trabalho diário de 8 horas (T_0), que abrange todos os ruídos presentes no local de trabalho, incluindo o ruído impulsivo, expresso em dB (A), dado pela expressão:

$$L_{EX,8h} = L_{Aeq, T_e} + 10 \lg \left(\frac{T_e}{T_0} \right)$$

em que:

$$L_{Aeq, T_e} = 10 \lg \left\{ \frac{1}{T_e} \int_0^{T_e} \frac{[p_A(t)]^2}{(p_0)^2} dt \right\}; \quad (10)$$

em que:

T_e é a duração diária da exposição pessoal de um trabalhador ao ruído durante o trabalho;

T_0 é a duração de referência de oito horas (28 800 segundos);

$p_A^{(t)}$ é a pressão sonora instantânea ponderada A, expressa em pascal (Pa), a que está exposto um trabalhador;

p_0 é a pressão de referência $p_0 = 2 \times 10^{-5}$ pascal = 20 oPa;

Nível de pressão sonora de pico, L_{Cpico} , o valor máximo da pressão sonora instantânea, ponderado C, expresso em dB (C), dado pela expressão:

$$L_{Cpico} = 10 \lg \left(\frac{p_{Cpico}}{p_0} \right)^2 \quad (11)$$

em que:

p_{Cpico} é o valor máximo da pressão sonora instantânea a que o trabalhador está exposto, ponderado C, expresso em pascal.

9. Medidas gerais de prevenção

Para reduzir os riscos ligados à exposição dos trabalhadores ao ruído durante o desempenho da sua função a legislação prevê que devem ser utilizadas medidas técnicas de proteção coletiva, de organização do trabalho e de proteção individual.

Destacam-se as seguintes medidas:

Medidas de carácter geral

- Informação aos trabalhadores;
- Sinalização e limitação de acesso às zonas mais ruidosas;
- Vigilância médica da função auditiva dos trabalhadores expostos.

Medidas de carácter específico

Redução de ruído na fonte:

- Utilização de máquinas, ferramentas e instalações pouco ruidosas;
- Aplicação de silenciadores e atenuadores sonoros;
- Reforço da estrutura da máquina com blocos de inércia e elementos antivibráticos;
- Escolha criteriosa dos materiais utilizados;
- Manutenção regular dos equipamentos.

Redução da transmissão de ruído através de:

- Reforço das estruturas das máquinas;
- Isolamento contra a transmissão de vibrações decorrentes do funcionamento.

Redução da radiação sonora através de:

- Aumento da absorção da envolvente acústica;
- Aplicação de barreiras acústicas;
- Encapsulamento das máquinas;
- Separação de locais:
 - Compartimentação dos locais de trabalho;
 - Colocação de divisórias e cabinas;
 - Concentração das fontes de ruído em locais de acesso limitado e sinalizados

Melhorias na acústica dos edifícios:

- Montagem de tetos, divisórias, portas ou pavimentos isolantes;
- Montagem de elementos absorsores de som;

Medidas de carácter geral:

- Organização da rotatividade de mudança nos postos de trabalho;
- Execução de tarefas ruidosas fora do horário normal de trabalho;
- Limitação da duração do trabalho em ambientes muito ruidosos.

Medidas de proteção individual:

- Utilização de protetores individuais de audição.

10. Parâmetros acústicos

Quando falamos em nível sonoro podemos estar a referir-nos a três coisas diferentes: ao nível ou valor da intensidade desse som, ao nível ou valor da pressão acústica produzida por esse som ou ainda à sua potência acústica ou sonora (Cardoso, 2010). Assim temos:

- Potência Sonora: caracteriza a energia sonora produzida por uma fonte, por unidade de tempo.
- Pressão Sonora: é a diferença entre a pressão instantânea do ar (na presença de ondas sonoras) e a pressão atmosférica.
- Intensidade Sonora: é o fluxo de energia numa determinada direção através de um elemento de superfície.

Tabela 6 – Unidades do Sistema Internacional dos parâmetros acústicos (Cardoso, 2010).

Parâmetros	Unidades SI
Potência Sonora	Watt (W)
Pressão Sonora	Pascal (Pa = N/m ²)
Intensidade Sonora	Watt/m ² (W/m ²)

No entanto em acústica, o decibel (dB) é frequentemente usado como uma medida do nível de potência sonora, do nível de intensidade acústica e do nível de pressão sonora.

Nas atividades do dia-a-dia existem níveis sonoros que podem ser prejudiciais para o bem-estar e saúde humanas (Fig 29) (Cardoso, 2010).

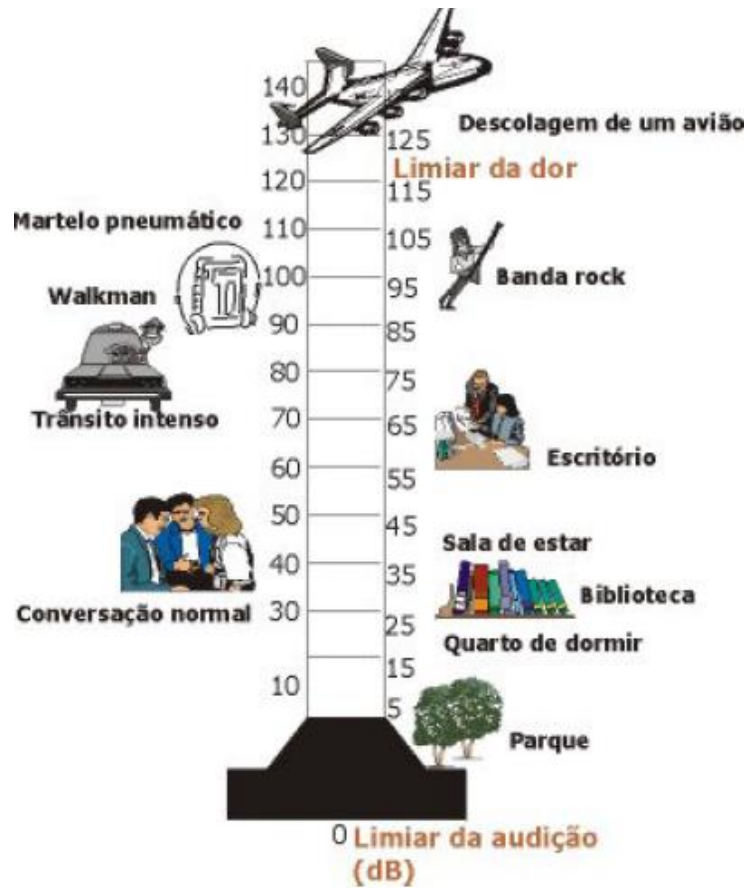


Figura 29 - Atividades do dia-a-dia Vs. Níveis Sonoros (Cardoso, 2010).

11. Anatomia do ouvido

O ouvido é o órgão de audição do homem e divide-se em três zonas distintas (Fig 30) (Cardoso, 2010):

- Ouvido externo;
- Ouvido médio;
- Ouvido interno.

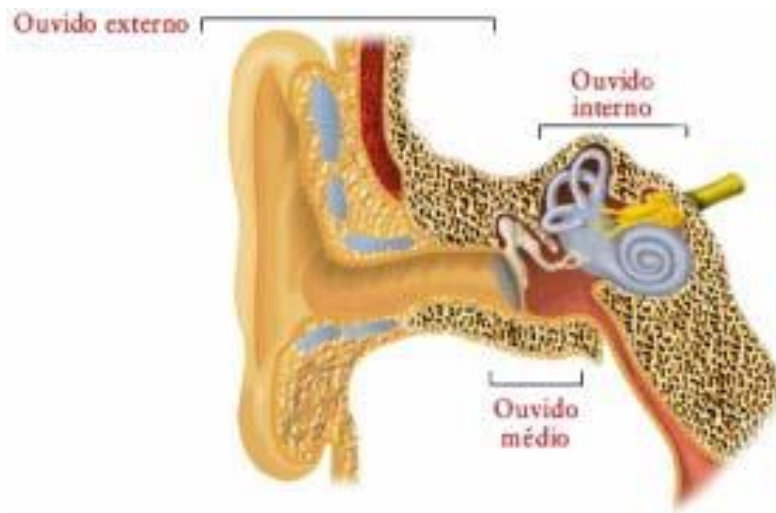


Figura 30- Zonas do ouvido humano (Cardoso, 2010).

O ouvido externo tem como função captar as ondas sonoras e é composto por três órgãos. O pavilhão, que serve de “corneta acústica”, o canal auditivo, que é um canal aproximadamente reto que faz a ligação ao ouvido médio e o tímpano, que é uma membrana no fundo do canal auditivo.

O ouvido médio tem como função transformar a energia acústica das ondas sonoras em energia mecânica e na sua constituição aparecem os ossículos, que é uma cadeia de três ossos minúsculos (martelo, bigorna e estribo) que transmitem as vibrações do tímpano para a janela oval e a trompa de Eustáquio, que estabelece o equilíbrio entre a pressão atmosférica e a pressão no ouvido médio.

O ouvido interno (Fig 31) é a zona onde se encontram os nervos auditivos que fazem a ligação do ouvido ao cérebro. Nesta zona podemos encontrar o vestíbulo, que é a entrada da câmara, os canais semicirculares, que dão o sentido de equilíbrio e a cóclea, que contém o túnel de Corti (que contém as células ciliadas (Fig 32)) que é o órgão do sentido do ouvido (Cardoso, 2010).

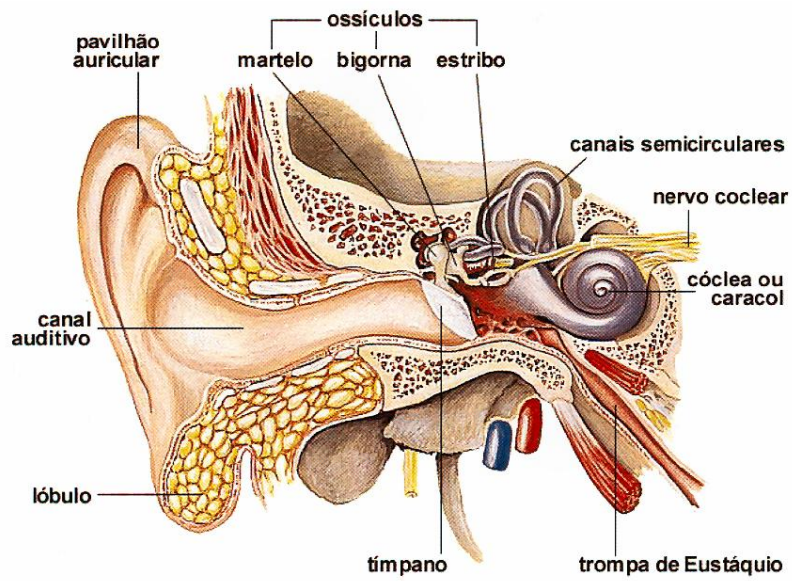


Figura 31 - Constituição do ouvido humano (Cardoso, 2010).

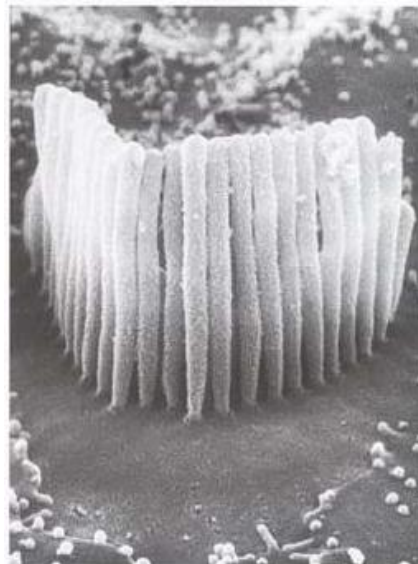


Figura 32 - Célula Ciliada (Cardoso, 2010).

IV. METODOLOGIA

Nesta secção é feita a descrição da metodologia utilizada para a concretização do estudo realizado.

1. Postos de trabalho amostrados

Este trabalho desenvolveu-se na empresa Renault Cacia, em dois locais distintos do edifício das caixas de velocidade: (i) na UET 3571 - Caixa diferencial JR (Linha de maquinação L99); e (ii) na UET 3572 - Caixa diferencial JR (Linha de montagem L81 e Máquina Infas). Nas secções seguintes descrevem-se cada um dos espaços analisados.

1.1 Maquinação das Caixas Diferencial JR Linha 99

Na linha de fabrico das caixas diferencial JR, trabalha um operador por cada turno. Esta linha é composta por dois postos manuais, um de carga e outro de descarga que é feito pelo mesmo operador e as máquinas são alimentadas de forma automática. O trabalhador não está num posto fixo e segue a trajetória, conforme o *layout* das máquinas, com a forma em U, em que o colaborador apenas se movimenta para controlo das caixas diferenciais e neste sentido tem um posto móvel (Fig 33 a 35).



Figura 33 - Maquinação das Caixas Diferencial JR Op.110.



Figura 34 - Tornos EMAG com 2 Árvores verticais Op.120.



Figura 35 – Meio de controlo MARPOSS.

Após a operação de carga, o ciclo tecnológico da operação 125 inicia-se automaticamente. No final, a peça é descarregada pela bucha na paleta vazia que se encontra bloqueada no transportador a aguardar. O Ciclo repete-se novamente.

Durante a execução dos furos, a ferramenta é auto refrigerada com óleo de corte, que passa dos canais da torreta. No final do ciclo de maquinação, a peça ainda fixa e a rodar na bucha do torno, é soprada automaticamente através de dois bicos sopradores de ar comprimido, antes da bucha a transportar até à paleta vazia correspondente.

De seguida a bucha aumenta de rotação para limpar a peça por centrifugação e descarrega-a depois na palete do transportador a fim de seguir até à máquina da operação 130 (Fig 36).



Figura 36- Tornos EMAG com 1
Árvore vertical inferior Op.130.



Figura 37- Tornos FAMAR com 1
Árvore vertical inferior Op.140.

No montante da máquina da operação 140 (Fig 37), as peças que vão no transportador que passa por umas guias, a fim de garantirem uma correta orientação das mesmas nas respetivas paletes.

Na zona de carga da máquina, existe um elevador junto ao transportador que eleva a paleta com a peça à altura de acesso do manipulador. Este manipulador, que se encontra por baixo da torreta da máquina, pega na peça com as respetivas garras e, depois de a fazer rodar e deslocar até à bucha, coloca-a nesta.

Depois, o manipulador sai da bucha que vai apertar de seguida a peça através de um tirante único interno.

No final da operação de maquinação, a bucha para e a peça é soprada através de vários sopradores de ar comprimido. Em seguida, o mesmo manipulador acima descrito pega na peça e desloca-a até à zona de descarga da máquina, onde já se encontra à espera a paleta vazia no elevador respetivo. A peça é então posicionada na paleta e o manipulador, ao regressar para a máquina, passa pela zona de carga da máquina, onde já se encontra a peça seguinte a ser maquinada, pelo que o ciclo irá repetir-se novamente.

A peça é depois encaminhada automaticamente no transportador palatizado até à zona do meio de medição integrado, onde a respetiva palete é bloqueada a fim de poder ser controlada. Existe um manipulador que pega na peça automaticamente e pousa-a na montagem do meio de medição integrado, fazendo-se o seu controlo também em automático.

De seguida, a peça é colocada novamente na palete que se encontra a aguardar no transportador e é levada nessa mesma palete até à zona de descarga da linha (Fig 38).



Figura 38- Zona de descarga da linha OP150.

1.2 Montagem das Caixas Diferencial JR e Coroa – Máquina Infas e L81

Máquina Infas

Na linha de montagem das caixas diferencial JR e coroa, o processo inicia com o controlo de choques nas coroas. Este controlo é efetuado pelo operador que se encontra no seu posto de trabalho, Máquina Infas, onde este avalia a classificação das coroas e realiza a análise de choques das coroas (Fig 39).



Figura 39 – Máquina Infas controlo de choques na Coroa.

L81

Na linha de montagem L81 o processo inicia com o carregamento da caixa diferencial e coroa (Op105) + pulmão entrada (OP110). Nesta fase existe um transportador de aprovisionamento da coroa e outro da Caixa diferencial JR; 1 contentor da caixa diferencial JR nua (com capacidade máxima de 200 peças); um contentor coroas (máximo de 320 peças); uma consola validação Rafale e introdução do filme diário (Fig 40 e 41).

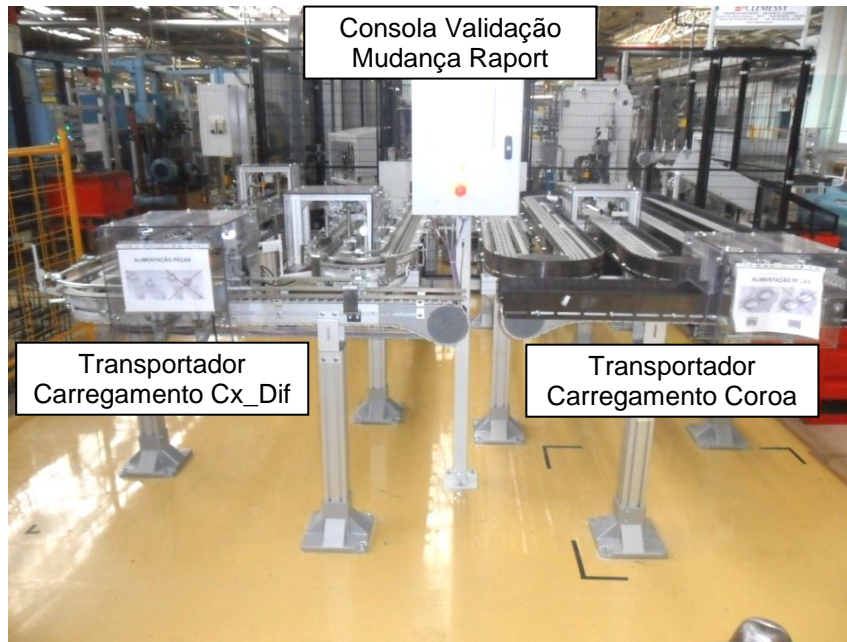


Figura 40- Carregamento da Caixa Diferencial e Coroa.

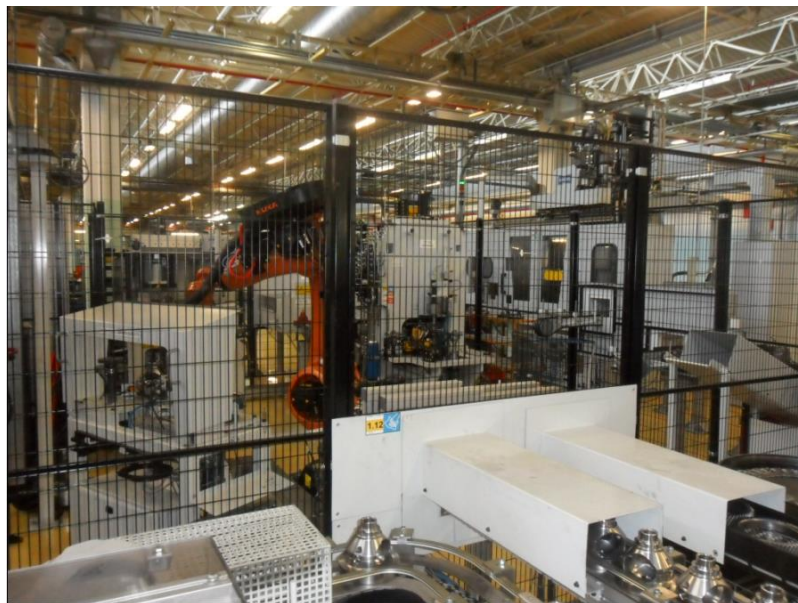


Figura 41 - Ilha Climessy.

A montagem continua com as seguintes atividades (Fig 42):

- Emparelhamento Cx. Dif. e Coroa (OP 120);
- Aquecimento e Montagem da Coroa (Fretagem - OP130);
- Arrefecimento Cx_Dif Montada (OP140);

- Cravamento da Cx_Dif Montada (OP150/160 - *Sertissage* e Controlo)
- Pierragem da Cx_Dif Montada (OP165/170 - Abastecimento e Pierragem).

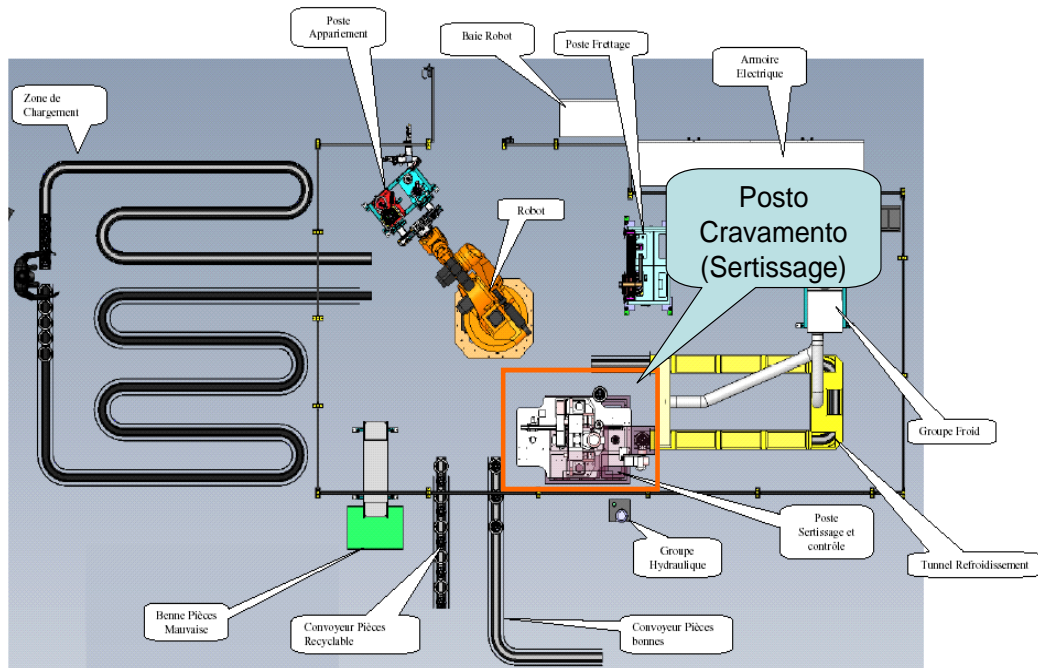


Figura 42- Esquema do posto.

De seguida realizam-se as seguintes operações, recorrendo aos respetivos elementos: 1 pórtico de entrada/carregamento posto/saída; 1 tapete peças N/C; 1 mesa rotativa com 6 postos; 1 pré-controlo 1 posto de desbaste; 1 posto controlo desbaste; 1 posto de acabamento; 1 posto controlo acabamento + limpeza (2 bicos sopragem AR); 2 cilindros em cada posto de maquinação para fixar peça; 1 Bac com filtragem papel óleo Inteiro (Honing 985) + limpeza dos postos com bicos de óleo inteiro;

- Op. 180 - lavagem da Cx_Dif (OP180) (Fig 43 e 44): A operação de lavagem é realizada num posto de lavagem e duchagem das peças, composto por: 1 tapete ao longo da máquina de correntes; 1 posto de sopragem e secagem peça; 1 reservatório água; 1 sistema de abastecimento de água desmineralizada.

- Controlo de choques da Cx_Dif (OP190) (Fig 45): No controlo de choques o circuito é composto por 1 cilindro para a subida da peça e entrada - 1 câmara do posto de visão (*Raport*); 1 pórtico com 4 eixos; 1 posto de controlo de choques (rolagem e apalpação); 1 armazém para colocar 16 *Masters* e 2 padrões; 1 tapete saída peças N/C
- Montagem de componentes Cx_Dif_JR (OP 215) (Fig 46 e 47);
- Entrada Cx_Dif_com coroa + coquilha e planetário;
- Controlo de presença de componentes, introdução e posição de freio, controlo binário Cx_Dif_JR (OP 220): 1 robot; 1 mesa rotativa com 2 postos; 1 transmissão; 1 cilindro de introdução de freio (DGD); 1 conjunto garras para verificação presença e posição do freio (Fig 48).

Após embalar cada contentor, o operador emite uma etiqueta denominada de GALIA (Fig 49) (identificação do produto, com a referência e numeração sequencial do mesmo) e afixa-a no contentor pronto, que será levado pelos operadores da DLI.



Figura 43 – Máquina Nagel.



Figura 44 - Máquina de lavar.



Figura 45 – Controlo Visão de choques.



Figura 46 - Zona de Montagem.



Figura 47 - Esquema do posto de montagem



Figura 48 – .Zona de Descarga



Figura 49 - Embalagem e Etiquetagem

2. Métodos

Para a recolha de dados recorreu-se a várias técnicas:

- Observação: técnica centrada na perspetiva do observador, em que este observa em direto e presencialmente o fenómeno em estudo.
- Conversação: técnica centrada na perspetiva dos participantes e enquadram-se nos ambientes de diálogo e de interação.
Análise de documentos: técnica centrada na perspetiva do investigador e implica uma pesquisa e leitura de documentos escritos que se constituem como uma boa fonte de informação;
- A fotografia/imagem: técnica de excelência, na medida em que permite evidenciar uma situação de um modo credível e pormenorizado.

Nos capítulos seguintes apresenta-se o método escolhido e aplicado (Medição baseada em tarefas), o equipamento utilizado, as equações e métodos de cálculo das incertezas associadas às medições, as equações utilizadas na escolha dos protetores auriculares, bem como a definição do procedimento aplicado na realização das medições do ruído nos 3 postos de trabalho avaliados.

2.1 Descrição do método

Para a determinação dos parâmetros da avaliação da exposição pessoal diária ao ruído dos trabalhadores, foi usada a metodologia estipulada no decreto-lei n.º 182/2006, de 6 de setembro. A metodologia usada foi a da Norma NP EN ISO 9612:2011.

Nesta norma, são apresentadas três estratégias de abordagem (métodos) de acordo com a tipologia de trabalho referida. Tendo em conta a análise efetuada, escolheu-se a estratégia 1, medição baseada em tarefas (TASK) e utilizou-se um dosímetro.

A estratégia escolhida para os 3 postos de trabalho avaliados foi a estratégia 1, devido às características destes mesmos postos. Ou seja, da análise dos requisitos definidos na norma para esta estratégia e tendo em conta o facto dos postos de trabalho se tratarem de postos móveis, a estratégia 1 é a que melhor se aplica e adequa à natureza e ao tipo de trabalho desenvolvido pelos

trabalhadores nas tarefas observadas e avaliadas (Os trabalhadores não estão em postos fixos, seguindo a trajetória, conforme o *layout* das máquinas, em que estes se movimentam constantemente de acordo com tipo de operação a executar - postos móveis).

Os parâmetros analisados foram:

- L_{Cpico} (dB): valor do nível de pressão sonora de pico;
- $L_{Ex, 8h}$ (dB): valor da exposição pessoal diária ao ruído;
- Bandas de frequência de oitavas (63 Hz; 125 Hz; 250 Hz; 500 Hz; 1 KHz; 2 KHz; 4 KHz; 8 KHz)
- $L_{Ex, 8h, efect}$ (dB): valor da exposição pessoal diária efetiva, tendo em conta a atenuação proporcionada pelos protetores auditivos.

2.2 Equipamento utilizado

Para a realização das medições efetuadas em cada um dos postos de trabalho, recorreu-se a um dosímetro CESVA, com as seguintes características:

- Modelo DC 112, com o número de série T228548, de Classe II, calibrado segundo o critério ISSO (ao duplicar a energia sonora recebida, $L_{EX, 8h}$ aumenta 3 dB (A)).

O objetivo da utilização de um dosímetro é permitir que este possa ser “acoplado” a um trabalhador, durante uma jornada contínua de trabalho, e determine uma dose de ruído a que o mesmo está exposto.

Um dosímetro não efetua uma análise em bandas de oitava ao nível de pressão sonora a que o trabalhador está exposto. Pelo contrário, parte de uma dose de ruído (valor em percentagem, que equivale inicialmente a 100%), associada a um tempo específico de uma jornada de trabalho. O valor de 100% de dose de ruído equivale ao limite de exposição máximo (87 dB (A)), e esta percentagem varia durante o decorrer da jornada de trabalho.

A interpretação dos valores obtidos pelo dosímetro é feita da seguinte forma:

- Se o valor, no fim da jornada de trabalho (normalmente 8 horas), for inferior a 100%, significa que o trabalhador, durante as suas 8 horas de trabalho, esteve exposto a um L_{Aeq} global inferior a 87 dB (A); Se o valor, no fim da jornada de trabalho, for superior a 100%, significa que o trabalhador, durante as suas 8 horas de trabalho, esteve exposto a um L_{Aeq} global superior a 87 dB (A).

2.3 Incerteza da medição

A avaliação do resultado das medições teve em conta a incerteza da medição, determinada pela prática metrológica, de acordo com a normalização em vigor ou eventuais especificações europeias harmonizadas (DL 182/2006 de 6 de setembro). A Norma NP EN ISO 9612:2011 foi o documento de referência para a determinação da Incerteza usado neste trabalho.

As principais fontes de incerteza no resultado da medição são:

- Variações no trabalho diário, condições de funcionamento, incerteza da amostragem;
- Equipamentos de medição e calibração;
- Posição do microfone;
- Falsas contribuições;
- Ausência ou deficiente análise do conteúdo de trabalho.

O procedimento seguido para determinar a incerteza expandida do nível de exposição sonora, ponderado A, normalizado para um dia de trabalho de 8 horas, $L_{EX,8h}$, ou alternativamente, do nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, $L_{p,Aeq,T}$, medido, segue as orientações do guia ISO/IEC98-3.

Neste caso em específico, em resultado da observação do funcionamento das UET no local e entrevista aos trabalhadores, chegou-se à conclusão que a estratégia a adotar na avaliação de ambas as UTE seria o método da medição baseada em tarefas (postos de trabalho móveis).

O total cumprimento dos requisitos estabelecidos na NP EN ISO 9612:2011, em particular os relacionados com o evitar de contribuições indesejáveis para o nível de exposição sonora, assegura que nenhum erro sistemático devido a tais contribuições esteja presente no resultado final.

As incertezas foram assim calculadas de acordo com a “Medição baseada em tarefas”, indicada na norma e recorrendo a uma folha de cálculo baseada na NP EN ISO 9612:2011 (anexo IV).

2.3.1 Incerteza combinada e da incerteza expandida

A incerteza combinada (u) relativa ao nível de exposição sonora, ponderado A, $L_{EX,8h}$, $u(L_{EX,8h})$ foi calculada a partir dos valores numéricos das contribuições individuais, $c_j u_j$ pela equação a seguir apresentada (citado em NP EN ISO 9612:2011):

$$u^2(L_{EX,8h}) = \left(\sum_{m=1}^M \left[c_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_3^2) + (c_{1b,m} u_{1b,m})^2 \right] \right) \quad (12)$$

Onde,

$u_{1a,m}$ - é a incerteza padrão relativa à amostragem do nível sonoro da tarefa m ;

$u_{1b,m}$ - é a incerteza relativa à duração estimada da tarefa m ;

$u_{2,m}$ - é a incerteza padrão relativa ao equipamento;

u_3 - é a incerteza padrão relativa à localização do microfone;

$c_{1a,m}$ e $c_{1b,m}$ - são os coeficientes de sensibilidade relativos à tarefa m ;

m - número da tarefa;

M - número total de tarefas.

As fórmulas seguintes foram utilizadas para calcular cada uma das contribuições da incerteza combinada:

$$c_{1a,m} = \frac{\partial L_{EX,8h}}{\partial L_{Aeq,T,m}^*} = \frac{\bar{T}_m}{T_0} \cdot 10^{0,1 \cdot (L_{Aeq,T,m}^* - L_{EX,8h})}$$

$$c_{1b,m} = \frac{\partial L_{EX,8h}}{\partial T_m} = 4,34 \cdot \frac{c_{1a,m}}{T_m} \quad (13)$$

e

$$u_{1a,m} = \frac{\sigma(L_{Aeq,T,m,i})}{\sqrt{I}}$$

$$u_{1b,m} = \frac{\sigma(T_m)}{\sqrt{J}}; \text{ ou } u_{1b,m} = 0,5 \cdot (T_{\max} - T_{\min})$$

$$u_{2,m} = 0,7 \text{ dB ou } 1,5 \text{ dB}$$

$$u_3 = 1,0 \text{ dB} \quad (14)$$

Onde,

- \bar{T}_m – média aritmética da duração da tarefa m ;
- T_0 – duração de referência, 8 h;
- T_{\max} – tempo máximo da tarefa;
- T_{\min} – tempo mínimo da tarefa;
- I – número de amostras recolhidas para a tarefa m ;

A incerteza expandida é $U = 1.65 \times u$.

2.4 Escolha dos protetores auriculares

A escolha dos protetores auriculares teve em conta as características disponibilizadas pelos fornecedores e procedeu-se de acordo com a metodologia prevista no Anexo V do Decreto-Lei N° 182/2006 (anexo V).

De acordo com a NP EN 458:2006, os protetores de ouvido são selecionados de acordo com o valor de exposição pessoal efetiva ao ruído.

Considera-se que um protetor auditivo proporciona a atenuação adequada quando um trabalhador com este protetor corretamente colocado fica sujeito a um nível de exposição pessoal diária efetiva inferior aos valores limite e, se for tecnicamente possível, abaixo dos valores de ação inferiores.

Determinaram-se os níveis globais, em dB (A) por banda de oitava, L_{63} , L_{125} , ..., L_n , ..., L_{8000} , de acordo com a seguinte equação (Decreto-Lei N° 182/2006):

$$L_n = L_{Aeq,f,Tk} + M_f + 2S_f \quad (15)$$

Em que,

S_f : valor do desvio padrão da atenuação;

M_f : valor médio da atenuação dos protetores por banda de frequência.

De seguida, calculou-se o nível sonoro contínuo equivalente, $L_{Aeq,Tk,efet}$, de cada ruído que ocorra durante o tempo T_k , através da expressão a seguir (Decreto-Lei N° 182/2006):

$$L_{Aeq,Tk,efet} = 10 \log \sum_n 10^{0.1 L_n} \quad (16)$$

Aplicou-se de seguida para o conjunto de valores obtido a equação (Decreto-Lei N° 182/2006),

$$L_{EX,8h} = 10 \log \frac{1}{8} \sum_{k=1}^{k=n} T_k 10^{(0.1 L_{Aeq,Tk})} \quad (17)$$

obtendo-se a exposição diária efetiva (com cada protetor) de cada trabalhador.

3. Procedimento experimental

A recolha de dados foi feita *in loco*, mediante a visita aos postos de trabalho dos 3 operadores, na zona fabril.

De acordo com a análise em termos de conteúdo de trabalho das UET em estudo foram recolhidas informações relativas ao trabalho e aos trabalhadores, selecionou-se a estratégia de medição mais adequada e definiu-se a planificação das medições mais apropriada.

Foram analisados todos os postos de trabalho das UET em estudo e foram planeadas as medições de acordo com o número e características dos postos (postos móveis) para que fosse otimizado ao máximo o tempo disponível do trabalho.

Foram analisadas e medidas as operações da linha 99 (maquinação) feitas por um operador, as operações realizadas na Máquina Infas (montagem) por um outro operador e as operações na linha 81 (montagem) realizadas por outro operador. Foi realizada uma medição por dia a cada operador, durante uma hora, no total de três medições por cada um. O microfone do dosímetro foi colocado no ombro do trabalhador, fixo ao seu vestuário e a uma distância de cerca de 0,10m em frente à sua orelha mais exposta ao ruído. O microfone e o cabo foram fixados para que não se chegassem a resultados errados devido a ações mecânicas.

Foram realizadas 3 medições para cada posto de trabalho de modo a permitir calcular a dispersão de resultados e assim contabilizar a fonte de incerteza. Os intervalos de medição foram os considerados adequados, tendo em conta o tempo que o trabalhador despendia em cada tarefa, tomando atenção para o facto de que é importante englobar todas as situações relevantes no que à medição do ruído diz respeito.

As amostragens foram recolhidas nos dias 24, 28 e 30 de setembro de 2016.

V. RESULTADOS

Após a recolha das amostras, determinação da incerteza associada, cálculo do nível de exposição pessoal diária ao ruído, de acordo com as metodologias e equações apresentadas neste relatório chegou-se aos resultados apresentados de seguida.

1. Apresentação de resultados

A avaliação da medição do ruído foi efetuada nos postos de trabalho: da maquinação, da máquina Infas e da montagem. Para cada um dos três casos, foram feitas três medições, com recurso ao dosímetro.

Para o cálculo das incertezas, recorreu-se a um *template* (ver anexo IV), criado a partir das orientações fornecidas pela NP EN ISO 9612:2011.

Nas tabelas 7 a 9 estão os valores de $L_{EX,8h}$ e L_{Cpico} obtidos pelo dosímetro nos postos de trabalho analisados.

Tabela 7 – Apresentação das medições da Linha 99 (maquinação).

OPERADOR	TAREFA	DIA	TEMPO	$L_{EX,8h}$	L_{Cpico}
Rafael Alves (Maquinação Linha 99)	OP:110	24-09-2015	60min	84,8 dB(A)	129,1 dB(C)
	OP:120	28-09-2015	60min	84,7 dB(A)	125,3 dB(C)
	OP:130	30-09-2015	60min	84,9 dB(A)	120,8 dB(C)
	OP:140				

Tabela 8 – Apresentação das medições da Máquina Infas (montagem)

OPERADOR	TAREFA	DIA	TEMPO	$L_{EX,8h}$	L_{Cpico}
Ana Claudia (Máq. Infas)	Máq. Infas	24-09-2015	60min	82,4 dB(A)	119,7 dB(C)
		28-09-2015	60min	80,9 dB(A)	136,1 dB(C)
		30-09-2015	60min	76,1 dB(A)	129,4 dB(C)

Tabela 9 - Apresentação das medições da Linha 81 (montagem).

OPERADOR	TAREFA	DIA	TEMPO	$L_{EX,8h}$	L_{Cpico}
Albano (Montagem)	Montagem	24-09-2015	60min	83,4 dB(A)	126,1 dB(C)
		28-09-2015	60min	86,5 dB(A)	122,8 dB(C)
		30-09-2015	60min	90,2 dB(A)	123,8 dB(C)

Após a recolha das amostras, determinação da incerteza associada, cálculo do nível de exposição pessoal diária ao ruído, de acordo com as metodologias e equações apresentadas neste relatório chegou-se aos resultados apresentados na tabela 10:

Tabela 10 – Apresentação dos resultados obtidos para $L_{EX,8h}$ dB (A) considerando as respetivas incertezas calculadas.

Tarefa	$L_{EX,8h}$ dB (A)	U (incerteza) dB	L_{Cpico} dB (C)	$L_{EX, 8h}$ dB (A) \pm U
Maquinação	83,90	2,58	129,100	[82,22 - 87,38]
Montagem	86,66	3,69	126,10	[83,88 - 91,25]
Máquina Infas	79,61	3,62	136,10	[76,89 - 84,14]

Estes resultados (tabela 10) foram obtidos através de uma folha de cálculo que foi desenvolvida no decorrer deste trabalho, com base nas equações referidas, e que se apresenta nos Anexos V a VII.

2. Seleção de protetores auditivos

Quando o nível sonoro a que os trabalhadores estão expostos ultrapassa os valores estabelecidos na legislação, provocando efeitos não só físicos mas também psicológicos e psicossociais como já foi referido, ou quando as medidas de proteção coletiva aplicadas não são suficientes para que os trabalhadores se sintam cómodos no seu ambiente de trabalho ruidoso, é necessário recorrer à proteção individual.

Neste tipo de indústria (metalomecânica) normalmente são numerosos os postos de trabalho em que o operador se encontra sujeito a níveis sonoros acima dos valores limite de exposição estabelecidos na legislação aplicável, onde toma especial importância o uso dos respetivos protetores auriculares.

A determinação da exposição efetiva do trabalhador ao ruído para aplicação do Valor Limite de Exposição (VLE) deve ter em conta a atenuação do ruído proporcionada pelos protetores auditivos, no entanto e pelo contrário, os valores de ação não devem ter em conta os efeitos dos protetores auriculares.

A Renault Cacia mantém o seu compromisso na promoção do bem-estar e da saúde dos seus colaboradores e neste aspeto específico, coloca à sua inteira disposição três tipos de protetores auriculares para serem utilizados. Existe obrigatoriedade nas zonas assinaladas para o efeito, mas é aconselhável que todos os trabalhadores das zonas da maquinação e montagem utilizem os respetivos protetores auditivos.

Os protetores disponibilizados pela empresa são os seguintes:

Tabela 11 – Protetores auriculares existentes na empresa

Designação	Equipamento
Tampão Classic (REF 70001)	
Tampão Tracers REF (70006)	
Auricular Optime I REF (70031)	

Na tabela 12 está representado o nível sonoro contínuo equivalente para o ruído k a que fica exposto o trabalhador equipado com protetores auditivos, conforme exposto na alínea c) do nº2 do Anexo V, do Decreto-Lei nº 182/2006

Tabela 12 – Valores de referência para protetores auriculares (Decreto-Lei nº 182/2006).

< 70 dB	[70 - 75 dB[[75 - 80 dB[[80 - 85 dB[≤ 85 dB
Excessivo	Aceitável	Satisfatório	Aceitável	Insuficiente

A seleção dos protetores auriculares foi feita, tendo por base os princípios definidos no Decreto-lei nº 182/2006, tendo-se recorrido a um *template* (ver anexos VIII a XVII), de forma a uniformizar e facilitar a análise dos respetivos resultados.

Tabela 13 – Resultados da escolha dos protetores auriculares (valores $L_{EX, 8h}$, efet dB (A))

Tarefa	Protetores		
	CLASSIC	OPTIME	TRACERS
Maquinação	67,50	67,70	64,30
Montagem	72,70	70,40	69,10
Máquina Infas	72,70	70,40	69,10

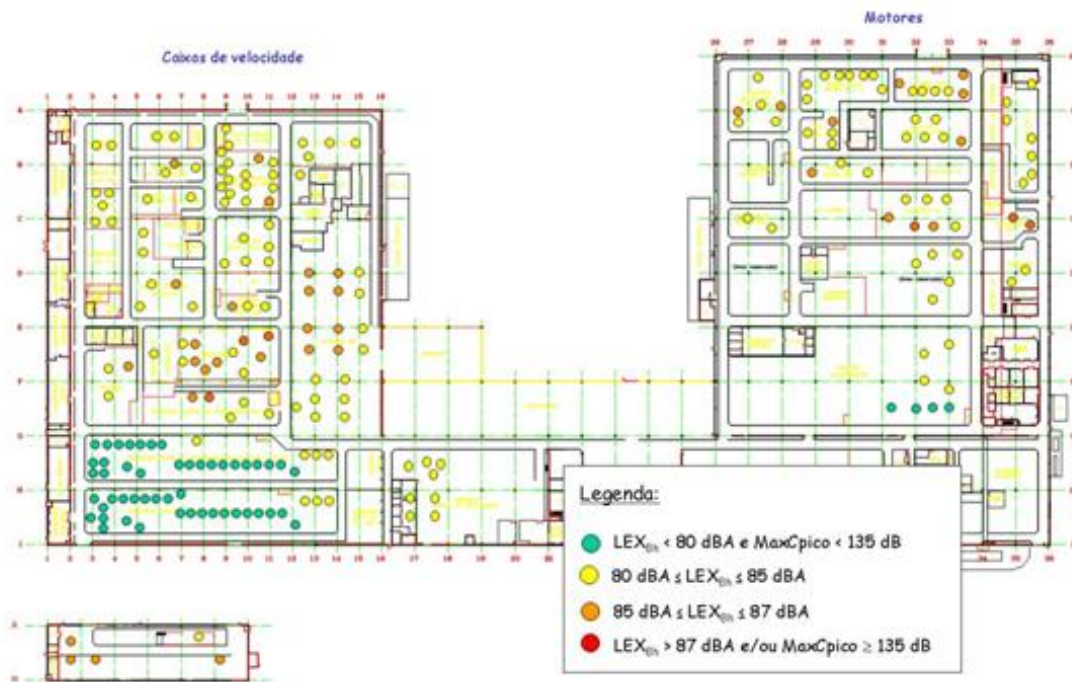
3. Comparação das cartas de ruído após avaliação realizada

Como foi referido, um dos objetivos deste trabalho foi atualizar a carta de ruído existente na fábrica nas UET analisadas. A Figura 50 mostra essa atualização.

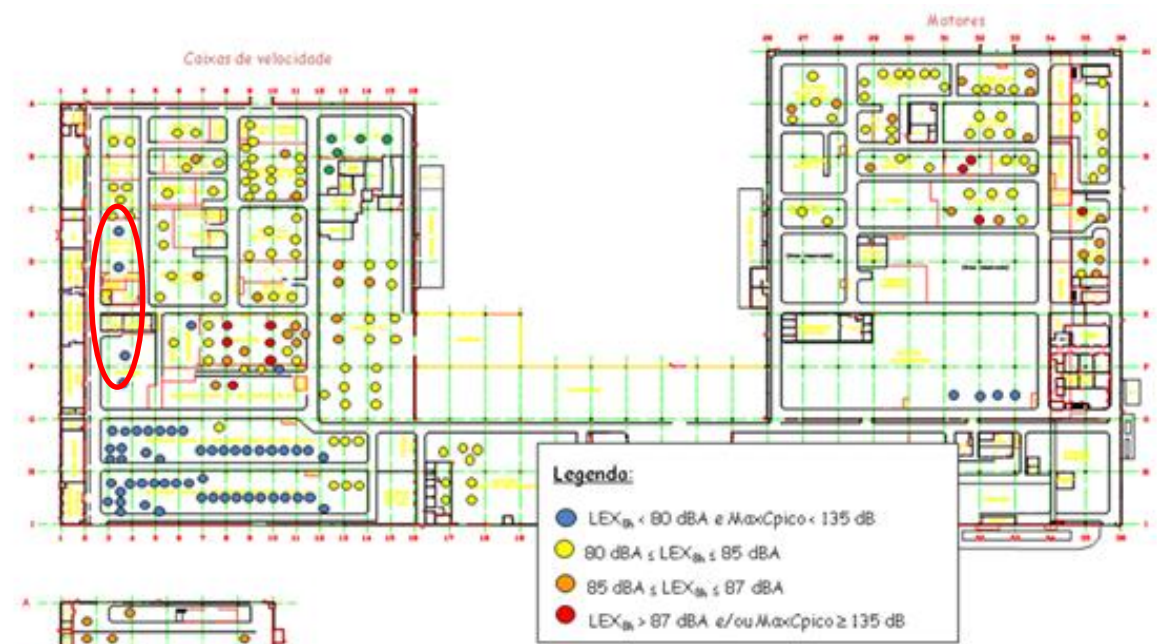
Da comparação entre as duas cartas (antes e depois do estudo efetuado), concluiu-se que o estudo realizado possibilitou aumentar o número de postos de trabalho, em que foram feitas medições de ruído (postos atualizados com

este estudo delineados a vermelho), tendo desta forma contribuído para o fomento da melhoria contínua da empresa.

Em relação aos postos de trabalho para os quais foi efetuado o estudo, os níveis de exposição ao ruído a que os trabalhadores estão sujeitos não se encontravam nos limites aceitáveis, pelo que se identificou a necessidade de uso de protetores auriculares.



(A)



○ Postos de trabalho avaliados no âmbito deste trabalho

(B)

Figura 50 - Cartografia do Ruído – Fabricação antes (A) e depois (B) do trabalho.

VI. NOTAS CONCLUSIVAS

Nesta secção apresentam-se as notas conclusivas do trabalho realizado bem como alguns pontos a melhorar em trabalhos futuros e identificam-se também potenciais áreas a intervir e a explorar futuramente na Renault Cacia.

1. Principais conclusões

O Decreto-Lei Nº 182/2006, estabelece o quadro geral de proteção dos trabalhadores contra os riscos decorrentes da exposição ao ruído durante o trabalho e aplica-se a todas as empresas.

Tabela 14 - Valores de referência (Decreto-Lei Nº 182/2006).

Valor em Causa	$L_{EX,8h}$ dB (A)	L_{Cpico} dB (C)
Valores Limites de Exposição	87	140
Valores de Ação Superiores	85	137
Valores de Ação Inferiores	80	135

A avaliação da exposição diária ao ruído pelo trabalhador deve ser realizada periodicamente, devendo esta periodicidade ser anual no caso de se ter atingido ou excedido o valor limite de ação superior 85 dB (A) para a exposição pessoal diária ou semanal.

A avaliação da exposição pessoal diária de cada trabalhador ao ruído durante o trabalho é um requisito legal e a respetiva informação dessa avaliação é um direito dos trabalhadores.

O ruído no local de trabalho não põe em perigo apenas a audição. A exposição ao ruído tem efeitos sobre o sistema cardiovascular, provocando uma libertação da adrenalina associada ao *stress*, bem como o aumento da pressão arterial. Assim, o ruído no local de trabalho, mesmo a níveis bastantes baixos, pode ser um fator de *stress* relacionado com o trabalho.

No decorrer deste trabalho procedeu-se à avaliação do ruído na maquinação (L99), máquina Infas e montagem (L81). Da análise dos resultados obtidos para a exposição dos 3 trabalhadores dos postos de trabalho avaliados e comparando com os valores limites definidos por lei, tem-se que:

- **Maquinação (L99):**

- Considerando o valor da incerteza, o limite superior do valor de exposição diária ao ruído para os trabalhadores é superior ao valor limite de ação inferior (80 dB (A)) e superior ao valor limite de ação superior (85 dB(A), tendo o valor de 87,38 dB (A));
- Os trabalhadores não estão expostos a níveis de pressão sonora de pico superior ao valor de ação inferior (135 dB (C)).

- **Máquina Infas:**

- Considerando o valor da incerteza, o limite superior do valor de exposição diária ao ruído para os trabalhadores é superior ao valor limite de ação inferior (80 dB (A)) mas inferior ao valor limite de ação superior (85 dB(A), tendo o valor de 84,14 dB (A));
- Os trabalhadores estão expostos a níveis de pressão sonora de pico superior ao valor de ação inferior (135 dB (C)), situando-se na ordem dos 136,10 dB (C). Contudo o limite superior do valor de exposição diária ao ruído para os trabalhadores é inferior ao valor limite de exposição (87 dB (A)).

- **Montagem (L81):**

- Considerando o valor da incerteza, o limite superior do valor de exposição diária ao ruído para os trabalhadores é superior ao valor limite de ação inferior (80 dB(A)) e superior ao valor limite de ação superior (85 dB (A), tendo um valor de 91,25 dB (A));
- Os trabalhadores não estão expostos a níveis de pressão sonora de pico superior ao valor de ação inferior (135 dB (C)).

Tendo em conta, o constante no artigo 7.º, ponto 2, alínea a), do Decreto-Lei n.º 182/2006, a Renault Cacia deve colocar à disposição dos trabalhadores

protetores auriculares, sempre que seja ultrapassado um dos valores de ação inferiores. Assim, devem ser disponibilizados protetores auriculares para os trabalhadores da maquinação, montagem e máquina Infas.

No caso da maquinação e montagem, o uso dos protetores auriculares deve ser obrigatório, uma vez que, o mesmo diploma legal, obriga a que *“nos locais de trabalho onde os trabalhadores possam estar expostos a níveis sonoros acima dos valores de ação superior, o empregador deve estabelecer e aplicar um programa de medidas técnicas e organizacionais.”* Estes locais de trabalho devem estar sinalizados de acordo com a legislação aplicável à sinalização de segurança e saúde e ser delimitados e o acesso aos mesmos ser restrito, sempre que seja tecnicamente possível e o risco de exposição o justifique, devendo ainda colocar à disposição dos trabalhadores protetores auditivos individuais.

Assim, identificou-se a necessidade de escolher os protetores auditivos mais adequados para cada um dos casos e informar e garantir a formação aos trabalhadores sobre a correta utilização do equipamento com vista à redução da exposição dos mesmos aos níveis sonoros.

Da análise dos resultados dos cálculos efetuados para a escolha dos protetores auriculares mais adequados para cada uma das situações, tem-se que:

- **Maquinação (L99):** dado que a empresa só possui três tipos de protetores auditivos, apesar da proteção que oferecem ser grande, optou-se pela escolha dos protetores Optime, visto que são os que se encontram mais perto dos valores aceitáveis (67,70 dB);
- **Máquina Infas:** optou-se pelos protetores Classic, pois são estes que oferecem uma proteção mais aceitável (72,70 dB);
- **Montagem (L81):** optou-se pelos protetores Classic, pois são estes que oferecem uma proteção mais aceitável (72,70 dB).

O método utilizado para a realização do trabalho foi o método de amostragem (TASK), utilizando para isso os instrumentos adequados para o efeito, o qual se demonstrou eficaz para as situações analisadas.

De acordo com os resultados apresentados, é possível inferir que os objetivos propostos neste trabalho foram atingidos e os métodos utilizados revelaram-se adequados.

2. Limitações do trabalho realizado

A determinação da exposição pessoal diária ao ruído é um dos fatores que envolve maior incerteza e que condiciona de forma significativa este tipo de estudos. Tal, advém da escassez de medições e de caracterizações do ruído ocupacional nos locais de trabalho.

Por outro lado, é de questionar a forma como é estimada a exposição pessoal diária ao ruído, uma vez que na sua maioria não se tratam de postos de trabalho fixos, como é o caso deste estudo. O seu cálculo, através da determinação de n níveis sonoros a que o trabalhador estará exposto durante t intervalos de tempo, poderá subestimar ou mesmo sobrestimar a exposição, enviesando a influência real da exposição ao ruído, na saúde dos trabalhadores.

No decorrer do trabalho prático foram detetadas algumas situações que podem ser vistas como limitações que podem ser consideradas relevantes para os resultados obtidos e que devem ser tidas em conta em trabalhos futuros, tais como:

- A utilização do dosímetro pode em determinadas situações não originar a obtenção de dados conclusivos e, pode recolher dados que apresentem contradições com aqueles dados recolhidos com um sonómetro. Ou seja, em determinadas situações (em operações de curta duração), poderia ser pertinente a utilização de um sonómetro ao invés do dosímetro.

- O não acompanhamento constante dos trabalhadores, nos quais foi colocado um dosímetro durante o período das medições, pode tornar difícil a explicação de certas contribuições não reais (pancadas voluntárias ou involuntárias no microfone, exposição a ruídos não associados a sua rotina de trabalho, manuseamento indevido do aparelho por curiosidade, entre outros) cujos valores não correspondam à realidade do ambiente de trabalho e aos valores recolhidos pelo dosímetro;
- O número e duração das amostras: foram recolhidas 3 medições de cada um dos postos de trabalho analisados (3 dias de trabalho para cada trabalhador), com a duração de 1 hora cada, no turno da tarde. Contudo é importante que as amostras sejam as mais amplas e caracterizadas possível, de forma a eliminar todas as situações que possam introduzir incerteza ao nível da interpretação dos resultados. Assim, seria relevante realizar um maior número de medições em cada posto de trabalho analisado e em diferentes horários de trabalho (nos 3 turnos de laboração da empresa), de forma a permitirem a obtenção de dados mais fidedignos, e conseqüentemente, mais fiéis à realidade laboral do objeto de estudo.
- Os dias da amostragem: ainda que a amostragem seja representativa da realidade laboral da Renault Cacia, não fica descartada a possibilidade de existirem atividades complementares que não foram tidas em consideração na execução do trabalho nos postos analisados e no meio envolvente.

3. Perspetivas futuras

A Renault Cacia tem um ideal de melhoria contínua sempre presente em qualquer setor ou organismo da empresa e, portanto, a ideia presente é a que há sempre algo a fazer para melhorar o processo e a qualidade do trabalho, melhorando a satisfação do trabalhador e também do cliente.

Ora isto é aplicável também no que diz respeito à Higiene e Segurança no Trabalho e, portanto, mesmo após estudos realizados e medidas propostas e implementadas, é sempre necessário acompanhar a evolução para que a empresa se mantenha competitiva.

Em relação ao ruído, não esquecendo as medidas propostas no anexo IV do DL 182/2006 de 6 de Setembro, apresentam-se, em seguida, sugestões mais relevantes e que podem ser colocadas em estudo para posterior implementação:

- Realizar avaliações de ruído mais frequentes e em maior nº de posto de trabalhos (linhas de produção), sempre que necessário ou sempre que houver alterações de *layout*;
- Isolar acusticamente os contentores de peças para diminuir o ruído resultante do impacto das peças nas paredes dos contentores;
- Colocar sistemas de sopragem menos ruidosos que os existentes (pistolas de ar bastante ruidosas);
- Substituir as máquinas mais antigas e mais ruidosas por máquinas mais recentes e menos ruidosas, como as que existem já em alguns postos de trabalho (sendo necessário realizar previamente uma análise benefício/custo que sustente a tomada de decisões para cada uma das áreas);
- Assegurar informação e se necessário formação adequada sobre riscos potenciais derivados do ruído, valores limite de exposição e valores de ação, resultados das avaliações e medições de ruído, utilização de protetores auditivos.

São as pequenas ideias que muitas vezes levam às grandes mudanças mas, apesar destas sugestões, considera-se que existe um espírito de responsabilidade e de atuação muito grande na empresa no que diz respeito aos problemas do ruído, quer por parte dos responsáveis (a começar nos TSSHT e a acabar nos CUET) quer também por parte dos trabalhadores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho. **EU-OSHA**. [Em linha]. Santiago de Compostela: OSHA. [Consult 20 Dez.2016]
Disponível em WWW:<URL: <https://osha.europa.eu/pt/>> .
- Costa, E. (2003). Acústica Técnica. São Paulo: Edgard Blucher.
- Crocker, M. J. (2007). Handbook Of Noise And Vibration Control. John Wiley & Sons, Inc.
- Fahy, F., & Walker, J. (1998). Fundamentals of Noise and Vibration. London: E & FN SPON.
- Fernandes, J. C. (2002). Acústica e Ruídos. UNESP, Campos de Bauru; Faculdade de Engenharia.
- Hall, D. E. (1993). Basic Acoustics. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Hear It (2001) Facts and figures about noise, disponível online em www.hear-it.org, Reino unido
- Marín, A. C. (2001). Aplicación informática orientada a la formación y evaluación de riesgos derivados de la exposición a ruido en ambientes industriales. Escuela Politécnica Superior, Universidade de Córdoba.
- Nielsen, K. S., & Stewart, J. S. (2007). Wood working Machinery Noise. In M. J. Crocker, Handbook of Noise and Vibration Control (pp. 975-986). John Wiley & Sons, Inc.
- NIOSH - National Institute for Occupational Safety and Health (1999) Health Hazards Evaluations: Noise and Hearing loss 1986-1997, DHHS Publication No. 99-106, USA
- NIOSH - National Institute for Occupational Safety and Health (2001c) Work-related hearing loss, DHHS Publication No. 2001-103, USA
- Miguel, A. S. (2006). Manual de Higiene e segurança do trabalho (9ª Edição). Porto: Porto Editora.
- Miguel, A. S. (2013). Manual de Higiene e segurança do trabalho (13ª Edição). Porto: Porto Editora.

LEGISLAÇÃO

- DECRETO-LEI nº 182/2006. D.R I Série172 (06-09-2006) 6584 – 6593
- Prescrições mínimas de segurança e saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos ao ruído.
- NP EN 458:2006, Protetores auditivos. Recomendações relativas à seleção, à utilização, aos cuidados na utilização e à manutenção. Documento guia. Norma Portuguesa, IPQ, 2006.
- NP EN ISO 9612:2011, Acústica. Determinação da exposição ao ruído ocupacional. Método de Engenharia. Norma Portuguesa, 2ª Edição, IPQ, Maio 2011.

ANEXOS

POLÍTICA QUALIDADE FABRICAÇÕES



Boulogne-Billancourt, 27 Outubro 2014

A Qualidade é um eixo estratégico do Grupo. A ambição é melhorar a satisfação cliente e ser reconhecido como sendo um dos melhores construtores automóveis líder em termos de qualidade de produtos e de serviços, em cada região, em cada segmento de mercado.

O compromisso da ruptura Qualidade iniciado há já alguns anos nas fábricas inscreve-se sustentavelmente nas nossas démarches de performance.

A implementação desta política Qualidade apoia-se no **Plano de Satisfação Cliente** que inclui sete eixos dos quais, quatro fundamentais para o Manufacturing :

- ❑ **A conformidade** : baseada na aplicação rigorosa dos standards em todos as funções. A aplicação rigorosa da FOS (Ficha de Operação Standard) e a sua auditoria permanente, a execução correcta dos planos de vigilância estabelecidos nas FOPS (Folha de Operação Processos tipo «Vigilância») e a aplicação dos princípios e regras da Alliance Production Way devem garantir uma produção conforme às exigências especificadas, alavanca da Qualidade que devemos prestar aos nossos clientes.
- ❑ **A reactividade**: baseada na velocidade de protecção e de correcção. Nós, que fabricamos, temos o dever de proteger o cliente o mais rapidamente possível, o objectivo é fazê-lo em menos de três dias logo que o defeito surja na rede. Pertence a nós também, tratar e analisar o problema com os nossos parceiros para corrigir na fonte.
- ❑ **A qualidade percebida** : baseada num melhor conhecimento sobre o que os clientes esperam dos nossos produtos. Traduz-se pela adequação dos nossos processos e também pelo respeito dos gestos e na forma de trabalhar que impactam, nomeadamente a qualidade do acabamento.
- ❑ **A comunicação** : cada colaborador da Direcção das Fabricações e da Logística Grupo compromete-se a promover a nossa política e os nossos resultados Qualidade, e fazê-los reconhecer pelos nossos clientes.

Esta política Qualidade deve respeitar dois pré-requisitos: assegurar em qualquer circunstância a saúde e a segurança de todos os colaboradores e vigiar permanentemente para que a produção dos veículos e órgãos mecânicos seja irrepreensível, que satisfaçam os nossos clientes e contribuam para a melhoria do **Overall Opinion** – indicador primordial da atractividade e reputação das marcas, para o qual devemos contribuir através da gestão da nossa Qualidade.

Conto com cada um de vós para que a contribuição do Manufacturing no Plano Satisfação Cliente leve a empresa ao melhor nível de Qualidade entre os construtores de automóveis.



José Vicente de Los Mozos

Anexo II – Política Ambiental



POLÍTICA AMBIENTAL

Em coerência com a política ambiental do Grupo Renault, a fábrica Renault Cacia, SA compromete-se a :

- Prevenir e reduzir de maneira contínua a pegada ecológica e os impactos sanitários das atividades, contribuindo para a competitividade do Grupo Renault e para a proteção dos bens materiais e imateriais através de:
 - ✓ Domínio dos consumos energéticos e das emissões atmosféricas
 - ✓ Separação na origem e a maximização da valorização dos resíduos
 - ✓ Prevenção da contaminação dos solos e das águas subterrâneas
 - ✓ Domínio do consumo de água e dos efluentes
 - ✓ Prevenção de poluições acidentais
 - ✓ Controlo das perturbações sonoras
 - ✓ Domínio do risco químico
- Manter o Sistema de Gestão Ambiental certificado ISO 14001, a fim de garantir a melhoria contínua do desempenho ambiental e assegurar a conformidade relativa às exigências regulamentares e às exigências voluntárias do Grupo Renault.
- Sensibilizar os colaboradores relativamente às questões ambientais e comunicar o seu desempenho.

Para atingir estes objetivos, a Renault Cacia estabelece o Programa de Gestão Ambiental e os meios necessários, tendo em conta os aspetos ambientais significativos e em coerência com o Plano Diretor.

A Direção compromete-se a aplicar esta política e incentiva todas as pessoas que trabalham para ou em seu nome, a colaborar na sua implementação.

23 de Julho de 2015
O Diretor

Juan Pablo González MELGOSA

POLÍTICA AMBIENTAL DO GRUPO RENAULT

- Prevenir e reduzir de forma contínua a pegada ecológica e o impacto sanitário dos nossos produtos, serviços e atividades, integrando os princípios da análise do ciclo de vida e de economia circular
- Contribuir ativamente para a competitividade do Grupo Renault e para a proteção dos bens materiais e imateriais
- Implementar a gestão ambiental em todo o Grupo Renault e em toda a sua cadeia de valor, com o objetivo de assegurar o progresso contínuo e o cumprimento da regulamentação e os compromissos voluntários

Os domínios de ação prioritários são :

1. Alteração climática e eficiência energética
2. Recursos e economia circular competitiva
3. Saúde e ecossistemas
4. Serviços e sistema de mobilidade inovadores
5. Gestão ambiental, transparência e responsabilidade na comunicação e no diálogo com as partes interessadas

Carlos GHOSN

RENAULT CACIA

GRUPE RENAULT

POLÍTICA DE SEGURANÇA E CONDIÇÕES DE TRABALHO

SEGURANÇA, A NOSSA PRIORIDADE

A Política de Segurança e Condições de Trabalho da RENAULT CACIA resulta da Política do Grupo Renault e do Sistema de Produção Renault, centrado no posto de trabalho.

A preservação da saúde e a melhoria contínua da segurança, da ergonomia e das condições de trabalho das pessoas são elementos fundamentais para o nosso desempenho, a todos os níveis, e assentam em 3 princípios:

 <p>Prioridade Zero acidentes</p>	 <p>Identificar os riscos e combate-los na origem</p>	 <p>Ter um comportamento exemplar em todas as circunstâncias</p>
--	--	---

A aplicação dos princípios desta política, baseia-se nos seguintes eixos de progresso:

- *Integrar a segurança, a ergonomia e as condições de trabalho o mais a montante possível no desenvolvimento de projectos, de modificações de processos, máquinas e locais de trabalho, formando e desenvolvendo as competências individuais.*
- *Identificar, avaliar e controlar os nossos riscos, aplicando os Princípios Gerais de Prevenção e auditando sistematicamente os postos de trabalho.*
- *Reagir de imediato a todos os acidentes e quase acidentes, analisar e tomar as medidas necessárias para que não se repitam.*
- *Implicar os nossos fornecedores e trabalhadores de empresas do exterior na aplicação dos princípios definidos nesta Política.*

Assumo pessoalmente esta Política de Segurança e Condições de Trabalho, da qual farei um seguimento regular, e peço a cada um para contribuir para o seu cumprimento.

4 de Outubro de 2013



Juan Pablo GONZÁLEZ MELGOSA
Director RENAULT CACIA

Anexo IV – Modelo Cálculo de Incertezas

	POSTO	TAREFA, m	medição 1			medição 2			medição 3			Média	Desvio Padrão	L _{eq} dB (A)	L _{EX, 8h} dB (A)	L _{EX, 8h} trabalhador dB (A)	L _{crítico}
			L _{eq}	L _{eq}	L _{eq}	L _{eq}	L _{eq}	L _{eq}	L _{eq}	L _{eq}	L _{eq}						
i	valores										#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			
	tempo										#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			
ii	valores										#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			
	tempo										#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			
iii	valores										#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			
	tempo										#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			
iv	valores										#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			
	tempo										#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			

Fonte da Incerteza	incerteza individual	u _k ²	tarjeta i	tarjeta ii	tarjeta iii	tarjeta iv
Amostragem (u _{1,m})			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Tempo exposição tarefa (u _{2,m})			0	0	0	0
Instrumentação (Classe) (u _{2,m})	1,5	2,25	u _{k,1} ²	u _{k,2} ²	u _{k,3} ²	u _{k,4} ²
Posição microfones (u ₃)	1	1	0	0	0	0

tarefa, m	Coef. Sensibilidade (tempo exposição) C _{2a,m}	Coef. Sensibilidade (nível sonoro) C _{2a,m}	(C _{2a,m}) ²	(C _{2a,m}) ²	Σ 0	U(L _{EX,8h})
i	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
ii	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
iii	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
iv	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

Resultado Final (intervalo) - L _{EX, 8h} trabalhador dB (A)	
Valor min	Valor máx
#DIV/0!	#DIV/0!

Anexo V - Cálculos das incertezas das medições da linha 99 (maquinação).

	POSTO	TAREFA, m	medição 1	medição 2	medição 3	Média	Desvio Padrão	L _{aeq} dB (A)	L _{EX, 8h} dB (A)	L _{EX, 8h trabalhador} dB (A)	L _{cpico}	L
			L _{aeq}	L _{aeq}	L _{aeq}							
i	A	Maquinação - Linha 99	84,8	84,7	84,9	84,80	0,100	84,8	84	84,80	129,1	3
			6,5	6,5	6,5	6,50						
ii						#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		125,3	
iii						#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		120,8	
iv						#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			

CÁLCULO DE INCERTEZAS

Fonte da Incerteza	Incerteza individual	u _x ²	tarefa i	tarefa ii	tarefa iii	tarefa iv
Amostragem (u _{1a,m})			0,057735	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Tempo exposição tarefa (u _{1b,m})			0	0	0	0
Instrumentação (Classe) (u _{2,m})	1,5	2,25	u _{x i} ²	u _{x ii} ²	u _{x iii} ²	u _{x iv} ²
Posição microfona (u ₃)	1	1	0,00333333	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
			0	0	0	0

tarefa, m	Coef. Sensibilidade (tempo exposição) C _{1b,m}	Coef. Sensibilidade (nível sonoro) C _{1a,m}	(C _{1b,m}) ²	(C _{1a,m}) ²	(C _{1a,m}) ² × (u _{1a,m} ² + u _{2,m} ² + u ₃ ²) + (C _{1b,m} - u _{1b,m})	Σ ()	u _(LEX,8h)	U(L _{EX,8h})
i	0,5425	0,8125	0,2943063	0,66015625	2,442014583	2,442014583	1,562694655	2,6

LEX, 8h trabalhador dB (A)	
LEX, 8h dB (A) MÍN	LEX, 8h dB (A) MÁX
82,22	87,38
L _{cpico}	129,10

Anexo VI - Cálculos das incertezas das medições da Máquina Infas

		POSTO	TAREFA, m	medição 1	medição 2	medição 3	Média	Desvio Padrão	L _{seq} dB (A)	L _{EX, 8h} dB (A)	L _{EX, 8h trabalhador} dB (A)	L _{Cpico}	L
				L _{Aeq}	L _{Aeq}	L _{Aeq}							
i	valores	A	Máquina Infas	82,4	80,9	76,1	79,80	3,291	80,5	80	80,51	119,7	3
	tempo			6,5	6,5	6,5	6,50						
ii	valores					#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	136,1	
	tempo					#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
iii	valores					#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	129,4	
	tempo					#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
iv	valores					#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
	tempo					#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		

CÁLCULO DE INCERTEZAS

Fonte da Incerteza	Incerteza individual	u _x ²	tarefa i	tarefa ii	tarefa iii	tarefa iv
Amostragem (u _{1a,m})			1,9	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Tempo exposição tarefa (u _{1b,m})			0	0	0	0
Instrumentação (Classe) (u _{2,m})	1,5	2,25	u _{x i} ²	u _{x ii} ²	u _{x iii} ²	u _{x iv} ²
Posição microfone (u ₃)	1	1	3,61	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
			0	0	0	0

tarefa, m	Coef. Sensibilidade (tempo exposição) C _{1a,m}	Coef. Sensibilidade e (nível sonoro) C _{1a,m}	(C _{1b,m}) ²	(C _{1a,m}) ²	(C _{1a,m}) ² × (u _{1a,m} ² + u _{2,m} ² + u ₃ ²) + (C _{1b,m} × u _{1b,m})	Σ (l)	u _(LEX,8h)	U(L _{EX,8h})
i	0,5425	0,8125	0,294306	0,66015625	4,822978125	4,822978125	2,196127985	3,6

LEX, 8h trabalhador dB (A)	
LEX, 8h dB (A) MÍN	LEX, 8h dB (A) MÁX
76,89	84,14
L _{Cpico}	136,10

Anexo VII - Cálculos das incertezas das medições da linha 81 (montagem)

		POSTO	TAREFA, m	medição 1	medição 2	medição 3	Média	Desvio Padrão	L_{Aeq} dB (A)	$L_{EX, 8h}$ dB (A)	$L_{EX, 8h}$ trabalhador dB (A)	L_{cpico}	L	
				L_{Aeq}	L_{Aeq}	L_{Aeq}								
i	valores	A	Montagem - Linha 81	83,4	86,5	90,2	86,70	3,404	87,6	87	87,57	126,1	3	
	tempo			6,5	6,5	6,5	6,50							
ii	valores						#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		122,8		
	tempo						#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		123,8		
iii	valores						#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!				
	tempo						#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!				
iv	valores						#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!				
	tempo						#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!				

CÁLCULO DE INCERTEZAS

Fonte da Incerteza	Incerteza individual	u_x^2	tarefa i	tarefa ii	tarefa iii	tarefa iv
Amostragem ($u_{1a,m}$)			1,965536	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Tempo exposição tarefa ($u_{1b,m}$)			0	0	0	0
Instrumentação (Classe) ($u_{2,m}$)	1,5	2,25	$u_{x i}^2$	$u_{x ii}^2$	$u_{x iii}^2$	$u_{x iv}^2$
Posição microfone (u_3)	1	1	3,863333	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
			0	0	0	0

tarefa, m	Coef. Sensibilidade (tempo exposição) $C_{1b,m}$	Coef. Sensibilidad e (nível sonoro) $C_{1a,m}$	$(C_{1b,m})^2$	$(C_{1a,m})^2$	$(C_{1a,m})^2 \times (u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_3^2) + (C_{1b,m} - u_{1b,m})$	$\Sigma (I)$	$u_{(L_{EX,8h})}$	$U(L_{EX,8h})$
i	0,5425	0,8125	0,294306	0,66015625	4,990217708	4,990217708	2,23387952	3,7

LEX, 8h trabalhador dB (A)	
LEX, 8h dB (A) MÍN	LEX, 8h dB (A) MÁX
83,88	91,25
L_{cpico}	126,10

Anexo VIII – Modelo Seleção de protetores auriculares

Protetores CLASSIC

Montagem	FREQUÊNCIA							
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Valor por bandas oitava sonómetro (dB)								
Atenuação média								
Desvio padrão								
L_n	0	0	0	0	0	0	0	0
$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB)	9,0							

AMOSTRA 1

$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB) 9,0 dB

$L_{EX, 8h, efect}$ (dB) 8,1 dB

$L_{EX, 8h, efect}$ dB (A)			
< 70	70 a 74	75 a 79	80 a 84
Excessivo	Aceitável	Satisfatório	Aceitável
			>85
			Insuficiente

Montagem	FREQUÊNCIA							
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Valor por bandas oitava sonómetro (dB)								
Atenuação média								
Desvio padrão								
L_n	0	0	0	0	0	0	0	0
$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB)	9,0							

AMOSTRA 2

Montagem	FREQUÊNCIA							
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Valor por bandas oitava sonómetro (dB)								
Atenuação média								
Desvio padrão								
L_n	0	0	0	0	0	0	0	0
$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB)	9,0							

AMOSTRA 3

Anexo IX- Resultados dos protetores OPTIME na linha 99 (maquinação)

Protetores OPTIME

Maquinação	FREQUÊNCIA							
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Valor por bandas oitava sonometro (dB)	47,9	58,6	70,8	76	80,6	78,1	77,3	74,1
Atenuação média		11,6	18,7	27,5	32,9	33,6	36,1	35,8
Desvio padrão		4,3	3,6	2,5	2,7	3,4	3	3,8
L_n	47,9	55,6	59,3	53,5	53,1	51,3	47,2	45,9
$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB)	62,9							

AMOSTRA 1

$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB) **68,6** dB

$L_{EX, 8h, efect}$ **67,7** dB

	FREQUÊNCIA							
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Valor por bandas oitava sonometro (dB)	48,1	58,4	70,7	79,5	79,2	74,7	76,1	76,2
Atenuação média		11,6	18,7	27,5	32,9	33,6	36,1	35,8
Desvio padrão		4,3	3,6	2,5	2,7	3,4	3	3,8
L_n	48,1	55,4	59,2	57	51,7	47,9	46	48
$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB)	63,1							

AMOSTRA 2

	FREQUÊNCIA							
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Valor por bandas oitava sonometro (dB)	55,6	65,9	73,3	78,4	81,3	84,7	88,7	89,8
Atenuação média		11,6	18,7	27,5	32,9	33,6	36,1	35,8
Desvio padrão		4,3	3,6	2,5	2,7	3,4	3	3,8
L_n	55,6	62,9	61,8	55,9	53,8	57,9	58,6	61,6
$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB)	68,6							

AMOSTRA 3

$L_{EX, 8h, efect}$ dB (A)				
< 70	70 a 74	75 a 79	80 a 84	>85
Excessivo	Aceitável	Satisfatório	Aceitável	Insuficiente

Anexo X - Resultados dos protetores OPTIME na Máquina Infas

Protetores OPTIME

Máquina Infas	FREQUÊNCIA							
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Valor por bandas oitava sonometro (dB)	50,9	63,4	75	84,6	85,6	84,4	84,4	84
Atenuação média		11,6	18,7	27,5	32,9	33,6	36,1	35,8
Desvio padrão		4,3	3,6	2,5	2,7	3,4	3	3,8
L_a	50,9	60,4	63,5	62,1	58,1	57,6	54,3	55,8
L_{aeq, Tk, efect} (dB)	68,4							

AMOSTRA 1

L_{aeq, Tk, efect} (dB) 71,3 dB

L_{EX, Sh, efect} 70,4 dB

	FREQUÊNCIA							
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Valor por bandas oitava sonometro (dB)	51,8	67	77,7	86	88,4	88,5	88,3	88
Atenuação média		11,6	18,7	27,5	32,9	33,6	36,1	35,8
Desvio padrão		4,3	3,6	2,5	2,7	3,4	3	3,8
L_a	51,8	64	66,2	63,5	60,9	61,7	58,2	59,8
L_{aeq, Tk, efect} (dB)	71,3							

AMOSTRA 2

L _{EX, Sh, efect} dB (A)				
< 70	70 a 74	75 a 79	80 a 84	> 85
Excessivo	Aceitável	Satisfatório	Aceitável	Insuficiente

	FREQUÊNCIA							
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Valor por bandas oitava sonometro (dB)	51,5	63,3	75,1	83,3	86,3	85,1	84,5	84
Atenuação média		11,6	18,7	27,5	32,9	33,6	36,1	35,8
Desvio padrão		4,3	3,6	2,5	2,7	3,4	3	3,8
L_a	51,5	60,3	63,6	60,8	58,8	58,3	54,4	55,8
L_{aeq, Tk, efect} (dB)	68,3							

AMOSTRA 3

Anexo XI - Resultados dos protetores OPTIME na linha 81 (montagem)

Protetores OPTIME

Montagem	FREQUÊNCIA							
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Valor por bandas oitava sonometro (dB)	50,9	63,4	75	84,6	85,6	84,4	84,4	84
Atenuação média		11,6	18,7	27,5	32,9	33,6	36,1	35,8
Desvio padrão		4,3	3,6	2,5	2,7	3,4	3	3,8
L_n	50,9	60,4	63,5	62,1	58,1	57,6	54,3	55,8
$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB)	68,4							

AMOSTRA 1

$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB) **71,3** dB

$L_{EX, 8h, efect}$ **70,4** dB

	FREQUÊNCIA							
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Valor por bandas oitava sonometro (dB)	51,8	67	77,7	86	88,4	88,5	88,3	88
Atenuação média		11,6	18,7	27,5	32,9	33,6	36,1	35,8
Desvio padrão		4,3	3,6	2,5	2,7	3,4	3	3,8
L_n	51,8	64	66,2	63,5	60,9	61,7	58,2	59,8
$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB)	71,3							

AMOSTRA 2

$L_{EX, 8h, efect}$ dB (A)				
< 70	70 a 74	75 a 79	80 a 84	>85
Excessivo	Aceitável	Satisfatório	Aceitável	Insuficiente

	FREQUÊNCIA							
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Valor por bandas oitava sonometro (dB)	51,5	63,3	75,1	83,3	86,3	85,1	84,5	84
Atenuação média		11,6	18,7	27,5	32,9	33,6	36,1	35,8
Desvio padrão		4,3	3,6	2,5	2,7	3,4	3	3,8
L_n	51,5	60,3	63,6	60,8	58,8	58,3	54,4	55,8
$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB)	68,3							

AMOSTRA 3

Anexo XII - Resultados dos protetores CLASSIC na linha 99 (maquinação)

Protetores CLASSIC

Maquinação	FREQUÊNCIA							
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Valor por bandas oitava sonometro (dB)	47,9	58,6	70,8	76	80,6	78,1	77,3	74,1
Atenuação média	22,3	23,3	24,6	26,9	27,4	34,1	41,6	40,4
Desvio padrão	5,4	5,3	3,6	5,4	4,8	3,1	3,5	6,4
L_n	36,4	45,9	53,4	59,9	62,8	50,2	42,7	46,5
$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB)	65,2							

AMOSTRA 1

$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB) **68,4** dB

$L_{EX, 8h, efect}$ **67,5** dB

	FREQUÊNCIA							
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Valor por bandas oitava sonometro (dB)	48,1	58,4	70,7	79,5	79,2	74,7	76,1	76,2
Atenuação média	22,3	23,3	24,6	26,9	27,4	34,1	41,6	40,4
Desvio padrão	5,4	5,3	3,6	5,4	4,8	3,1	3,5	6,4
L_n	36,6	45,7	53,3	63,4	61,4	46,8	41,5	48,6
$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB)	66,0							

AMOSTRA 2

	FREQUÊNCIA							
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Valor por bandas oitava sonometro (dB)	55,6	65,9	73,3	78,4	81,3	84,7	88,7	89,8
Atenuação média	22,3	23,3	24,6	26,9	27,4	34,1	41,6	40,4
Desvio padrão	5,4	5,3	3,6	5,4	4,8	3,1	3,5	6,4
L_n	44,1	53,2	55,9	62,3	63,5	56,8	54,1	62,2
$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB)	68,4							

AMOSTRA 3

$L_{EX, 8h, efect}$ dB (A)				
< 70	70 a 74	75 a 79	80 a 84	>85
Excessivo	Aceitável	Satisfatório	Aceitável	Insuficiente

Anexo XIII - Resultados dos protetores CLASSIC na Máquina Infas

Protetores CLASSIC

Máquina Infas	FREQUÊNCIA							
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Valor por bandas oitava sonometro (dB)	50,9	63,4	75	84,6	85,6	84,4	84,4	84
Atenuação média	22,3	23,3	24,6	26,9	27,4	34,1	41,6	40,4
Desvio padrão	5,4	5,3	3,6	5,4	4,8	3,1	3,5	6,4
L_n	39,4	50,7	57,6	68,5	67,8	56,5	49,8	56,4
$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB)	71,7							

AMOSTRA 1

$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB) 73,6 dB

$L_{EX, 8h, efect}$ 72,7 dB

$L_{EX, 8h, efect}$ dB (A)				
< 70	70 a 74	75 a 79	80 a 84	> 85
Excessivo	Aceitável	Satisfatório	Aceitável	Insuficiente

	FREQUÊNCIA							
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Valor por bandas oitava sonometro (dB)	51,8	67	77,7	85	88,4	88,5	88,3	88
Atenuação média	22,3	23,3	24,6	26,9	27,4	34,1	41,6	40,4
Desvio padrão	5,4	5,3	3,6	5,4	4,8	3,1	3,5	6,4
L_n	40,3	54,3	60,3	68,9	70,6	60,6	53,7	60,4
$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB)	73,6							

AMOSTRA 2

	FREQUÊNCIA							
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Valor por bandas oitava sonometro (dB)	51,5	63,3	75,1	83,3	86,3	85,1	84,5	84
Atenuação média	22,3	23,3	24,6	26,9	27,4	34,1	41,6	40,4
Desvio padrão	5,4	5,3	3,6	5,4	4,8	3,1	3,5	6,4
L_n	40	50,6	57,7	67,2	68,5	57,2	49,9	56,4
$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB)	71,5							

AMOSTRA 3

Anexo IX - Resultados dos protetores CLASSIC na linha 81 (montagem)

Protetores CLASSIC

Montagem	FREQUÊNCIA							
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Valor por bandas oitava sonometro (dB)	50,9	63,4	75	84,6	85,6	84,4	84,4	84
Atenuação média	22,3	23,3	24,6	26,9	27,4	34,1	41,6	40,4
Desvio padrão	5,4	5,3	3,6	5,4	4,8	3,1	3,5	6,4
L_n	39,4	50,7	57,6	68,5	67,8	56,5	49,8	56,4
$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB)	71,7							

AMOSTRA 1

$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB) 73,6 dB

$L_{EX, 8h, efect}$ 72,7 dB

$L_{EX, 8h, efect}$ dB (A)				
< 70	70 a 74	75 a 79	80 a 84	>85
Excessivo	Aceitável	Satisfatório	Aceitável	Insuficiente

	FREQUÊNCIA							
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Valor por bandas oitava sonometro (dB)	51,8	67	77,7	85	88,4	88,5	88,3	88
Atenuação média	22,3	23,3	24,6	26,9	27,4	34,1	41,6	40,4
Desvio padrão	5,4	5,3	3,6	5,4	4,8	3,1	3,5	6,4
L_n	40,3	54,3	60,3	68,9	70,6	60,6	53,7	60,4
$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB)	73,6							

AMOSTRA 2

	FREQUÊNCIA							
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Valor por bandas oitava sonometro (dB)	51,5	63,3	75,1	83,3	86,3	85,1	84,5	84
Atenuação média	22,3	23,3	24,6	26,9	27,4	34,1	41,6	40,4
Desvio padrão	5,4	5,3	3,6	5,4	4,8	3,1	3,5	6,4
L_n	40	50,6	57,7	67,2	68,5	57,2	49,9	56,4
$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB)	71,5							

AMOSTRA 3

Anexo XV - Resultados dos protetores TRACERS na linha 99 (maquinação)

Protetores TRACERS

Maquinação	FREQUÊNCIA							
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Valor por bandas oitava sonometro (dB)	47,9	58,6	70,8	76	80,6	78,1	77,3	74,1
Atenuação média	29,2	29,4	29,4	32,2	32,3	36,1	44,3	44,8
Desvio padrão	6	7,4	6,6	5,3	5	3,2	6	6,4
L_n	30,7	44	54,6	54,4	58,3	48,4	45	42,1
$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB)	61,4							

AMOSTRA 1

$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB) 65,2 dB

$L_{EX, 8h, efect}$ 64,3 dB

$L_{EX, 8h, efect}$ dB (A)				
< 70	70 a 74	75 a 79	80 a 84	>85
Excessivo	Aceitável	Satisfatório	Aceitável	Insuficiente

	FREQUÊNCIA							
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Valor por bandas oitava sonometro (dB)	48,1	58,4	70,7	79,5	79,2	74,7	76,1	76,2
Atenuação média	29,2	29,4	29,4	32,2	32,3	36,1	44,3	44,8
Desvio padrão	6	7,4	6,6	5,3	5	3,2	6	6,4
L_n	30,9	43,8	54,5	57,9	56,9	45	43,8	44,2
$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB)	61,7							

AMOSTRA 2

	FREQUÊNCIA							
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Valor por bandas oitava sonometro (dB)	55,6	65,9	73,3	78,4	81,3	84,7	88,7	89,8
Atenuação média	29,2	29,4	29,4	32,2	32,3	36,1	44,3	44,8
Desvio padrão	6	7,4	6,6	5,3	5	3,2	6	6,4
L_n	38,4	51,3	57,1	56,8	59	55	56,4	57,8
$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB)	65,2							

AMOSTRA 3

Anexo XVI - Resultados dos protetores TRACERS na Máquina Infas

Protetores TRACERS

Máquina Infas	FREQUÊNCIA							
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Valor por bandas oitava sonometro (dB)	50,9	63,4	75	84,6	85,6	84,4	84,4	84
Atenuação média	29,2	29,4	29,4	32,2	32,3	36,1	44,3	44,8
Desvio padrão	6	7,4	6,6	5,3	5	3,2	6	6,4
L_n	33,7	48,8	58,8	63	63,3	54,7	52,1	52
$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB)	67,5							

AMOSTRA 1

$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB) 70,0 dB

$L_{EX, 8h, efect}$ 69,1 dB

$L_{EX, 8h, efect}$ dB (A)				
< 70	70 a 74	75 a 79	80 a 84	>85
Excessivo	Aceitável	Satisfatório	Aceitável	Insuficiente

	FREQUÊNCIA							
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Valor por bandas oitava sonometro (dB)	51,8	67	77,7	86	88,4	88,5	88,3	88
Atenuação média	29,2	29,4	29,4	32,2	32,3	36,1	44,3	44,8
Desvio padrão	6	7,4	6,6	5,3	5	3,2	6	6,4
L_n	34,6	52,4	61,5	64,4	66,1	58,8	56	56
$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB)	70,0							

AMOSTRA 2

	FREQUÊNCIA							
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Valor por bandas oitava sonometro (dB)	51,5	63,3	75,1	83,3	86,3	85,1	84,5	84
Atenuação média	29,2	29,4	29,4	32,2	32,3	36,1	44,3	44,8
Desvio padrão	6	7,4	6,6	5,3	5	3,2	6	6,4
L_n	34,3	48,7	58,9	61,7	64	55,4	52,2	52
$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB)	67,4							

AMOSTRA 3

Anexo XVII - Resultados dos protetores TRACERS na linha 81 (montagem)

Protetores TRACERS

Montagem	FREQUÊNCIA							
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Valor por bandas oitava sonometro (dB)	50,9	63,4	75	84,6	85,6	84,4	84,4	84
Atenuação média	29,2	29,4	29,4	32,2	32,3	36,1	44,3	44,8
Desvio padrão	6	7,4	6,6	5,3	5	3,2	6	6,4
L_n	33,7	48,8	58,8	63	63,3	54,7	52,1	52
$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB)	67,5							

AMOSTRA 1

$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB) 70,0 dB

$L_{EX, 8h, efect}$ 69,1 dB

$L_{EX, 8h, efect}$ dB (A)				
< 70	70 a 74	75 a 79	80 a 84	>85
Excessivo	Aceitável	Satisfatório	Aceitável	Insuficiente

	FREQUÊNCIA							
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Valor por bandas oitava sonometro (dB)	51,8	67	77,7	86	88,4	88,5	88,3	88
Atenuação média	29,2	29,4	29,4	32,2	32,3	36,1	44,3	44,8
Desvio padrão	6	7,4	6,6	5,3	5	3,2	6	6,4
L_n	34,6	52,4	61,5	64,4	66,1	58,8	56	56
$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB)	70,0							

AMOSTRA 2

	FREQUÊNCIA							
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Valor por bandas oitava sonometro (dB)	51,5	63,3	75,1	83,3	86,3	85,1	84,5	84
Atenuação média	29,2	29,4	29,4	32,2	32,3	36,1	44,3	44,8
Desvio padrão	6	7,4	6,6	5,3	5	3,2	6	6,4
L_n	34,3	48,7	58,9	61,7	64	55,4	52,2	52
$L_{aeq, Tk, efect}$ (dB)	67,4							

AMOSTRA 3