

---

# MESTRADO EM ENGENHARIA SEGURANÇA E HIGIENE OCUPACIONAIS



## Estudo da Exposição Ocupacional ao Ruído em Estações de Tratamento de Águas e Respectiva Avaliação Audiométrica

Tese apresentada para obtenção do grau de Mestre  
Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais  
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

**Eduardo Luís Sapeta Barradas**

**Orientador: Professor Doutor Alberto Sérgio de Sá Rodrigues Miguel**

Universidade do Porto – Faculdade de Engenharia

**Arguente: Professo Doutor João Paulo Meixedo dos Santos**

Instituto Superior de Engenharia do Porto

**Presidente do Júri: Doutor João Manuel Abreu dos Santos Baptista**

Universidade do Porto – Faculdade de Engenharia

**2011**



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto PORTUGAL VoIP/SIP:  
feup@fe.up.pt ISN: 3599\*654 Telephone: +351 22 508 14 00 Fax: +351 22 508 14 40 URL:

<http://www.fe.up.pt>

Correio Electrónico: [feup@fe.up.pt](mailto:feup@fe.up.pt)



## **AGRADECIMENTOS**

A realização desta Dissertação só foi possível graças à colaboração e ao contributo, de forma directa ou indirecta, de várias pessoas e instituições, às quais gostaria de exprimir algumas palavras de agradecimento e profundo reconhecimento, em particular:

Ao meu orientador, Professor Doutor Alberto Sérgio Miguel, pelo apoio, a partilha do saber, disponibilidade e amizade que sempre me dispensou. O meu mais profundo agradecimento pelo contributo imprescindível na realização desta dissertação.

Aos colaboradores da IGA, S.A. em especial ao Eng.º Duarte Sousa, pela disponibilidade, paciência e pela forma como me ajudaram na realização deste trabalho e muito especialmente pela disponibilidade com que encararam a realização das audiometrias.

À Policlínica do Caniço por todo o apoio na realização das audiometrias e pela disponibilização do sonómetro para a realização das avaliações de ruído.

Ao Dr. César Bettencourt, Médico do Trabalho, pela sua participação neste trabalho.

A todos os Professores do Mestrado por terem sempre entendido as dificuldades inerentes à distância física, em especial ao Professor Doutor João Manuel Abreu Santos Baptista.

À Jacqueline pela amizade, ajuda, simpatia e conselhos.

Aos meus colegas Zita Freitas e José Vieira por terem embarcado comigo nesta grande aventura.

À minha família a quem dedico este trabalho.



## RESUMO

A exposição ao ruído no local de trabalho é causa directa da segunda mais importante doença profissional no nosso país – a surdez – originando ainda, frequentemente, outras perturbações fisiológicas e psicológicas.

Tais perturbações podem conduzir a estados de fadiga física e psíquica que, para além de custos sociais evidentes, se acabam por traduzir também em custos económicos para as empresas, devido a perdas de produtividade e de qualidade do trabalho, desmotivação e absentismo.

Esta exposição está intimamente associada a actividades tais como industria e construção.

Existem outras actividades, que pelas características inerentes ao seu processo, tendem a desvalorizar e por vezes ignorar a existência deste perigo para a segurança e saúde dos seus colaboradores.

Passados mais de 20 anos sobre a nova abordagem da prevenção de riscos profissionais, imposta pela Directiva Comunitária 89/391/CEE, de 12 de Junho, é possível ainda identificar situações onde as condições de trabalho são determinantes para o bem-estar dos trabalhadores. Razão pela qual, uma das obrigações gerais dos empregadores, conforme o artigo 15º da Lei nº 102/2009, de 10 de Setembro, é de assegurar, nos locais de trabalho, que a exposição a agentes físicos, químicos e biológicos e aos factores de risco psicossociais não constituem risco para a Segurança e Saúde dos seus trabalhadores.

No processo de tratamento de águas, pelas suas características naturais ou tecnológicas, o ruído sempre foi identificado como um dos perigos existentes havendo sempre a necessidade de avaliar e quantificar esse risco, dado que seguindo os princípios gerais da prevenção, torna-se muito difícil a eliminação deste perigo na fonte.

O presente estudo é o resultado dessa identificação, decorrente de várias análises e visitas às mais variadas Estações de Tratamento de Água localizadas na Região Autónoma da Madeira, e pela auscultação dos colaboradores da empresa que sempre identificaram este como sendo um dos maiores perigos da sua actividade.

Trata-se, portanto, não do início de um processo, mas sim do fim do mesmo. Numa actividade que tem tanto de digna como de exigente dado que garante o abastecimento de água em condições de serem consumidas pelas populações.

Por estas razões tornou-se uma obrigação profissional e moral garantir cada vez melhores condições de trabalho aqueles que diariamente nos garantem o abastecimento de um bem tão essencial como a água

**Palavras-chave:** *Ruído, Exposição, Água, Tratamento*



## **ABSTRACT**

Exposure to noise at work is the direct cause of the second most important occupational disease in our country - deafness - resulting in yet, often, other physiological and psychological disturbances.

Such disorders can lead to states of mental and physical fatigue that, in addition to obvious social costs, is ultimately translated into a cost savings for businesses due to lost productivity and work quality, motivation and absenteeism.

This exposure is closely associated with activities such as industry and construction.

There are other activities that the characteristics inherent in their process, tend to devalue and sometimes ignore the existence of this danger to the health and safety of its employees.

More than 20 years on the new approach to prevention of occupational hazards imposed by EU Directive 89/391/EEC of 12 June, it is also possible to identify situations where working conditions are essential to the welfare of workers. Reason, one of the general obligations of employers, according to Article 15 of Law No. 102/2009 of 10 September, is to ensure, in the workplace, exposure to physical, chemical and biological factors and psychosocial risk is risk to the safety and health of their workers.

In the water treatment process, its natural features or technologies, noise has always been identified as one of the dangers there is always a need to assess and quantify that risk, given that by following the general principles of prevention, it becomes very difficult to elimination of this danger in the source.

The present study is the result of that identification, due to several tests and visits to various Water Treatment Plants located in the Autonomous Region of Madeira, and the sounding of the company's employees have always identified this as one of the biggest dangers of their activity.

It is, therefore, not the beginning of a process but the end of it. An activity that is as worthy as demanding as it ensures the supply of water capable of being consumed by the population. For these reasons it became a moral and professional obligation to ensure better and better working conditions in those who daily ensure the supply of a commodity as essential as water

**Keywords:** *Noise, Exposure, Water, Treatment*



## Índice

1.	INTRODUÇÃO.....	1
2.	OBJECTIVOS E METODOLOGIA .....	3
2.1	Objectivos da Tese .....	3
2.2	Metodologia de Desenvolvimento.....	3
2.3	Organização da Dissertação .....	3
3.	A IGA – INVESTIMENTOS E GESTÃO DA ÁGUA, S.A.....	5
3.1	Caracterização da Empresa .....	5
3.1.1	Organização dos Serviços de Segurança e Saúde no Trabalho .....	6
3.1.2	Estrutura Orgânica e Capital Humano .....	6
3.2	O Processo de Tratamento de Águas .....	10
3.3	O Ciclo Urbano da Água .....	13
4.	ESTADO DA ARTE.....	15
4.1	O Ruído .....	15
4.1.1	Frequência e Espectro.....	15
4.1.2	Nível Sonoro.....	16
4.1.3	Tipos de Ruído .....	17
4.1.4	Filtros de Ponderação .....	18
4.1.5	Anatomia e Fisiologia da Audição.....	19
4.1.6	Efeitos do Ruído .....	20
4.1.7	Medidas de Prevenção .....	21
4.2	Audiometria.....	21
4.3	Incertezas de Medição .....	22
4.3.1	Origem das Incertezas de Medição .....	22
4.3.2	Cálculo de Incertezas.....	22
4.3.3	Incerteza padrão devido à amostra da tarefa .....	23
4.3.4	Incerteza padrão devido à duração estimada da tarefa .....	23
4.3.5	Incerteza padrão $u_2$ do equipamento de medição.....	24
4.3.6	Coefficientes de sensibilidade da tarefa.....	24
4.3.7	Incerteza padrão associada à imperfeita selecção das posições de medição ( $u_2$ ) ...	25
4.4	Enquadramento Legal e Normativo .....	25
4.4.1	Evolução Legal e Normativa .....	25
4.4.2	Legislação Aplicável .....	25
4.4.3	Normas.....	29

4.4.4	Referenciais Técnicos .....	30
4.4.5	Conhecimento Científico.....	30
5.	MATERIAIS E MÉTODOS .....	31
5.1	Escolha das Estações de Tratamento de Água a Avaliar .....	31
5.1.1	Estação de Tratamento Eng <sup>o</sup> Manuel Rafael Amaro da Costa .....	32
5.1.2	Estação de Tratamento de Águas de Santa Quitéria.....	34
5.1.3	Estação de Tratamento de Águas do Covão – Câmara de Lobos.....	35
5.1.4	Estação de Tratamento de Água da Ribeira Brava .....	36
5.1.5	Estação de cloragem e Elevação da Zona Leste.....	37
5.2	Recolha de Dados.....	38
5.3	Equipamento Utilizado .....	39
6.	AVALIAÇÃO DE RUÍDO LABORAL.....	41
6.1	Estação Eng. <sup>o</sup> Manuel Rafael Amaro da Costa .....	41
6.1.1	Pontos de Medição .....	42
6.1.2	Caracterização dos Postos de Trabalho .....	43
6.1.3	Resultados Obtidos.....	44
6.1.4	Conclusões / Recomendações .....	45
6.2	Estação de cloragem e Elevação da Zona Leste.....	47
6.2.1	Pontos de Medição .....	48
6.2.2	Caracterização dos Postos de Trabalho .....	49
6.2.3	Resultados Obtidos.....	49
6.2.4	Conclusões / Recomendações .....	51
6.3	Avaliação na Estação de Tratamento de Águas de Santa Quitéria .....	52
6.3.1	Pontos de Medição .....	53
6.3.2	Caracterização dos Postos de Trabalho .....	53
6.3.3	Resultados Obtidos.....	54
6.3.4	Conclusões / Recomendações .....	57
6.4	Estação de Tratamento de Águas do Covão .....	58
6.4.1	Pontos de Medição .....	59
6.4.2	Caracterização dos Postos de Trabalho .....	60
6.4.3	Resultados Obtidos.....	60
6.4.4	Conclusões / Recomendações .....	62
6.5	Estação da Ribeira Brava .....	64
6.5.1	Pontos de Medição .....	65
6.5.2	Caracterização dos Postos de Trabalho .....	65

6.5.3	Resultados Obtidos .....	66
6.5.4	Conclusões / Recomendações.....	67
6.6	Conclusões / Recomendações das Avaliações de Ruído .....	68
6.6.1	Medidas de Eliminação.....	68
6.6.1	Análise das Incertezas da medição.....	69
6.6.2	Seleção da Protecção Auditiva.....	69
7.	ANÁLISE DA PERCEPÇÃO AO RUÍDO LABORAL.....	71
7.1	Caracterização da amostra .....	71
7.2	Descrição das variáveis .....	71
7.3	Análise dos inquéritos .....	71
7.3.1	Identificação .....	71
7.3.2	Exposição ao ruído.....	72
7.3.3	Antecedentes .....	74
7.3.4	Formação.....	75
7.3.5	Protecção Individual .....	76
8.	AVALIAÇÃO AUDIOMÉTRICA .....	77
8.1	Conceito de Surdez.....	77
8.2	Audiometrias .....	77
8.3	Resultados Obtidos .....	79
8.4	Análise dos Resultados.....	81
8.5	Avaliação médica .....	82
9.	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	83
10.	CONCLUSÕES.....	85
11.	PERSPECTIVAS FUTURAS.....	87
12.	BIBLIOGRAFIA .....	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura1 – Estrutura da Dissertação	2
Figura 2 – Galeria das Rabaças – Comprimento 1500 m – Caudal 8640 m <sup>3</sup> /dia	7
Figura 3 – Estações da Ponta do Pargo – Prazeres – Estreito da Calheta	7
Figura 4 – Reservatórios de Águas	7
Figura 5 - Tratamento convencional da água	8
Figura 5 – Tratamento convencional da água	8
Figura 6 – Ciclo Urbano da Água	11
Figura 7 – Frequência e Período do Som	12
Figura 8 – Espectro de Frequências Sonoras	13
Figura 9 – Intensidade do Som	14
Figura 10 – Anatomia do ouvido humano	16
Figura 11 - Audiómetro	19
Figura 12 – ETA da Ribeira Brava	33
Figura 13 – Sonómetro Cesva SC 160	36
Figura 14 – ETA da Alegria – Pontos de Medição	38
Figura 15 - ETA de Machico – Pontos de Medição	44
Figura 16 – ETA de Santa Quitéria – Pontos de Medição	49
Figura 17 – ETA do Covão – Pontos de Medição	55
Figura 18 – ETA da Ribeira Brava – Pontos de Medição	61
Figura 19 – Protector Auditivo Clímax 14-P	66

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Evolução do número de funcionários e respectivo vínculo	4
Tabela 2 – Evolução dos Indicadores de Gestão	6
Tabela 3 – Filtros de ponderação A,B e C	15
Tabela 4 – Incerteza padrão do equipamento de medição	21
Tabela 5 – Níveis de Intervenção descritos no D.L. 182/2006 de 6 de Setembro	23
Tabela 6 – Características Técnicas da ETA	29
Tabela 7 – Características Técnicas do Reservatório da ETA	29
Tabela 8 – Características do Sistema Adutor dos Tornos	30
Tabela 9 – Características Técnicas da ETA	33
Tabela 10 - Características do Reservatório da ETA	34
Tabela11 – Características Técnicas da ETA	35
Tabela12 – Caracterização dos Tempos de Permanência – ETA da Alegria	39
Tabela13 – Determinação do Nível Médio Sonoro Contínuo Equivalente e Máximo Valor de Pico	40
Tabela14 – Caracterização dos Postos de Trabalho – ETA da Alegria	41
Tabela15 – Caracterização dos Tempos de Permanência – ETA da Zona Leste	45
Tabela16 – Determinação do Nível Médio Sonoro Contínuo Equivalente e Máximo Valor de Pico	46
Tabela17 – Caracterização dos Postos de Trabalho – ETA da Zona Leste	46
Tabela18 – Caracterização dos Tempos de Permanência – ETA de Santa Quitéria	50
Tabela 19 – Determinação do Nível Médio Sonoro Contínuo Equivalente e Máximo Valor de Pico	51
Tabela 20 – Caracterização dos Postos de Trabalho – ETA de Santa Quitéria	52
Tabela 21 – Caracterização dos Tempos de Permanência – ETA do Covão	56
Tabela 22 – Determinação do Nível Médio Sonoro Contínuo Equivalente e Máximo Valor de Pico	57
Tabela 23 – Caracterização dos Postos de Trabalho – ETA do Covão	58
Tabela 24 – Caracterização dos Tempos de Permanência – ETA da Ribeira Brava	62
Tabela 25 – Determinação do Nível Médio Sonoro Contínuo Equivalente e Máximo Valor de Pico	62
Tabela 26 – Caracterização dos Postos de Trabalho – ETA da Ribeira Brava	63
Tabela 27 – Princípios Gerais da Prevenção	64
Tabela 28 – Características do Protector auditivo	66
Tabela 29 – Resultados dos audiogramas	75
Tabela 30 – Médias Ponderadas das perdas auditivas	77
Tabela 31 – Análise integrada das variáveis	80

## **GLOSSÁRIO/SIGLAS/ABREVIATURAS**

<b>SIGLA</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
ACT	Autoridade para as Condições de Trabalho
dB	Decibel
dB(A)	Decibel A (com ponderação do filtro A)
dB(C)	Decibel C (com ponderação do filtro C)
DGS	Direcção Geral de Saúde
DRTrab	Direcção Regional do Trabalho – Região Autónoma da Madeira DIRTRA
EPI	Equipamentos de Protecção Individual
ETA	Estação de Tratamento de Águas
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuais
HSE	Health and Safety Executive
Hz	Hertz
IGA	Investimentos e Gestão da Água, S.A.
ISSO	International Standardization Organisation
LAeq, Te	Nível sonoro contínuo equivalente - corresponde ao nível sonoro contínuo equivalente ponderado A de um ruído num intervalo de tempo Te, é expresso em dB (A)
LCpico	Nível de pressão sonora de pico - valor máximo da pressão sonora instantânea, ponderado C, expresso em dB (C)
Lex, 8h	Média semanal dos valores diários da exposição de um trabalhador ao ruído durante o trabalho
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health
NP	Norma Portuguesa
OHSAS	Occupational Health and Safety Assessment Series
OIT	Organização Internacional do Trabalho
OMS	Organização Mundial de Saúde
Pa	Pascal
PAIR	Perda Auditiva Induzida pelo Ruído
RAM	Região Autónoma da Madeira

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um bem essencial a toda a Vida Humana. De modo a garantir o seu consumo em condições adequadas, esta deve ser alvo de vários processos de tratamento. Desta forma são criadas estações de tratamento que garantem que independentemente dos caudais e da sua qualidade, esta é tratada e distribuída na rede pública em condições aceitáveis ao ser humano.

Essas estações são projectadas de modo a garantir que são realizados os processos mínimos e necessários a garantir a qualidade da água pretendida.

Nesse processo é necessária a intervenção humana de modo a controlar e acompanhar, durante todo o dia, que não ocorram grandes variações aos níveis predeterminados e não pondo, desta forma, em causa a própria Saúde Pública.

Desta forma, e dada a responsabilidade do processo e da sua importância para o bem-estar das populações, toda a concepção das Estações de Tratamento de Águas é muito focada para o processo descuroando, em algumas situações, algumas questões que se prendem com a Segurança e Saúde dos próprios colaboradores.

A existência de níveis significativos de ruído em ambiente de trabalho continua a ser um dos factores perturbadores com maior repercussão nas condições de trabalho e, em grande parte das situações, no resultado da actividade produtiva.

Com efeito, num vasto leque de actividades, lidamos com processos produtivos em que a produção de ruído é inevitável, podendo, no entanto, controlar-se os seus níveis dentro de parâmetros razoáveis, de forma a não expor as pessoas a riscos indesejáveis e a contribuir para um ambiente laboral mais propício a um bom desempenho humano.

O ruído é um dos problemas mais subestimados apesar de ser omnipresente e ter um efeito acumulativo sobre a saúde (Sexto, 2000)

Na sequência da aplicação de medidas destinadas a melhorar as condições de segurança e saúde dos trabalhadores, reconheceu-se a necessidade de publicar uma directiva específica sobre protecção dos trabalhadores contra riscos devido à exposição ao ruído nos locais de trabalho. Surge assim a Directiva nº 86/188/CEE, entretanto revogada a partir de 15 de Fevereiro de 2006 pela Directiva nº 2003/10/CE que foi incorporada no direito português através do Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de Setembro.

Embora se trate de uma problemática normalmente associada a sectores como o da transformação e da construção, cujas indústrias apresentam, de uma forma geral processos produtivos com potencial para gerarem níveis de ruído significativos e passíveis de inferir riscos para a saúde e segurança dos trabalhadores expostos, o ruído pode ser igualmente problemático em toda uma série de ambientes de trabalho.

Esta Dissertação, inserida no Mestrado em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, foi o resultado de várias observações das práticas reais de trabalho onde, ao longo do tempo, foi constatado que para a concepção das referidas estações não foi considerado o ruído provocado pelo próprio processo de tratamento de águas em ambiente fechado.

Procurar-se-á abordar a temática do ruído pela sua vertente técnica, através da realização de avaliações dos níveis de ruído, pela vertente médica, através da realização de audiogramas a um grupo de trabalhadores expostos e respectiva análise e pela sua vertente sensorial, pela percepção dos trabalhadores a essa mesma exposição.



## **2. OBJECTIVOS E METODOLOGIA**

### **2.1 Objectivos da Tese**

O presente estudo tem por objectivo determinar quais os níveis dessa exposição de modo a determinar as medidas necessárias à sua eliminação / redução a níveis aceitáveis.

Foram recolhidos dados em 5 Estações de Tratamento de Águas, localizadas na Ilha da Madeira, abrangendo os concelhos de Funchal, Câmara de Lobos, Ribeira Brava e Machico.

Embora já exista por parte da entidade alguma sensibilização para esta temática, resultando na sinalização dos locais aparentemente ruidosos e na disponibilização de protectores auditivos aos seus colaboradores, nunca foi efectuado um estudo aprofundado dos reais níveis de pressão sonora em cada uma das Estações.

Conforme referido, para o estudo em questão foram seleccionadas cinco Estações tentando desta forma relacionar os níveis de pressão sonora com a arquitectura de cada uma.

A outro nível, os colaboradores realizarão uma audiometria que será analisada por um médico especialista (Médico do Trabalho), de modo a poder relacionar a exposição a níveis de pressão sonora com as consequentes perdas auditivas.

Toda essa análise será complementada com um inquérito aos colaboradores podendo desta forma relacionar as variáveis médica (audiometria) e técnica (avaliação da exposição ao ruído laboral), pela percepção do seu elemento comum, o trabalhador.

### **2.2 Metodologia de Desenvolvimento**

O desenvolvimento do presente trabalho combinará a revisão bibliográfica de alguns conceitos teóricos, a realização de uma avaliação de ruído laboral em cada uma das Estações analisadas, a determinação dos efeitos dessa exposição através de uma audiometria e da análise da percepção dessa mesma exposição recorrendo a um inquérito aos colaboradores

Pretende-se desta forma analisar a exposição do ruído laboral através de cada uma das seguintes vertentes, a técnica, a médica e a sensorial.

### **2.3 Organização da Dissertação**

A presente dissertação é dividida em três partes principais. Esta divisão passa pela distinção entre a diferenciação da avaliação técnica, da avaliação médica e da avaliação da percepção dos colaboradores à exposição ao ruído.

Nesse sentido, a dissertação foi estruturada conforme figura 1:

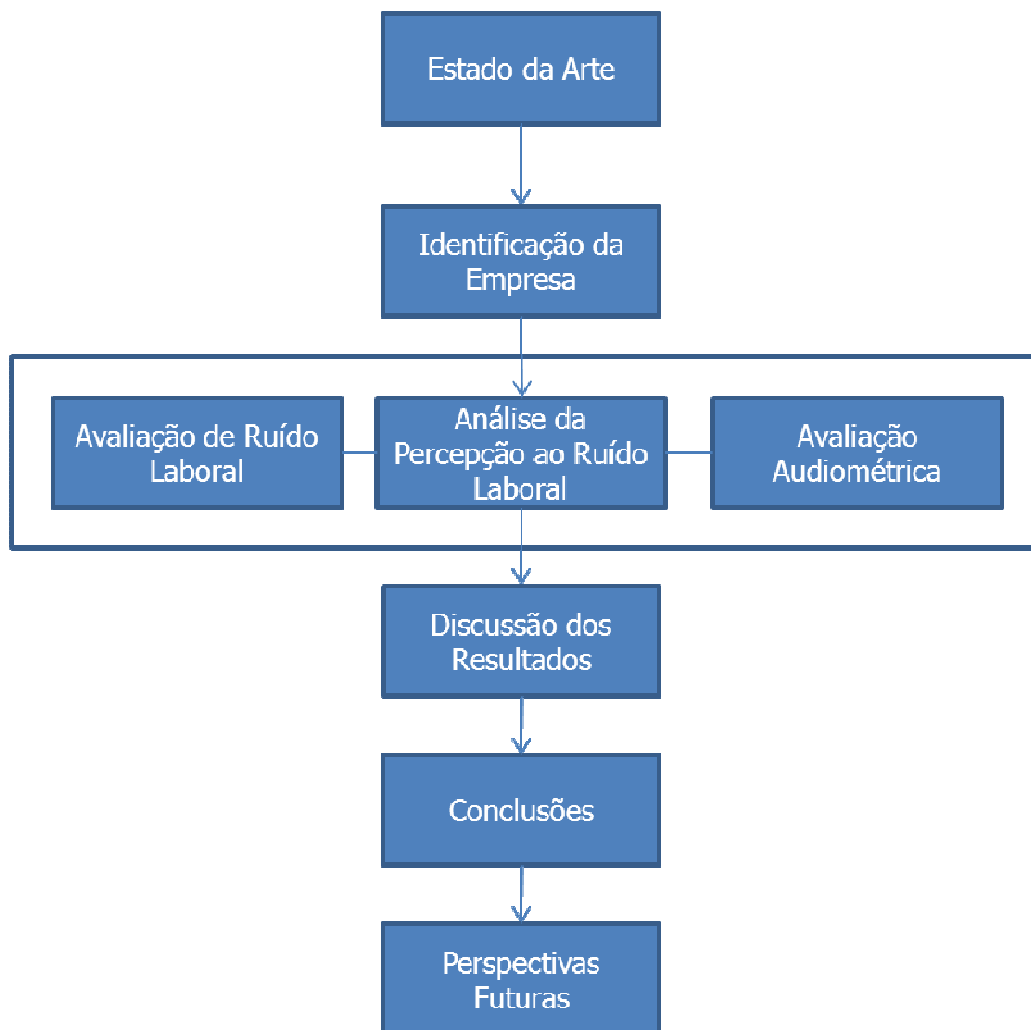


Figura1 – Estrutura da Dissertação

### **3. A IGA – INVESTIMENTOS E GESTÃO DA ÁGUA, S.A.**

No início da década de 1990 tornava-se evidente a necessidade da reformulação do modelo de gestão das águas então vigente. Por decisão do Governo Regional foi então criada uma entidade pública ao abrigo do Decreto Legislativo Regional n.º 23/M/99, de 23 de Dezembro – o IGA, inicialmente sob a forma de instituto público, ao qual se atribuíram as competências de autoridade da água e a responsabilidade de estabelecer um outro plano hidráulico capaz de satisfazer as necessidades do abastecimento público, sem prejuízo do regadio e da produção hidroenergética.

Durante os 10 anos seguintes e com recurso a importantes fundos comunitários, o IGA deu início à exploração de novas origens de água potável, reforçou as aduções, implementou uma capacidade de tratamento de água compatível com as mais exigentes normas nacionais e comunitárias em vigor, aumentou a capacidade de acumulação de água potável e introduziu medidas de controlo da qualidade da água a nível regional, construindo o seu próprio laboratório.

A par de diversas intervenções de menor expressão relativa, interligou as principais origens de água da ilha da Madeira através de um grande sistema hidráulico de abrangência intermunicipal, inteiramente automatizado e capaz de transvazar águas excedentárias para outras zonas urbanas deficitárias cobrindo toda a encosta Sudeste da ilha da Madeira, privilegiando as utilizações das águas gravíticas e maximizando o potencial hidroenergético das águas de abastecimento público. A acção do IGA, complementada com toda uma actividade dos municípios dirigida ao sector público do abastecimento de água em baixa, contribui para assegurar o fornecimento de água potável à quase totalidade da população.

A par da concepção e da execução de grandes obras hidráulicas o anterior Instituto de Gestão da Água actuou no plano da eficácia da gestão, atendendo a regras de planeamento presididas por critérios de valorização e preservação dos recursos hídricos regionais, de racionalização de utilização e de consumos, nesta matéria merece especial referência a criação de um sistema de visualização, de sinalização e de comando remoto das principais infra-estruturas hidráulicas de abastecimento público em alta na ilha da Madeira, que passaria a possibilitar uma maior fiabilidade na exploração e rapidez em tomadas de decisão.

#### **3.1 Caracterização da Empresa**

A IGA - Investimentos e Gestão da Água, S.A., empresa de capitais exclusivamente públicos, concessionária do Sistema Regional de Gestão e Abastecimento de Água e do Sistema de Gestão de Águas Residuais da Região Autónoma da Madeira, em regime de serviço público e exclusividade, exerce a sua actividade nos sectores públicos das águas e das águas residuais urbanas, englobando na sua esfera de competência as seguintes actividades comerciais:

- i) a captação, produção de água, transporte, tratamento e armazenagem de água em alta nas ilhas da Madeira e Porto Santo;
- ii) a distribuição de água em baixa no Porto Santo;
- iii) a drenagem supra municipal, o tratamento e o destino final de águas residuais urbanas no Porto Santo;
- iv) o regadio agrícola no Porto Santo.

As actividades complementares incluem a produção hidroeléctrica e o controlo, através de laboratório próprio acreditado, da qualidade da água na Região Autónoma da Madeira, com especial relevância ao nível das águas doces naturais para produção de águas de consumo humano, das águas de abastecimento público e das águas residuais urbanas. A IGA - Investimentos e Gestão da Água, S.A. faz parte integrante de um grupo empresarial ao qual foi atribuída a gestão das águas e dos resíduos sólidos urbanos na Região Autónoma da Madeira, em todas as suas vertentes. Integram-se ainda nesse agrupamento as empresas públicas denominadas IGSERV - Investimentos, Gestão e Serviços, S.A., Valor Ambiente - Gestão e Administração de Resíduos da Madeira, S.A, IGH - Investimentos e Gestão Hidroagrícola, S.A.

e ARM - Águas e Resíduos da Madeira, S.A..

### 3.1.1 Organização dos Serviços de Segurança e Saúde no Trabalho

Em relação à Organização dos Serviços de Segurança e Saúde no Trabalho a Organização optou pela modalidade de serviços externos, recorrendo a uma empresa autorizada pela Direcção Regional do Trabalho, conforme descrito no artigo 73º da Lei n.º102/2009, de 10 de Setembro.

### 3.1.2 Estrutura Orgânica e Capital Humano

A sociedade conta com 169 trabalhadores, número que ultrapassa em 24 funcionários o total dos trabalhadores ao serviço da empresa presentes à data da sua constituição, tendo ainda a percentagem de funcionários com vínculo à função pública variado dos 75% registados em 2000 para os 40%, como pode ser verificado na tabela 1.

Tabela 1 – Evolução do número de funcionários e respectivo vínculo

Fonte: IGA Relatório e Contas 2009

Número de funcionários e respectivo vínculo			
Ano	Número de funcionários		
	Do quadro da IGA	Com vínculo à função pública	Total
<b>2000</b>	37	108	145
<b>2001</b>	45	103	148
<b>2002</b>	53	98	151
<b>2003</b>	55	83	138
<b>2004</b>	57	81	138
<b>2005</b>	61	78	139
<b>2006</b>	76	71	147
<b>2007</b>	83	63	146
<b>2008</b>	93	61	154
<b>2009</b>	108	61	169

A IGA forma juntamente com a Valor Ambiente, a IGH e a ARM um grupo empresarial com responsabilidades na gestão dos sectores das águas e dos resíduos da Região Autónoma da Madeira, denominado por IGSERV. Com este novo modelo, pretendeu-se implementar uma melhor e mais eficiente gestão dos recursos hídricos regionais e dos processos de tratamento e valorização dos resíduos produzidos na Região.

A **IGA — Investimentos e Gestão da Água, S.A.** tem por objecto a exploração, em regime de concessão, do Sistema Regional de Gestão e Abastecimento de Água da R.A.M.

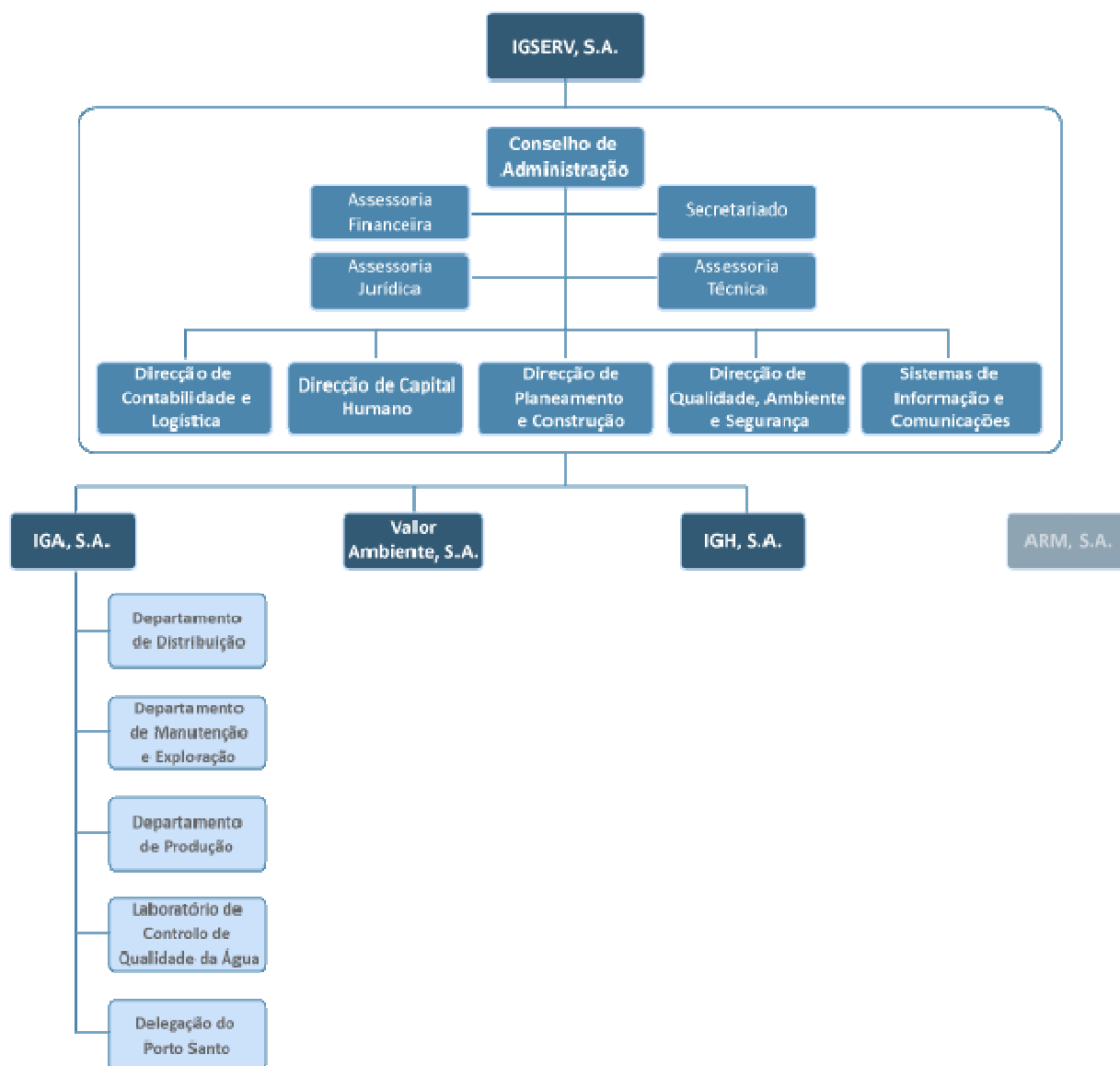
A **Valor Ambiente — Gestão e Administração de Resíduos da Madeira, S.A.** tem por objecto a exploração e gestão do Sistema de Transferência, Triagem, Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos da Região Autónoma da Madeira.

A **IGH — Investimentos e Gestão Hidroagrícola, S.A.** tem por objecto a exploração e gestão do sistema de Gestão do Regadio da Região Autónoma da Madeira.

A **ARM — Águas e Resíduos da Madeira, S.A.**, sociedade a constituir, terá por objecto a exploração e a gestão, em regime de concessão de serviço público, dos sistemas regionais de

distribuição de água e saneamento básico e de recolha de resíduos.

### ORGANIGRAMA DO GRUPO IGSERV



Fonte: IGA – Relatório e Contas 2010

A IGA, S.A. responsável pela captação de águas no Arquipélago da Madeira sendo que na Ilha da Madeira essa captação é de origem subterrânea enquanto na Ilha do Porto Santo essa captação é obtida pela água do mar, passando depois por um processo de dessalinização e de mineralização sendo depois introduzida na rede pública para distribuição. Em 2008 essa captação no Porto Santo era de cerca de 878.452 m<sup>3</sup> valor esse que regista um aumento graças a melhorias na rede de distribuição, conforme descrito na Tabela 2. O decréscimo registado no fornecimento de água para consumo em baixa na Ilha da Madeira deve-se, também, a melhorias nas redes de distribuição que são manifestamente perdulárias em Água.

Tabela 2 – Evolução dos Indicadores de Gestão  
Fonte: Relatório e Contas IGA 2009

<b>Indicadores</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor em 2008</b>	<b>Valor em 2009</b>
<b>Captação, transporte, tratamento, armazenagem e fornecimento de água em alta aos Municípios</b>	m <sup>3</sup>	45.665.033	47.135.751
<b>Água captada de origem superficial (Est. de Tratamento de Água)</b>	%	60	71
<b>Água captada de origem subterrânea (nascentes em galerias)</b>	%	17	17
<b>Água captada de origem subterrânea (furos de captação vertical)</b>	%	23	13
<b>Fornecimento de água para consumo em baixa na Madeira</b>	m <sup>3</sup>	764.105	650.543
<b>Produção de água dessalinizada, armazenagem e distribuição em baixa para consumo na ilha do Porto Santo</b>	m <sup>3</sup>	878.452	1.016.904
<b>Drenagem supra municipal, tratamento e envio a destino final de águas residuais urbanas na ilha do Porto Santo</b>	m <sup>3</sup>	399.041	379.155
<b>Fornecimento de água de rega (Campo de Golfe do Porto Santo)</b>	m <sup>3</sup>	560.684	515.767
<b>Energia vendida (produção hidroeléctrica)</b>	MW	4.1	4.6
<b>Análises realizadas pelo Laboratório Regional de Controlo de Qualidade da Água (LQA)</b>	Nº Análises	46.670	48.137

- **Principais Infra - estruturas na R.A.M.**

O sistema de gestão e abastecimento de água da Região Autónoma da Madeira, concessionado à IGA, compreende uma série de sistemas e infra-estruturas de captação, produção, tratamento, transporte, distribuição em alta e aproveitamento hidroeléctrico, para além de um Laboratório de Controlo de Qualidade da Água.



Figura 2 – Galeria das Rabaças – Comprimento 1500 m - Caudal 8640 m<sup>3</sup>/dia



Figura 3 - Estações da Ponta do Pargo – Prazeres – Estreito da Calheta



Figura 4 – Reservatórios de Águas

## 3.2 O Processo de Tratamento de Águas

Para que seja um produto de qualidade, a água que recebe em casa passa por diversos procedimentos técnicos com o fim de torná-la própria para o uso. Os sistemas de tratamento de água são processos realizados na água bruta (água não tratada), visando obter um produto potável, química, bacteriológica e biologicamente seguro para consumo humano. Para tal, é necessário remover ou destruir quaisquer organismos nocivos, substâncias químicas prejudiciais, bem como materiais, sejam em suspensão ou em solução, prejudiciais à aparência ou ao aspecto estético da água. (Marques, 2006)

O tratamento da água é, assim, o processo de natureza físico-química e biológica, mediante o qual se eliminam uma série de substâncias e organismos que implicam risco para o consumo ou lhe comunicam um aspecto ou qualidade organoléptica não desejáveis, e a transforma numa água própria para o consumo humano. (Alves, 2005)

Os tipos de tratamento de água variam segundo o tipo de origem de água, se é subterrânea ou superficial, e a sua qualidade antes do tratamento. Uma estação de tratamento de água terá apenas a combinação de processos necessários para tratar as impurezas da origem de água que utiliza. A qualidade das águas subterrâneas, geralmente, é melhor que a das superficiais, já que a água, ao ir passando pelas diferentes camadas do solo, filtra-se, tornando-se mais pura e livre de matéria orgânica e bactérias. Assim, muitas origens de água subterrânea podem satisfazer as exigências legais sem a aplicação de nenhum tratamento, enquanto outras podem precisar de uma adição de cloro ou outro tratamento adicional. Infelizmente, um número crescente de águas subterrâneas encontra-se contaminado por nitratos, inviabilizando o seu uso como origem de água potável. (Alves, 2005)

Porque as águas superficiais estão mais expostas a contaminações, é necessário tratá-las. As entidades gestoras dos sistemas de abastecimento usam uma grande variedade de processos de tratamento para remover as impurezas da água. Estes processos individuais podem estar organizados numa sequência, que se denomina linha de tratamento. Os processos mais frequentemente utilizados incluem floculação e sedimentação, filtração e desinfecção da água. Esta sucessão de processos de tratamento denomina-se por tratamento convencional. (Marques, 2006)

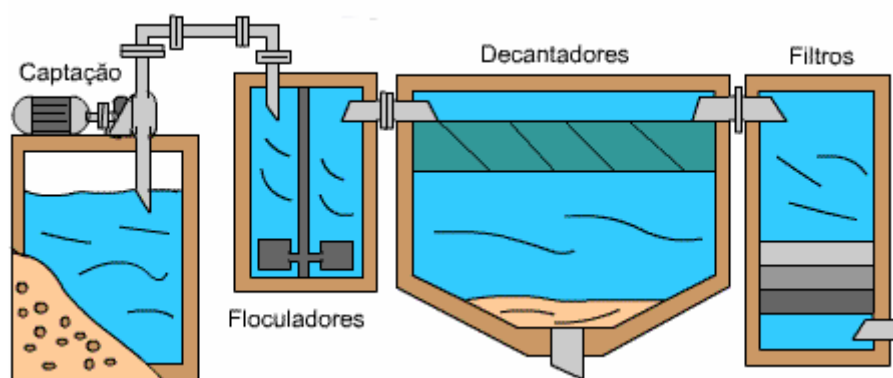


Figura 5 – Tratamento convencional da água

Fonte: Tratamento de águas de abastecimento (Célia Alves, 2005)

Quando a entidade gestora de um sistema de abastecimento capta água bruta de um rio ou de uma albufeira, regularmente a água contém sujidade e pequenos pedaços de folhas e outras matérias orgânicas, para além de pequenas quantidades de certas impurezas. Ao chegar à estação de tratamento, juntam-se, frequentemente, substâncias químicas à água, denominadas coagulantes. (Alves, 2005)

As substâncias químicas utilizadas como coagulantes são sais de alumínio e de ferro e poli electrólitos (coadjuvantes da floculação).

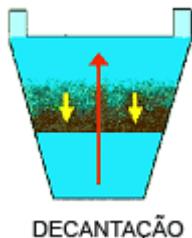
Depois de se misturarem os coagulantes na água, esta flui para os "floculadores", que são tanques onde agitadores grandes revolvem a água para manter as substâncias químicas em suspensão, enquanto estas limpam a água. A maioria das substâncias indesejadas na água bruta são partículas diminutas, tão leves que flutuam ou se encontram suspensas. (Alves, 2005)

Ao revolver a água levemente, as substâncias químicas provocam que as partículas mais pequenas se agrupem e cresçam até que fiquem suficientemente grandes e pesadas para se depositarem.



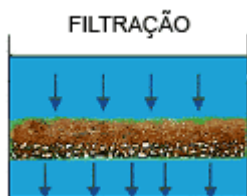
**Coagulação/Floculação:** A coagulação tem por objectivo transformar as impurezas que se encontram em suspensão fina, em estado coloidal e algumas que se encontram dissolvidas, em partículas que possam ser removidas por decantação (sedimentação) e filtração. Esses aglomerados gelatinosos reúnem-se produzindo os flocos (floculação). Floculação refere-se aos processos de tratamento de água que combinam ou "coagulam" partículas pequenas em partículas maiores, que se separam da água como um sedimento.

Posteriormente, a água passa para um tanque denominado decantador, onde flui lentamente, permitindo assim que as partículas se depositem no fundo, separando-se da água. Neste momento, a maioria das substâncias químicas adicionadas à água já sedimentaram e separaram-se da água, levando com elas as impurezas que estavam originalmente na água bruta. De facto, embora pareça que se estão a adicionar substâncias à água, sucede exactamente o contrário. (Alves, 2005)



**Decantação:** É um processo de separação de partículas em suspensão na água. Estas partículas, sendo mais pesadas que a água, tenderão a depositar-se no fundo do decantador, clarificando a água e reduzindo em grande percentagem as impurezas. É simplesmente um processo gravítico que remove as partículas floculadas da água.

Outro passo no processo de tratamento é a filtração, quando a água passa através de filtros constituídos por um leito de areia ou areia e antracite (leito misto). Ao fluir através da areia, as restantes partículas pequenas, que não foram removidas na decantação, ficam retidas nos filtros, sendo assim removidas da água. (Alves, 2005)



**Filtração:** Em geral, considera-se a filtração como a passagem de um fluido, neste caso a água, através de um meio poroso que retém a matéria que se encontra em suspensão. Nas instalações de filtração das estações de tratamento de água, o meio poroso costuma ser, geralmente, de areia, areia + antracite ou carvão activado granulado. Normalmente, utiliza-se para a remoção de materiais em suspensão e substâncias coloidais e microrganismos presentes na água. A filtração clarifica a água e aumenta a eficácia da desinfecção.

O passo final do tratamento convencional é a desinfecção, onde os microrganismos remanescentes do tratamento são eliminados através do uso de cloro, cloroaminas ou dióxido de cloro, sendo mantido um teor residual de desinfectante suficiente para garantir a potabilidade da água em toda a extensão da rede de distribuição. (Alves, 2005)

Desinfecção: A água é frequentemente desinfectada antes de entrar no sistema de distribuição para garantir que organismos prejudiciais são destruídos ou inactivados. O cloro, as cloroaminas ou o dióxido de cloro são os mais frequentemente usados, porque são desinfectantes muito eficazes, não só na estação de tratamento, mas também nas condutas que distribuem a água, uma vez que podem ser mantidas concentrações residuais para prevenir a contaminação biológica no sistema de distribuição de água. O ozono é um desinfectante poderoso e a radiação ultravioleta é um desinfectante e tratamento eficaz para origens de água relativamente limpas, mas nenhum deles é eficaz no controlo de contaminações biológicas nas condutas de distribuição.

De acordo com a qualidade da origem de água, as entidades gestoras dos sistemas de abastecimento usam outros tratamentos, quando necessários.

A pré-oxidação é efectuada no início do processo de tratamento, podendo utilizar cloro, dióxido de cloro ou ozono, ou permanganato de potássio, dependendo das impurezas a eliminar. O cloro ou o dióxido de cloro utilizam-se, normalmente, para eliminar matéria orgânica e amónia. O ozono pode ser usado para a eliminação de algas e outra matéria orgânica. Já o permanganato de potássio é, normalmente, adicionado à água para eliminar ferro e manganês. (Alves, 2005)

Quando as águas estão contaminadas com matéria orgânica, compostos que provocam cor, cheiro e sabor indesejáveis, pode usar-se o carvão activado, como leito de um filtro colocado a seguir aos filtros de areia ou adicionado em pó, para os remover – a este processo denomina-se adsorção. Os processos de permuta de iões são usados para remover impurezas inorgânicas que não possam ser removidas adequadamente por filtração ou sedimentação. A permuta de iões pode ser usada para tratar águas duras. Também pode ser usada para remover arsénio, crómio, excesso de fluoretos, nitratos, rádio e urânio. (Alves, 2005)

A remineralização com cal e dióxido de carbono é efectuada para reduzir a agressividade da água e, assim, não danificar as condutas, aquando da distribuição.

- **Distribuição aos consumidores**

Num sistema de abastecimento de água, a água é transportada, sob pressão, através de uma rede de condutas subterrâneas, a partir de reservatórios de armazenamento de água tratada. Em muitos sistemas de abastecimento, a pressão da água é fornecida bombeando água para reservatórios que a armazenam em pontos mais elevados que as casas que servem. A força da gravidade, então, “empurra” a água para a sua casa quando abre a torneira. Apesar de a água ser segura ao sair da estação de tratamento, é importante garantir que não seja contaminada no sistema de distribuição, devido a fugas de água ou rupturas nas condutas, problemas de pressão ou crescimento de microrganismos, ataque à conduta devido à ausência ou a uma má remineralização, falta de limpeza e protecção dos reservatórios de armazenamento, e que mantenha um nível de cloro residual suficiente para que não se contamine ao longo do percurso. (Marques, 2006)

É importante que os consumidores reconheçam que a água é um bem económico caro e escasso, não é um recurso económico ilimitado e barato. É importante encorajar os consumidores a tornarem-se cidadãos envolvidos e activos. É nossa responsabilidade partilhada, envolvendo as autoridades nacional e locais, as entidades competentes, as entidades gestoras dos sistemas de abastecimento e o público, ajudar a manter a qualidade e quantidade da nossa água potável.

### 3.3 O Ciclo Urbano da Água

O Ciclo Urbano da Água, descrito na figura 6, corresponde a todas etapas/fases de utilização da água, desde que é captada até ao momento da sua restituição à natureza. (Marques, 2006)

As fases principais são:

- **Captação de água** - pode ser captada em albufeiras (águas superficiais), subterrâneas (lençóis freáticos);
- **Tratamento de água** - para ser consumida a água tem de ser tratada numa ETA.
- **Adução de água** - a água é conduzida no espaço por adutoras. A adução pode ser gravítica ou pressurizada. A pressurização é conseguida com uma estação elevatória de água;
- **Armazenamento de água** - armazenamento em reservatórios para abastecer quando for necessário;
- **Distribuição de água** - a água é conduzida pela rede de distribuição até ao ponto de consumo
- **Tratamento de águas residuais** - para que a qualidade final do efluente seja compatível com a capacidade de biodegradação do meio de descarga. O tratamento é feito numa Estação de Tratamento de Águas Residuais;
- **Devolução** – ponto onde a água é restituída à natureza.

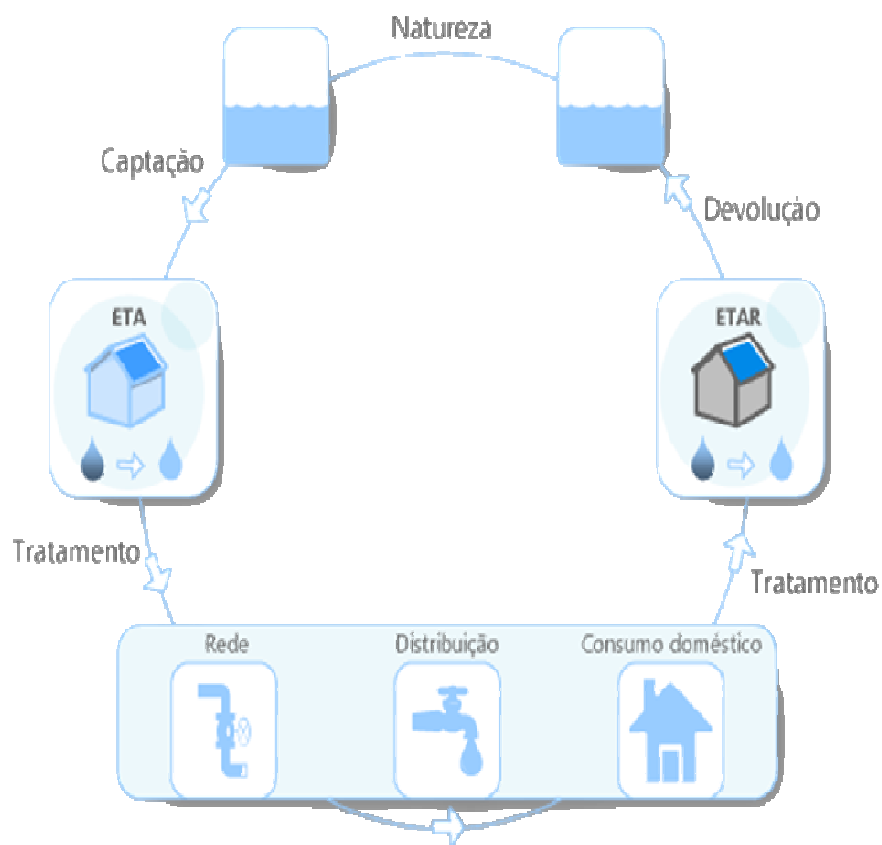


Figura 6 – Ciclo Urbano da Água

Fonte: Hidráulica Urbana. Sistemas de Abastecimento de Água e de Drenagem de Águas Residuais, (Marques, 2006)

## 4. ESTADO DA ARTE

### 4.1 O Ruído

A definição de ruído não é fácil, porque envolve muito de ordem fisiológica e psicológica e não apenas de ordem física (Gaspar, 2002)

Para definir ruído fala-se em som. O conceito de som e ruído ainda que tenham a mesma origem não podem ser confundidos. Nem todo o som é ruído (Mateus, 2008).

Fisicamente, não há diferença entre o som e ruído. O som é uma percepção sensorial e o ruído corresponde ao som indesejado. Por extensão, o ruído é qualquer perturbação injustificada dentro de uma faixa de frequências audíveis (NIOSH, 1991).

A exposição a níveis elevados de ruído é ainda um problema em todas as regiões do mundo. Nos Estados Unidos da América, por exemplo, 30 milhões de trabalhadores estão diariamente expostos a níveis elevados de ruído (NIOSH, 1998).

De acordo com o Inquérito Europeu sobre as Condições de Trabalho 2010, cerca de 30% dos trabalhadores na Alemanha estão expostos a níveis elevados de ruído pelo menos um quarto do seu tempo de trabalho. Em Portugal, e de acordo com o mesmo Inquérito, esse valor desce apenas para os 29%.

Nos últimos anos, o ruído industrial foi-se transformando numa necessidade de silêncio, considerando-se que a existência de ambientes silenciosos não era luxo, mas uma necessidade crescente, quer nos locais de trabalho, quer fora destes (Arezes, et al., 2002)

#### 4.1.1 Frequência e Espectro

A perturbação causada por um som não depende unicamente do seu nível de pressão sonora, mas também da sua frequência. A frequência é definida como o número de variações de pressão da fonte emissora por segundo, sendo a sua unidade o Hertz (Hz) (Macedo, 2006).

O cálculo da frequência, que nos dá o número de flutuações por segundo, é determinado segundo a seguinte fórmula (Arezes, 2002):

$$F = 1 / T \quad \text{Equação 1}$$

Em que:

F – é a frequência em hertz

T – é o período em segundos

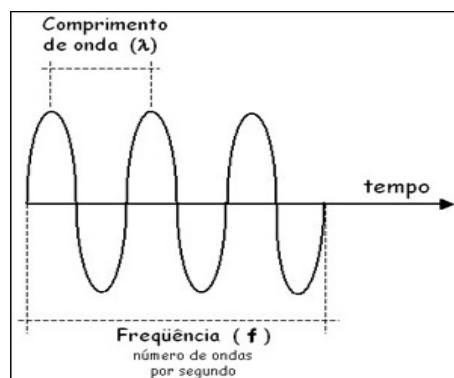


Figura 7 – Frequência e Período do Som

Fonte: Bruel & Kjaer

Um som cujas frequências são inferiores a 20 Hz é definido como infra-som e cujas frequências são superiores a 20000 Hz como ultra-som. O ouvido humano tem a capacidade de detectar frequências na gama entre os 20 Hz e os 20000 Hz (Macedo, 2006)

A gama audível está dividida em 10 grupos de frequências designados por oitavas. Cada oitava, por seu turno, está subdividida em 3 grupos de terços de oitava. A designação de cada oitava corresponde à sua frequência central, que é o dobro da frequência central da oitava antecedente e a média geométrica das frequências limite (Miguel, 2000 citado por Arezes, 2002).

Para se ter uma noção exacta da composição do ruído é necessário determinar o nível sonoro para cada frequência. (Miguel, 2010)

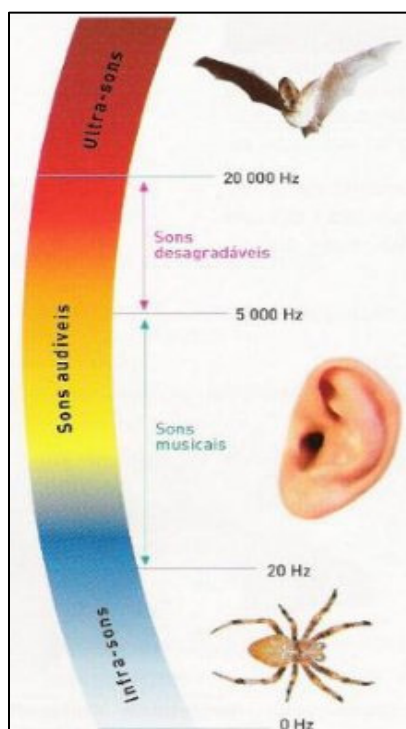


Figura 8 – Espectro de Frequências Sonoras  
Fonte: Autoridade para as Condições de Trabalho

#### 4.1.2 Nível Sonoro

Qualquer fonte sonora emite determinada potência acústica, característica e de valor fixo, relacionada com a saída da mesma. As vibrações sonoras originadas pela fonte têm, no entanto, valores variáveis dependentes de factores externos, tais como, distância e orientação do receptor, variações de temperatura, tipo de local, etc.

A intensidade das vibrações sonoras ou das variações de pressão que lhes estão associadas exprimem-se em newton por metro quadrado ( $N.m^{-2}$ ) ou pascal e designa-se por Pressão Sonora (citado por Arezes, 2002).

Além disso, o ouvido não responde linearmente aos estímulos, mas sim logaritmicamente (Miguel 2010)

Devido à larga gama de variações de pressões a que o ouvido reage é aconselhável, então, usar uma escala logarítmica, denominada a escala de Decibel (dB), em que se define como referência um som com uma pressão sonora de  $2 \times 10^{-5} N/m^2$  sendo que este valor assume o valor de 0 dB.

Olhando para a figura 9 é possível visualizar alguns exemplos comuns.



Figura 9 – Intensidade do Som  
 Fonte: Autoridade para as Condições de Trabalho

### 4.1.3 Tipos de Ruído

A norma ISO 2204:1979 refere que o espectro de ruído pode ser contínuo ou com sons puros audíveis e, tendo em conta a dependência, o ruído pode ser uniforme ou não estacionário (com o nível de ruído a variar significativamente) (Miguel, 2010).

Em função da dependência do tempo de observação, o ruído pode ser estacionário (com flutuações de nível mínimas) e não estacionário (com flutuações significativas) (Arezes, 2002). Qualquer que seja a fonte, os ruídos podem classificar-se em três tipos (Mateus, 2008):

- **Ruído Contínuo ou Flutuante**

Tem um nível que varia continuamente e numa extensão apreciável durante o período de observação. É produzido por máquinas que funcionam sem interrupção.

- **Ruído Intermitente**

Quando as máquinas operam em ciclos ou quando, por exemplo, algum veículo passa por nós, o nível de som aumenta e diminui rapidamente. O ciclo de tempo em que o ruído aumenta pode ser medido da mesma forma que o ruído contínuo, no entanto, o período de tempo desse ciclo deverá ser apontado. No caso de se tratar da passagem de um veículo (o qual é chamado de evento), o valor máximo registado também deverá ser apontado. Deverá ser feita a medição de um número de eventos semelhantes para estabelecer uma média.

- **Ruído Impulsivo**

Caracteriza-se por impulsos violentos como os verificados em explosões ou impactos. É breve e abrupto. É um tipo de ruído que pode provocar grandes danos e que é bastante incomodativo. Este tipo de ruído subdivide-se em ruído de impulso isolado de energia e impulsivo quase estável (Miguel, 2010).

#### 4.1.4 Filtros de Ponderação

A audição humana não reage da mesma forma a todas as frequências; um nível de pressão sonora de 90 dB de uma frequência de 100 Hz não causa a mesma sensação auditiva se a frequência for 2000 Hz. (Mateus, 2008)

A escala de decibéis é então corrigida de forma a representar a sensação auditiva e não apenas a realidade física. Essa correcção é feita através da malha de ponderação na frequência A, passando a unidade a ser designada como dB (A).

Devido à estrutura do nosso aparelho auditivo e das características do sistema nervoso relacionadas com a audição, reagimos de modo diverso aos sons de diferentes frequências, não obstante um mesmo nível de pressão sonora [Miguel, 2010]. A mais importante a nível de ruído industrial é a malha de ponderação A, que traduz aproximadamente a resposta do ouvido humano. (Miguel, 2010).

Tabela 3 – Filtros de ponderação A,B e C  
Fonte: Verlag Dashofer

(dB)	Frequência (Hz)								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
<b>dB(A)</b>	-39.4	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	1.2	1	-1.1
<b>dB(B)</b>	-17	-9	-4	-1	0	0	0	-1	-3
<b>dB(C)</b>	-3	-0.8	-0.2	0	0	0	-0.2	-0.8	-3

### 4.1.5 Anatomia e Fisiologia da Audição

Sob o ponto de vista anatómico o órgão da audição, ou ouvido, divide-se em três partes distintas: Ouvido Externo, Médio e Interno.

Do ponto de vista funcional, o ouvido externo e o ouvido médio estão associados com vista à recepção dos sons e transformação de energia acústica em energia mecânica. O ouvido interno transforma essa energia numa série de impulsos nervosos que vão representar os fenómenos acústicos (Miguel, 2010)

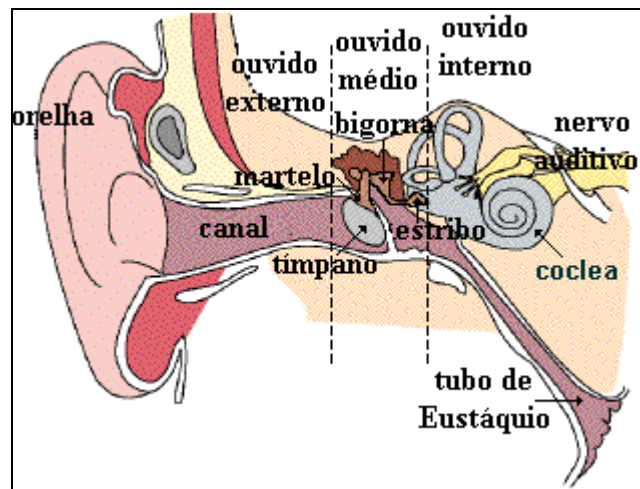


Figura 10 – Anatomia do ouvido humano  
Fonte: (Arezes, et al., 2009)

#### • OUVIDO EXTERNO

O ouvido externo é constituído fundamentalmente em três partes, a orelha, o canal auditivo e o tímpano. A função da orelha e do canal auditivo é essencialmente recolher e concentrar as ondas sonoras, no tímpano. O tímpano é uma membrana com bastante elasticidade, que tem como função receber as ondas sonoras. A posição do tímpano em relação ao canal auditivo é oblíqua, de forma a proporcionar uma superfície maior para receber as vibrações do que se fosse perpendicular.

#### • OUVIDO MÉDIO

O ouvido médio é constituído por um conjunto de membranas e ossos que transportam e ampliam as vibrações provocadas no tímpano até ao ouvido interno.

Existem no ouvido médio três ossos articulados entre si, e que estão ligados ao tímpano, e que formam um sistema de alavancas que amplia as vibrações do tímpano, para que possam ser detectadas pelo ouvido interno. Esses três ossos são designados por Martelo, Bigorna e Estribo.

Também faz parte do ouvido médio a Trompa de Eustáquio, que comunicando com a garganta, regula as pressões dos dois lados do tímpano para que estejam em equilíbrio.

#### • OUVIDO INTERNO

O ouvido interno possui dois sistemas: um deles é o de audição, a cóclea, o outro é o sistema de equilíbrio. A comunicação com o ouvido médio é feita através da Janela oval e da Janela redonda.

È composto pela cóclea e por cerca de 20.000 nervos auditivos.

As vibrações são transmitidas desde o tímpano, e através dos três ossos ao líquido (Linha) existente na cóclea, esse líquido vai então transmitir as vibrações aos nervos auditivos. Os nervos auditivos são de vários tamanhos, tendo portanto frequências características de oscilação diferentes, dessa forma só alguns nervos auditivos é que oscilam para cada vibração recebida pelo tímpano. A vibração desses nervos auditivos vai originar sinais eléctricos que são transmitidos ao cérebro.

#### **4.1.6 Efeitos do Ruído**

Quando a exposição a ruído excessivo se mantém durante um longo período de tempo, surge um défice permanente de acuidade auditiva (Miguel, 2010).

O efeito mais provável do ruído sobre o ouvido humano é a surdez (hipoacusia neuro-sensorial). Esta acontece em função da frequência e da intensidade do ruído, sendo mais evidente para os sons puros e para as frequências elevadas

Segundo a Associação Portuguesa de Audiologistas (2010) diversos estudos mostram que existe maior susceptibilidade do ouvido humano ao ruído nas frequências de 3000, 4000 e 6000 Hz. A perda auditiva induzida por ruído aparece normalmente na faixa frequencial entre os 3000 e 6000 Hz.

É óbvio que a nocividade dos ruídos se acentua quando os indivíduos estão expostos habitualmente (Gaspar, 2002)

Segundo a Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, todas as pessoas expostas ao ruído encontram-se potencialmente em risco. Quanto mais elevado for o nível de ruído e mais prolongada a exposição ao mesmo, maior é o risco de danos causados pelo ruído.

De acordo com a Associação Portuguesa de Audiologistas (2010), a exposição a ruído de altas intensidades ou prolongado provoca lesões irreversíveis no ouvido que leva a uma perda auditiva irreversível. Esta perda surge devido a lesões ao nível das células ciliadas do ouvido interno.

São vários os factores que podem estar relacionados com a perda auditiva pelo ruído:

- Intensidade
- Frequência
- Tempo de exposição
- Susceptibilidade do indivíduo.

O efeito da exposição repetida ao ruído é cumulativo não sendo, até aos dias de hoje tratável (Arezes, 2002)

A surdez que resulta directamente das condições de trabalho, consta na Lista de Doenças Profissionais aprovada pelo Decreto Regulamentar nº 76/2007, de 17 de Julho, com a designação: Hipoacusia de percepção bilateral por lesão coclear irreversível devido a traumatismo sonoro.

A perda de audição devido ao ruído é extremamente frequente, contudo, os efeitos do ruído não se restringem apenas à audição. Sabe-se também que a exposição ao ruído pode provocar dificuldades de concentração, stresse, insónia, doenças cardiovasculares e do sistema imunitário (Associação portuguesa de Audiologistas, 2010)

#### **4.1.7 Medidas de Prevenção**

A prevenção do ruído pode e deve ser feita na fase de concepção do projecto de qualquer empresa, local de trabalho ou posto de trabalho. A correcção de situações durante a fase de exploração será sempre menos eficaz e provavelmente com maiores custos (Meister et. Al., 2009)

As medidas de prevenção devem considerar diversos factores, nomeadamente: legal, médica, psicotécnica, organizativa e técnica (Meister, et al., 2009)

De acordo com a Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, a redução do ruído, quer na fonte quer após emissão, deve constituir uma das principais prioridades dos programas de gestão do ruído e incidir na concepção e na manutenção quer do equipamento quer das instalações. Existe uma série de medidas de controlo que possibilitam essa redução, sendo o método de controlo mais eficaz é a actuação sobre a fonte produtora de ruído (Arezes & Miguel, 2002). nomeadamente:

- o isolamento da fonte, mediante a localização, encerramento em cabina insonorizada ou amortecimento das vibrações com recurso a molas metálicas ou pneumáticas ou a apoios de elastómero;
- a redução na fonte ou após emissão, com recurso a cabinas insonorizadas e barreiras, amortecedores de ruído ou silenciadores de escape, ou à redução das velocidades de corte, ventilação ou impacto;
- a substituição ou alteração de máquinas, nomeadamente o recurso à transmissão por correias em alternativa a engenhos mais ruidosos, ou a utilização de ferramentas eléctricas em vez de ferramentas pneumáticas;

## **4.2 Audiometria**

A audiometria é um estudo que permite avaliar com exactidão a funcionalidade de ambos os ouvidos, determinar se existe uma deficiência da capacidade auditiva e, neste caso, localizar também a sua origem (por exemplo, no ouvido médio ou no ouvido interno). Trata-se de um exame subjectivo, já que o paciente é submetido a sons de frequência variada e intensidade crescente e deve comunicar ao médico se os ouve ou não, para que possa ser elaborado um gráfico da capacidade auditiva. Por conseguinte, este estudo não é útil nos casos de crianças pequenas ou de adultos com alguma perturbação de índole mental, devendo-se recorrer a exames objectivos de audição mais complexos.

A audiometria convencional costuma ser efectuada numa cabina insonorizada, após o médico ter explicado detalhadamente ao paciente as várias fases do exame e a forma como este deve colaborar. Para realizar o exame, utiliza-se um aparelho especial, denominado audiómetro, que emite sons puros de intensidade e frequência variáveis (audiometria tonal). Também podem ser utilizadas, no lugar de sons puros, palavras (audiometria vocal), caso o que se pretenda seja avaliar a capacidade de distinção da linguagem falada.

Utilizando auriculares ligados ao audiómetro, pode-se estudar um ouvido de cada vez. O aparelho emite sucessivamente sons de frequência diferente, mais graves ou mais agudos, começando com uma intensidade muito baixa que se vai aumentando até que o paciente assinala que os consegue ouvir (limiar de audição).



Figura 11 – Audiômetro

À medida que se avança no estudo, é elaborado um gráfico, o audiograma, a partir do limiar de audição para cada frequência expresso em decibéis. No audiograma, para cada ouvido, formam-se duas curvas correspondentes à condução aérea e à condução óssea dos sons. Num indivíduo com audição normal, as duas curvas sobrepõem-se de forma satisfatória. Se, pelo contrário, se sobrepuserem a um nível auditivo escasso, considera-se que existe um certo grau de surdez de percepção. Se a curva da condução óssea é superior à da condução aérea, considera-se que existe uma surdez de transmissão.

## 4.3 Incertezas de Medição

### 4.3.1 Origem das Incertezas de Medição

Segundo Pinto (2008), as incertezas de medição podem ter origem tanto em erros humanos como em variações naturais do local de trabalho. As principais fontes de incerteza são:

- Variações nas condições diárias do trabalho – É esperado que apresentem variações maiores, quanto elaborada seja a rotina do trabalhador medido (exposição a um maior número de ruídos não constantes);
- Instrumentação e calibração – Depende se o microfone estiver fixo durante o processo de medição e da classe de precisão do sonómetro e dosímetro utilizado;
- Posição do sonómetro;
- Contribuições falsas, tais como o vento, correntes de ar ou impactos no microfone;
- Análise do posto de trabalho pouco eficaz;
- Contribuições de origens não típicas, tais como rádios, música, discurso verbal, alarmes, comportamentos não normais, etc. – Podem e devem ser identificadas, para serem minimizadas durante o processo de medição.

A apresentação final do resultado na incerteza de medição deve garantir um intervalo de confiança de 95%.

### 4.3.2 Cálculo de Incertezas

Independentemente da estratégia de medição utilizada, a incerteza expandida deve ser associada ao valor da exposição pessoal diária calculado. Quando os valores de acção ou o valor limite de exposição pessoal diária se situem dentro da margem de erro das medições, entendendo-se por margem de erro o intervalo entre o resultado da medição subtraído e adicionado o valor da incerteza da medição, representado pela expressão:

LEX, 8h – incerteza da medição ≤ valor de acção ou valor limite ≤ LEX,8h + incerteza da medição.

O cálculo da incerteza da medição parte da seguinte fórmula, em que:

$$u^2(L_{ex,8h}) = \left[ \sum_{m=1}^M \left[ c_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_2^2 + u_3^2) + (c_{1b,m} u_{1b,m})^2 \right] \right]$$

Equação 2

$u_{1a, m}$  – é a incerteza padrão devido à amostra da tarefa  $m$ ;

$u_{1b, m}$  – é a incerteza padrão devido à duração estimada da tarefa  $m$ ;

$u_2$  – é a incerteza padrão devido ao equipamento usado na medição da tarefa  $m$ ;

$u_3$  – é a incerteza padrão devido à selecção imperfeita da posição do microfone para a tarefa  $m$ ;

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

$M$  – é o número total de tarefas.

O valor de incerteza final tem como designação Incerteza Expandida ( $U$ ) sendo 1,6 vezes o valor da incerteza calculada ( $U = 1,6 \times u$ )

#### 4.3.3 Incerteza padrão devido à amostra da tarefa

$$u_{1a,m} = \sqrt{\frac{1}{I(I-1)} \left[ \sum_{i=1}^I 10 (L_{pAeq, T, mi} - \overline{L_{pAeq, T, m}})^2 \right]}$$

Equação 3

Sendo:

$I$  – Número total de amostras obtidas

$L_{pAeq, T, mi}$  - Valor obtido em cada uma das 3 amostras de  $L_{pAeq}$ , referente à tarefa estudada

$\overline{L_{pAeq, T, m}}$  - Média aritmética das três amostras de  $L_{pAeq}$  obtidas

#### 4.3.4 Incerteza padrão devido à duração estimada da tarefa

$$u_{1b,m} = \sqrt{\frac{1}{J(J-1)} \left[ \sum_{j=1}^J (T_{j,m} - T_m)^2 \right]}$$

Equação 4

Sendo:

J - Número total de amostras para determinar o tempo médio da tarefa.

$T_{j,m}$  - Tempo recolhido da 1ª (n) amostra

$T_m$  - Tempo médio da tarefa, obtido pela média de todas as amostras

### 4.3.5 Incerteza padrão $u_2$ do equipamento de medição

A incerteza associada à instrumentação utilizada pode ser determinada pela tabela 4, de acordo com a Norma ISO 9612

Tabela 4 – Incerteza padrão do equipamento de medição

Tipo de Instrumentação	Incerteza Standard Associada (em dB)
Sonómetro Classe 1	0,5
Dosímetro	1
Sonómetro Classe 2	1

### 4.3.6 Coeficientes de sensibilidade da tarefa

#### 4.3.6.1 Coeficiente associado à incerteza do nível de ruído, instrumento e posição de medição ( $C_{1a,m}$ )

$$C_{1a,m} = \frac{T_m}{T_0} 10^{\frac{L_{pAeq, T, m} - L_{ex, 8h}}{10}}$$

Equação 5

$T_m$  – Duração da tarefa

$T_0$  - Duração total do turno de trabalho

$L_{pAeq, T, m}$  - Nível contínuo equivalente da tarefa

$L_{ex, 8h}$  - Nível diário de exposição do trabalhador que executa a tarefa

#### 4.3.6.2 Coeficiente associado à incerteza da duração da amostra ( $C_{1b,m}$ )

$$C_{1b,m} = 4,34 \times \frac{C_{1a,m}}{T_m}$$

Equação 6

$T_m$  – Duração da tarefa

### **4.3.7 Incerteza padrão associada à imperfeita selecção das posições de medição ( $u_2$ )**

Segundo a norma ISO 9612:2009, a incerteza padrão associada à imperfeita selecção das posições de medição, é 1,0 dB.

## **4.4 Enquadramento Legal e Normativo**

### **4.4.1 Evolução Legal e Normativa**

O enquadramento legislativo dos perigos associados à exposição do ruído, bem como da protecção dos trabalhadores à mesma, surgiu em Portugal no ano de 1971, mediante a Portaria nº 53/71, de 3 de Fevereiro, que aprovava o Regulamento Geral de Segurança e Higiene nos Estabelecimentos Industriais, e que foi posteriormente alterada pela Portaria nº 702/80, de 22 de Setembro.

Só em 1987 surgiu um Decreto-Lei dedicado ao ruído, Decreto-Lei 251/87, de 24 de Junho, que aprovou o Regulamento Geral sobre o Ruído. Em 1989 o Decreto-Lei nº 292/89 de 2 de Setembro, vem alterar alguns pontos no Regulamento Geral sobre o Ruído.

Embora tivesse surgido em 1986 a Directiva Comunitária n.º 86/188/CEE, de 12 de Maio, que estabelece o quadro geral de protecção dos trabalhadores contra os riscos devidos à exposição ao ruído durante o trabalho, a mesma só viria a ser transposta para a ordem jurídica interna em 1992, através do Decreto-Lei nº 72/92, e regulamentado pelo Decreto Regulamentar 9/92, ambos datados de 28 de Abril.

Em termos gerais, a exposição aos agentes físicos, incluindo o ruído, foi ainda abordada no Decreto-Lei nº 347/93, de 1 de Outubro e na Portaria nº 987/93, de 6 de Outubro, que definiram as prescrições mínimas de segurança e saúde nos locais de trabalho.

Em paralelo com a evolução do quadro legislativo nacional, são publicadas diversas normas técnicas, tais como: NP 1733 (1981), as NP 1730:1, 2 e 3 (1996), e a série NP EN 352 (1996) e NP EN 458 (1996). Mais recentemente, e ainda em discussão, encontra-se por publicar a ISO CD 9612, que além de substituir a versão de 1997, define diferentes metodologias de avaliação de ruído ocupacional, bem como um processo de determinação das incertezas das medições de ruído.

Actualmente, e actualizando o Decreto-Lei nº 72/92, e o Decreto Regulamentar n.º 9/92, de 28 de Abril, encontra-se em vigor o Decreto-Lei nº 182/2006 de 6 de Setembro, que transpõe para o quadro legislativo nacional a Directiva n.º 2003/10/CE, do Parlamento e Conselho Europeu, de 6 de Fevereiro. Através do presente Decreto-Lei foram definidas as prescrições mínimas de segurança e saúde respeitantes à exposição dos trabalhadores aos riscos devidos ao ruído.

O Decreto-Lei em causa também actualizou as designações das grandezas físicas utilizadas em questão, de acordo com as designações constantes na norma ISO 1999:1990.

### **4.4.2 Legislação Aplicável**

Foi publicado em 6 de Setembro de 2006 o Decreto-Lei n.º 182/2006 que transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2003/10/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de Fevereiro, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos aos agentes físicos (ruído).

Este diploma, com data de entrada em vigor em vigor em 6 de Outubro de 2006, vem revogar a anterior legislação sobre esta matéria.

Para efeitos deste diploma, entende-se por:

**Exposição pessoal diária ao ruído (LEX, 8h)** - o nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, calculado para um período normal de trabalho diário de oito horas ou para uma média semanal dos valores diários de exposição pessoal ao ruído, nas situações em que a exposição sonora é muito variável de um dia para o outro. Nestas situações, a avaliação de um único dia de trabalho seria pouco representativa da exposição real.

**Exposição pessoal diária efectiva (LEX, 8h,efect)** - a exposição pessoal diária ao ruído tendo em consideração a atenuação proporcionada pelos protectores auditivos.

**Nível de pressão sonora de pico (Lcpico)** - o valor máximo da pressão instantânea.

**Valores de acção inferiores e superiores** - os níveis de exposição diária ou semanal ou níveis de pressão sonora de pico que em caso de serem ultrapassados, implicam a necessidade de desencadear medidas preventivas no sentido de garantir a redução do risco para a segurança e saúde dos trabalhadores expostos.

**Valores limite de exposição** - Os níveis de exposição diária ou semanal ou o nível de pressão sonora de pico que não devem em caso algum ser ultrapassados.

- **Principais Alterações introduzidas**

Uma das principais alterações deste novo enquadramento é o facto de que com a sua entrada em vigor, não ser permitida, em situação alguma, a exposição pessoal diária ou semanal de trabalhadores a níveis de ruído iguais ou superiores a 87 dB(A) ou a valores de pico iguais ou superiores a 140 dB(C), sendo estes valores definidos como os Valores Limite de Exposição (VLE) ao ruído, em cuja determinação se passa a considerar a atenuação dos protectores auditivos.

Esta consideração significa que se fosse possível medir os níveis de ruído no interior do canal auditivo, utilizando um protector auditivo conveniente, a exposição do trabalhador nunca deverá ser igual ou superior ao nível sonoro contínuo equivalente (LEX,8h) de 87 dB(A) ou a valores de pico (Lcpico) iguais ou superiores a 140 dB(C).

Relativamente à legislação revogada, em que o VLE diária era de 90 dB(A), este parâmetro sofre uma redução de 3 dB(A), que considerando que o ruído é quantificado segundo uma escala logarítmica, significa uma redução de 50% no nível de pressão sonora.

Para além de um VLE consideravelmente inferior, o Decreto-Lei 182/2006, de 6 de Setembro substituiu o até então denominado como nível de acção (NA) por dois níveis distintos, denominados agora como valores de acção inferiores e valores de acção superiores, respectivamente.

Com este diploma legal passam a estar definidos **três níveis de intervenção**:

Tabela 5 – Níveis de Intervenção descritos no D.L. 182/2006 de 6 de Setembro  
Fonte: Decreto-Lei 182/2006 de 6 de Setembro

	LEX,8h – dB(A)	Lcpico – dB(C)
<b>Valores limite de exposição</b>	87	140
<b>Valores de acção superiores</b>	85	137
<b>Valores de acção inferiores</b>	80	135

- **OBRIGAÇÕES DAS ENTIDADES PATRONAIS**

- a) **Avaliação dos riscos**

Nas actividades susceptíveis de apresentar riscos de exposição ao ruído, o empregador deve avaliar e, se necessário, medir os níveis de ruído a que os trabalhadores se encontram expostos. Nesta avaliação devem ser tidos em consideração os seguintes princípios:

- a) Avaliar o nível, a natureza e a duração da exposição ao ruído dos trabalhadores, considerando também a exposição ao ruído de características impulsivas;
- b) A avaliação deve ser feita em concordância com os valores de acção inferiores, superiores e os valores limite de exposição definidos pela regulamentação;
- c) A avaliação deve ter particular atenção à possibilidade de haver trabalhadores com especial sensibilidade aos riscos profissionais a que estão expostos;
- d) A avaliação de riscos deve considerar a possibilidade de interacção entre o ruído, demais vibrações e as substâncias ototóxicas eventualmente presentes nos locais de trabalho;
- e) Considerar as interferências que o ruído pode provoca na percepção adequada de sinais de aviso, alarme e alerta necessários à redução de riscos de acidente;
- f) Ter em conta as informações disponibilizadas pelos fabricantes dos equipamentos, nomeadamente no que respeita aos riscos profissionais associados ao seu funcionamento;
- g) Garantir que os equipamentos de trabalho de substituição se encontram de acordo com os princípios gerais de diminuição das emissões sonoras;
- h) Ter em consideração a possibilidade de a exposição ao ruído dos trabalhadores se prolongar para além da duração máxima de um período normal de trabalho;
- i) Utilizar, a informação resultante da vigilância médica da saúde dos trabalhadores expostos ao ruído laboral, respeitando as restrições definidas por legislação específica;
- j) Garantir a disponibilidade de equipamentos de protecção auditiva com características de atenuação adequadas às características do ruído em questão.

A avaliação de riscos deve ser efectuada com uma periodicidade mínima de um ano, sempre que sejam alcançados ou ultrapassados os níveis de acção superiores (LEX, 8h = 85 dB (A) e LCpico = 137 dB (C))

Deve ainda ser actualizada sempre que se introduzam alterações significativas aos processos produtivos, nomeadamente a instalação de novos equipamentos, alteração do "lay-out" ou criação de novos postos de trabalho.

A medição dos níveis de ruído, para além de poder ser realizada por entidades acreditadas, pode também ser realizada por técnicos de higiene e segurança do trabalho, com certificado de aptidão profissional válido e com formação específica em instrumentação e metodologias de medição e avaliação da exposição ao ruído laboral.

## **b) Redução da exposição**

De acordo com os princípios gerais de prevenção dos riscos, a entidade empregadora deve utilizar todos os meios disponíveis para conseguir eliminar na origem ou reduzir ao mínimo possível os riscos associados ao ruído no local de trabalho, seguindo as seguintes principais linhas orientadoras:

- a) Procura adoptar métodos de trabalho alternativos que permitam diminuir os tempos de exposição dos trabalhadores ao ruído;
- b) Escolher equipamentos de trabalho bem concebidos, ergonomicamente adequados e que produzam o mínimo ruído possível;
- c) Conceber, dispor e organizar os locais e os postos de trabalho de forma adequada;

- d) Proporcionar informação e formação dos trabalhadores, com o objectivo de garantir uma utilização correcta e segura dos equipamentos de trabalho e reduzir ao mínimo a sua exposição ao ruído;
- e) Recorrer à implementação de medidas técnicas de redução de ruído, tais como o encapsulamento de fontes ruidosas, instalação de painéis absorventes e equipamentos amortecedores para evitar a transmissão de ruído para as estruturas;
- f) Desenvolver, implementar e garantir uma correcta programação das actividades de manutenção dos locais de trabalho e de todos os equipamentos a estes associados;
- g) Adoptar medidas de organização do trabalho, de forma a diminuir a duração da exposição ao ruído;
- h) Ajustar os horários de trabalho e os respectivos períodos de descanso, considerando-os como uma possível forma de reduzir a exposição dos trabalhadores ao ruído.

### **c) Protecção individual**

Em todas as situações em que não seja possível reduzir a exposição ao ruído através das medidas anteriormente referidas, o empregador deve garantir a disponibilidade de equipamentos de protecção auditiva individual, sempre que seja ultrapassado um dos valores de acção inferiores, e assegurar a sua efectiva utilização, sempre que o nível de exposição ao ruído alcance ou ultrapasse os valores de acção superiores.

### **d) Informação, consulta e formação dos trabalhadores**

Para além das responsabilidades gerais em matéria de informação e consulta dos trabalhadores, a entidade empregadora deve assegurar a informação, consulta e formação aos trabalhadores expostos a níveis de ruído iguais ou superiores aos valores de acção inferiores, considerando:

- a) Os riscos para a saúde e segurança dos trabalhadores expostos ao ruído no local de trabalho;
- b) As medidas já implementadas ou a implementar com o objectivo de eliminar ou reduzir a exposição ao ruído laboral;
- c) Os valores de acção inferiores, superiores e os valores limite de exposição;
- d) Os resultados das medições e avaliações de ruído e o seu significado em termos de risco potencial para a saúde e segurança dos trabalhadores;
- e) A técnica adequada para colocação e utilização dos equipamentos individuais de protecção individual;
- f) A forma e a importância de detectar e precocemente indícios de trauma auditivo relacionado com a actividade laboral;
- g) A necessidade de vigilância médica e a sua periodicidade em função do nível de exposição de cada trabalhador ao ruído no local de trabalho;
- h) Metodologias e práticas de trabalho seguras e com potencial para minimizarem a exposição ao ruído e os seus consequentes efeitos.

### **e) Vigilância da Saúde dos trabalhadores**

Para além das obrigações gerais em matéria de saúde no trabalho, a entidade empregadora deve garantir uma adequada vigilância médica dos trabalhadores expostos ao ruído, com o objectivo de detectar precocemente eventuais perdas de audição e de tomar medidas no sentido da preservação da sua capacidade auditiva.

Assim, o empregador deve garantir a vigilância médica e audiométrica da função auditiva dos trabalhadores com a seguinte periodicidade:

- Anual (ou inferior se o médico o entender) para os trabalhadores que tenham estado expostos a níveis de ruído superiores aos valores de acção superiores
- 

**LEX, 8h = 85 dB (A) e LCpico = 137 dB(C).**

Equação 7

- De dois em dois anos (ou inferior se o médico o entender) para os trabalhadores que tenham estado expostos a níveis de ruído superiores aos valores de acção inferiores

**LEX, 8h = 80 dB (A) e LCpico = 135 dB(C).**

Equação 8

#### 4.4.3 Normas

- **Norma Portuguesa NP-1730.** Define que a avaliação do grau de incomodidade sonora é feita a partir da diferença entre o nível sonoro equivalente do ruído perturbador e o nível sonoro do ruído de fundo, excedido em 95% do tempo. É uma definição importante para avaliar a legitimidade dum reclamação dum cidadão contra uma empresa vizinha ruidosa
- **Norma Portuguesa NP-1733.** Define como avaliar a incapacidade por perda da audição, como calcular os diversos níveis sonoros equivalentes, os riscos que lhe estão associados e os limites admissíveis.
- **ISO 1999:1990** - Accoustics Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment
- **ISO 2204:1979** Acoustics Guide to International Standards on the measurement of airborne acoustical noise and evaluation of its effects on human beings

#### 4.4.4 Referenciais Técnicos

- Facts57-PT, Edições da Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, Belgium, 2005, disponível online em <http://osha.europa.eu/en/publications/factsheets>
- Facts56-PT, Edições da Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, Belgium, 2005, disponível online em <http://osha.europa.eu/en/publications/factsheets>
- <http://osha.europa.eu/pt>
- <http://www.hse.gov.uk/noise/index.htm>
- <http://www.cdc.gov/niosh/topics/noise/>
- Decreto – Lei n.º 182/2006, de 06 de Setembro que transpõe para o direito interno a Directiva n.º 2003/10/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de Fevereiro, adoptou prescrições mínimas de segurança e saúde respeitantes à exposição dos trabalhadores aos riscos devidos ao ruído
- Decreto Regulamentar n.º 76/2007. D.R. n.º 136, Série I de 2007-07-17, Altera o Decreto Regulamentar n.º 6/2001 de 5 de Maio, que aprova a lista das doenças profissionais e o respectivo índice codificado
- Lei n.º 102/2009. D.R. n.º 176, Série I de 2009-09-10 - Regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho

#### 4.4.5 Conhecimento Científico

- AREZES, Pedro Miguel, *Percepção do Risco de Exposição Ocupacional ao Ruído*, Tese submetida à Escola de Engenharia da Universidade do Minho para obtenção do grau de Doutor em Engenharia de Produção, 2002
- PINTO, Bruno Moniz Silva Bettencourt. 2008. Processos e Métodos de Monitorização de Ruído Ocupacional – Um Guia de boas práticas. Dissertação de Mestrado. 2008.
- SILVA, Jacqueline Castelo Branco. 2009. Estudo Integrado de Variáveis Ocupacionais da Indústria Extractiva. Dissertação de Mestrado. 2009
- COSTA, Helena Sofia Sousa, 2009. Exposição ao Ruído Ocupacional e sua Repercussão na Saúde dos Trabalhadores da Empresa CMP – Maceira. Dissertação de Mestrado, 2009

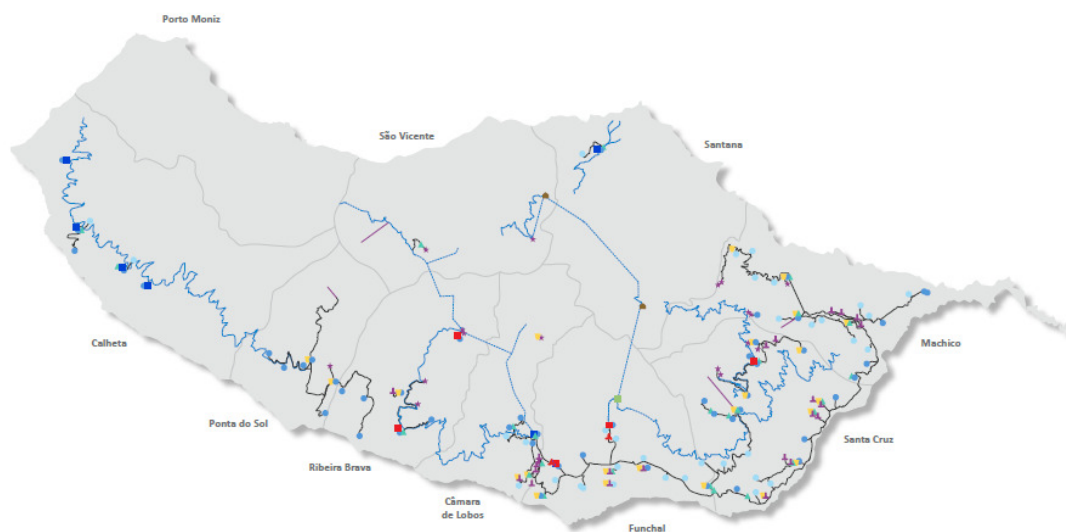
## 5. MATERIAIS E MÉTODOS

### 5.1 Escolha das Estações de Tratamento de Água a Avaliar

Na escolha das Estações de Tratamento de Águas onde seriam efectuadas as avaliações foram tidos em consideração vários factores tentando, desta forma, garantir que a amostra escolhida caracterizaria bem a realidade da empresa.

Desta forma, as variáveis de escolha foram:

- Número de trabalhadores expostos – A escolha recaiu naquelas onde existia um número maior de trabalhadores expostos
- Arquitecturas da ETA – Não foram escolhidas Estações com a mesma arquitectura sendo, no plano teórico, que os níveis de pressão sonora seriam semelhantes
- Localização dos postos de comando – Foram escolhidas estações onde os postos de comando estariam mais próximos das zonas ruidosas
- Capacidades de Tratamento – As Estações com maior capacidade de tratamento e com maiores caudais de água teoricamente seriam aquelas com níveis de ruído superiores e nesse sentido alvo de avaliação.



#### LEGENDA:

- - ETA'S alvo de avaliação de ruído
- - Restantes ETA's

Nesse sentido, as avaliações foram efectuadas as seguintes Estações de Tratamento de Águas: Estação Eng.º Rafael Amaro da Costa – Funchal, Estação de Cloragem e Elevação da Zona Leste – Machico, Estação de Tratamento de Águas de Santa Quitéria – Funchal, Estação de Tratamento de Águas do Covão – Câmara de Lobos, Estação de Tratamento de Águas da Ribeira Brava – Ribeira Brava

### 5.1.1 Estação de Tratamento Eng<sup>o</sup> Manuel Rafael Amaro da Costa

A Estação de Tratamento de Água (ETA) Eng. Manuel Rafael Amaro da Costa, também designada por "ETA da Alegria", está localizada na freguesia de S. Roque, no Funchal, e serve parte da população deste concelho, nomeadamente as freguesias do Monte, Santa Luzia, Imaculado Coração de Maria, São Roque e Santo António, bem como as freguesias da Sé, São Pedro, Santa Maria Maior e São Gonçalo nos meses de maior pluviosidade.

A estação está dimensionada para tratar um caudal máximo de 1000 litros por segundo, sendo a maior e mais importante estação de tratamento de água da Madeira.

Tabela 6 – Características Técnicas da ETA  
Fonte: IGA,S.A.

<b>ETA Eng. Manuel Rafael Amaro da Costa</b>	
Sistema	Sistema Adutor dos Tornos
Localização	Concelho do Funchal
Implantação	Cota 595
Águas brutas	Tipo A2
Capacidade	1.000 l/s (86.400 m <sup>3</sup> /dia)

A ETA da Alegria veio substituir (após o temporal de 1993) a antiga unidade de tratamento de água dos Tornos, propriedade da Câmara Municipal do Funchal, com a capacidade de 300 litros por segundo (junto à ribeira de Santa Luzia), a qual esteve em funcionamento durante 30 anos.

O tratamento da água é automatizado e inclui o maior reservatório associado a sistemas de abastecimento público na RAM, com a capacidade de 8.000 m<sup>3</sup>.

Tabela 7 – Características Técnicas do Reservatório da ETA  
Fonte: IGA,S.A.

<b>Reservatório da ETA Eng. M. R. Amaro da Costa</b>	
Localização	ETA Eng. M. R. Amaro da Costa
Implantação	Cota 590
Capacidade	8.000 m <sup>3</sup>

A água que chega à ETA da Alegria (água bruta) tem origem nas bacias hidrográficas de S. Vicente e de Santana, no centro da ilha da Madeira.

- **Linha de tratamento de água**

O tratamento da água é inteiramente automatizado e engloba as seguintes etapas:

- Captação / chegada de água bruta
- Arejamento
- Adição de reagentes (Cal, Locron S e cloro)
- Pré-oxidação

- Coagulação e floculação em 4 câmaras de mistura rápida
- Filtração em 5 filtros de desbaste e 10 filtros de afinação, equipados com sistema de lavagem por água em contracorrente
- Desinfecção por cloro gasoso
- Cisterna / Reservatório
- Espessamento de Lamas.

- **Reservatório da ETA Eng.º Manuel Rafael Amaro da Costa**

A linha de tratamento de água está instalada sobre o reservatório, dividido em 3 células individuais, com capacidade para armazenar 8.000m<sup>3</sup> de água tratada, a partir do qual é feita a adução aos reservatórios municipais e posterior distribuição para o abastecimento público.

O edifício da unidade de tratamento integra ainda um conjunto de serviços da IGA, de entre os quais se destacam o Laboratório Regional do Controlo da Qualidade da Água e o Centro de Telegestão.

O **Laboratório Regional do Controlo da Qualidade da Água** efectua cerca de 50.000 análises por ano, garantindo a qualidade da água da rede de abastecimento público da Madeira.

**Centro de Telegestão** – central de despacho para visualização, sinalização e comando remoto, através de fibra óptica, das principais infra-estruturas hidráulicas integradas no Sistema Regional de Gestão e Abastecimento de Água da Madeira.

Da ETA da Alegria parte um conjunto de condutas que irão aduzir alguns reservatórios municipais (para abastecimento da rede pública do Funchal), bem como a Conduta da Cota 200.

Esta conduta, lançada ao longo da Via Rápida, serve de interligação das principais origens de água do eixo - Câmara de Lobos / Funchal / Machico, e permite a transferência de água entre os municípios do Funchal, Câmara de Lobos, Santa Cruz e Machico.

O Sistema Adutor dos Tornos inclui também a Central Mini-Hídrica da Terça, a qual turbina águas tratadas para consumo humano, sem qualquer prejuízo da sua qualidade, produzindo energia eléctrica.

Tabela 8 – Características do Sistema Adutor dos Tornos  
Fonte: IGA, S.A.

<b>Sistema Adutor dos Tornos (principal origem de água da cidade do Funchal)</b>	
<b>Localização</b>	Concelhos do Funchal e Santa Cruz
<b>População abastecida</b>	Cerca de 95.000 habitantes
<b>Origem de água</b>	Bacias hidrográficas de S. Vicente e Santana (eixos Ribeira do Porco - Ribeira do Juncal e Ribeira de Santa Luzia - Ribeira de Santa Cruz)
<b>Principais Infra - estruturas</b>	Túnel 0 dos Tornos Túnel 4 dos tornos Casas de Abrigo Sistema de Regulação da Fajã da Nogueira Sistema de Regulação dos Tornos Túnel da Alegria ETA da Alegria / Eng. M. R. Amaro da Costa Reservatório da ETA da Alegria Central Mini-Hídrica da Terça Reservatório da Terça

### 5.1.2 Estação de Tratamento de Águas de Santa Quitéria

A Estação de Tratamento de Água (ETA) de Santa Quitéria está localizada na Freguesia de São Martinho, no Funchal. Esta ETA destina-se à adequação da qualidade da água do Sistema de Fins Múltiplos dos Socorridos para reforço do abastecimento público de água do concelho do Funchal, especialmente nos meses de maior pluviosidade.

A ETA consiste num sistema alternativo para adução gravítica do concelho do Funchal, sem recurso à elevação electromecânica de caudais a partir dos quatro furos de captação da Ribeira dos Socorridos.

A Estação é abastecida a partir da câmara de carga do Covão, através de um "by-pass" à conduta da Central Hidroeléctrica dos Socorridos, unidade sob gestão da Empresa de Electricidade da Madeira, que está implantada na margem direita da Ribeira dos Socorridos.

A água bruta é previamente turbinada na Central Mini-Hídrica de Santa Quitéria, implantada à cota 325, sendo depois restituída a um pequeno reservatório, onde é repartida entre o abastecimento público e o regadio através de um conjunto de comportas automáticas.

A ETA de Santa Quitéria está capacitada para o tratamento de águas superficiais variáveis entre os 50 e os 500 litros por segundo.

- **Linha de Tratamento de Água**

O tratamento de água é inteiramente automatizado e engloba as seguintes etapas:

- Captação / Chegada da Água Bruta
- Arejamento
- Adição de reagentes (Cal, Locron S e Cloro)
- Pré-Oxidação
- Coagulação e floculação com decantação
- Decantação lamelar
- Filtração gravítica equipada com sistema de lavagem por ar e água em contracorrente
- Desinfecção por cloro gasoso
- Cisterna / Reservatório

- **Reservatório da ETA de Santa Quitéria**

A linha de tratamento de água da ETA está instalada sobre um reservatório de regularização com 4.000 m<sup>3</sup> de volume útil.

Deste reservatório parte uma conduta com o comprimento aproximado de 2.000 m, que se subdivide em dois trechos.

Um dos trechos abastece o Reservatório do Pico Funcho, através do qual é ainda possível transferir águas para o Reservatório do Areeiro, que faz parte integrante do Sistema Adutor dos Furos dos Socorridos.

O outro trecho possibilita a adução de toda a zona hoteleira do Funchal, bem como a transferência de águas para o sistema adutor Machico - Funchal.

A ETA de Santa Quitéria e os subsistemas adutores associados estão interligados ao centro de despacho e de telegestão da IGA, a partir do qual pode ser comandado por via remota. O Centro de Telegestão está sediado na Estação de Tratamento de Água da Alegria, no concelho do Funchal.

### **5.1.3 Estação de Tratamento de Águas do Covão – Câmara de Lobos**

A Estação de Tratamento de Água (ETA) do Covão está localizada na freguesia do Estreito de Câmara de Lobos, no concelho de Câmara de Lobos.

Esta ETA destina-se à adequação da qualidade da água do Sistema de Fins Múltiplos dos Socorridos (SFMS), para reforço do abastecimento público de água do concelho de Câmara de Lobos.

A estação está dimensionada para o tratamento de água até um caudal máximo de 200 litros por segundo. Esta ETA inclui também um Reservatório com capacidade de 500 m<sup>3</sup>.

A ETA do Covão está implantada à cota 545 junto à câmara de carga do Covão, da qual recebe água através de um sistema de captação executado na soleira do trecho final do Túnel 4 do Sistema de Fins Múltiplos dos Socorridos.

Esta estação está capacitada para o tratamento de caudais superficiais do tipo A2, variáveis entre os 50 e os 200 litros por segundo.

- **Linha de tratamento de água**

O tratamento da água é inteiramente automatizado e engloba as seguintes etapas:

- Captação / chegada de água bruta
- Arejamento
- Adição de reagentes (cal, Pax XL e cloro)
- Pré-oxidação
- Coagulação e floculação com decantação
- Decantação lamelar
- Filtração gravítica equipada com um sistema de lavagem por ar e água em contracorrente
- Desinfecção por cloro gasoso
- Cisterna / Reservatório.

- **Reservatório da ETA do Covão**

Associada à linha de tratamento de água existe um reservatório de regularização com 500 m<sup>3</sup> de volume útil – o Reservatório da ETA do Covão, do qual partem dois sistemas adutores

O primeiro sistema abastece, por elevação electromecânica, as zonas altas e a zona central de Câmara de Lobos, através de uma estação elevatória – a Estação Elevatória da ETA do Covão.

O segundo sistema, designado de subsistema do Covão / Lourencinha, é gravítico e reforça o abastecimento público da zona central da cidade de Câmara de Lobos.

Este subsistema permite ainda abastecer o concelho do Funchal, com recurso às condutas do Sistema Adutor dos Furos dos Socorridos, em caso de necessidade

### 5.1.4 Estação de Tratamento de Água da Ribeira Brava



Figura 12 – ETA da Ribeira Brava

A Estação de Tratamento de Água (ETA) da Ribeira Brava está localizada na freguesia do Campanário, no concelho da Ribeira Brava. Esta ETA destina-se ao abastecimento público do concelho, com água proveniente do Lanço Sul do Canal do Norte, através de uma estrutura de repartição de caudais entre o regadio e o abastecimento público.

A estação estava dimensionada para o tratamento de água em caudais superficiais da ordem dos 15 l/s a débito constante, tendo em 2002 sido ampliada para os 30 l/s no sentido de fazer face a crescentes demandas do consumo público. Esta ETA inclui também um Reservatório com capacidade de 500 m<sup>3</sup> e uma pequena unidade de elevação de caudais para reforço do abastecimento público de zonas altas.

Tabela 9 – Características Técnicas da ETA  
Fonte: IGA, S.A.

<b>ETA da Ribeira Brava</b>	
<b>Sistema</b>	Sistema Adutor da Ribeira Brava – Leste
<b>Localização</b>	Campanário - Concelho da Ribeira Brava
<b>Implantação</b>	Cota 534
<b>Águas brutas</b>	Tipo A2
<b>Capacidade</b>	30 l/s – Baixas turvações 20 l/s – Altas turvações

O tratamento da água é semi-automático e engloba as seguintes etapas:

- Captação / chegada de água bruta
  - Pré-desinfecção por hipoclorito de sódio
  - Decantação
  - Coagulação e floculação com adição de reagente (Pax-XL-10)
  - Filtração gravítica equipada com um sistema de lavagem por ar e água em contracorrente
  - Desinfecção final por hipoclorito de sódio.
- **Reservatório e Estação Elevatória da ETA da Ribeira Brava**

O reservatório é constituído por duas células cilíndricas e 500 m<sup>3</sup> de volume útil, a partir do qual se aduzem as redes públicas de distribuição de forma gravítica ou por elevação electromecânica.

A Estação Elevatória é uma pequena unidade de elevação de caudais para reforço da adução às zonas altas do Campanário, aduzindo o reservatório municipal da Cova da Velha.

Tabela 10 - Características do Reservatório da ETA  
Fonte: IGA, S.A.

<b>Reservatório da ETA da Ribeira Brava</b>	
<b>Localização</b>	ETA da Ribeira Brava
<b>Implantação</b>	Cota 531
<b>Capacidade</b>	500 m <sup>3</sup>

### 5.1.5 Estação de cloragem e Elevação da Zona Leste

A Estação de cloragem da Zona Leste está localizada no concelho de Machico e destina-se ao abastecimento público do concelho, com água proveniente dos furos da Ribeira de Machico. Essa água subterrânea é desinfectada com recurso a cloro gasoso e passa ainda por uma câmara de aspiração de volume equivalente a 600 m<sup>3</sup>.

A adução ao Sistema Adutor Machico - Funchal é feita com recurso à elevação electromecânica de caudais, através da Estação Elevatória da Zona Leste. Esta unidade elevatória está equipada com 5 grupos num esquema 4+1, dimensionados para o caudal de 285 l/s, a uma altura mano métrica de 72 metros, sendo normalmente os seus caudais injectados no reservatório R2 de Machico e no reservatório da Bemposta. A partir deste último é ainda possível aduzir parte do concelho de Santa Cruz. Esta Estação aduz ainda, através de bombagem, o Sistema Adutor Machico – Caniçal, designadamente os reservatórios R1 e R2 de Machico.

Tabela 11 - Características técnicas da ETA  
Fonte: IGA,S.A.

<b>Estação de cloragem da Zona Leste</b>	
<b>Sistema</b>	Sistema Adutor Machico - Funchal
<b>Localização</b>	Machico
<b>Implantação</b>	Cota 160
<b>Águas brutas</b>	Tipo A1
<b>Capacidade</b>	285 l/s

## 5.2 Recolha de Dados

Os procedimentos a seguir para a realização de avaliações de ruído foram procedimentos normalizados. As medições efectuadas no decorrer deste trabalho, enquadraram-se no âmbito do Decreto-Lei n.º 182/2006, de 6 de Setembro – “Avaliação da exposição dos trabalhadores ao ruído” e ISO/DIS 9612:2007 – Acoustics — “Measurement and calculation of occupational noise exposure – Engineering method”.

- **Posições de medição**

- As medições foram realizadas no posto de trabalho, sempre que possível, na ausência do trabalhador, com a colocação do microfone na posição em que estaria a sua orelha mais exposta;
- Quando a presença do trabalhador foi necessária, o sonómetro esteve colocado a uma distância de entre 0,10m e 0,30m, em frente à orelha mais exposta do trabalhador;

O tempo de medição deverá ser suficientemente longo para representar a média do nível de pressão sonora equivalente contínuo para a tarefa de trabalho actual. Se a duração da tarefa do trabalho é menor do que 5 minutos, o tempo de medição deve ser a duração da tarefa do trabalho. Para muitas tarefas do trabalho, o tempo de medição deve ser, pelo menos, de 3 min.

O tempo de medição considerado foi de 5 minutos dadas as características e o tempo de duração de cada tarefa.

Se o ruído for aleatoriamente flutuante durante a tarefa, o período de medição deve ser suficientemente longo para garantir que a medida LAeq, T, m é representativa para todo o período da tarefa.

Para cada tarefa, foram efectuadas pelo menos, 3 medições de LAeq, t, uma abrangendo um nível elevado de ruído observado e outra com o nível de ruído mais baixo observado durante a tarefa. O terceiro permitiria o nível típico de ruído, se possível.

São consideradas válidas as medições com desvios de  $\pm 3$  dB (A). Caso sejam obtidas medições com desvios superiores a  $\pm 3$  dB (A), deverão ser efectuadas mais medições ou aumentar o tempo de medição de forma a obterem-se resultados válidos.

### 5.3 Equipamento Utilizado

Como equipamento de medição dos níveis de pressão sonora foi utilizado um sonómetro integrador analisador espectral, classe de exactidão 2, da Marca Cesva, modelo SC 160. Foi efectuada a verificação do sonómetro antes e após as medições, com um calibrador da mesma marca, modelo CB – 5.

O sonómetro encontra-se dentro do período de Verificação Metrológica anual (ANEXO 1) de acordo com o estabelecido pelo Decreto-Lei n.º291/90 de 20 de Setembro e pela portaria n.º 962/90 de 9 de Outubro que aprovam o Regulamento Geral do Controlo Metrológico de Instrumentos de Medição e com a Portaria n.º 1069/89 de 13 de Dezembro que aprova o Regulamento Geral do Controlo Metrológico dos Sonómetros. Foi efectuada uma calibração antes e depois de cada série de medições

Todas as medições foram realizadas de acordo com o descrito no Decreto-Lei 182/2006, de 6 de Setembro. O número de medições por cada local de trabalho foi de três amostragens, sendo que a duração de cada uma não foi inferior a 5 minutos. Em anexo encontram-se os registos das sonometrias efectuadas nas diferentes Estações.

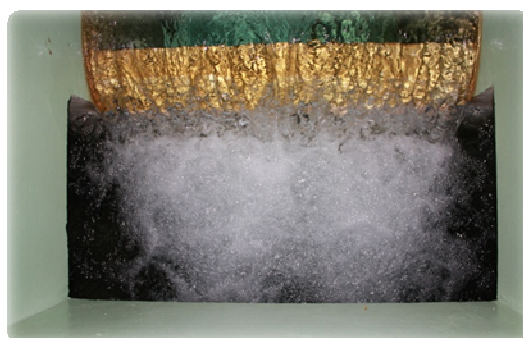


Figura 13 – Sonómetro Cesva SC 160



## 6. AVALIAÇÃO DE RUÍDO LABORAL

### 6.1 Estação Eng.º Manuel Rafael Amaro da Costa



### 6.1.1 Pontos de Medição

A avaliação envolveu todas as zonas de trabalho ruidosas, onde se encontram os trabalhadores e as zonas onde se deslocam pontualmente. As localizações assinaladas nas figuras 14 e 15 correspondem aos locais de trabalho de maior permanência dos trabalhadores, nomeadamente:

- 1 - Sala de Comando da ETA**
- 2 – Galeria dos filtros**
- 3 – Analisadores de entrada**
- 4 – Sala de máquinas**
- 5 – Zona exterior junto aos filtros**
- 6 - Sala dos Reagentes / Armazém de Cloro**

Nesse sentido foi criado um mapeamento de localização dos pontos de medição, conforme figura 14.

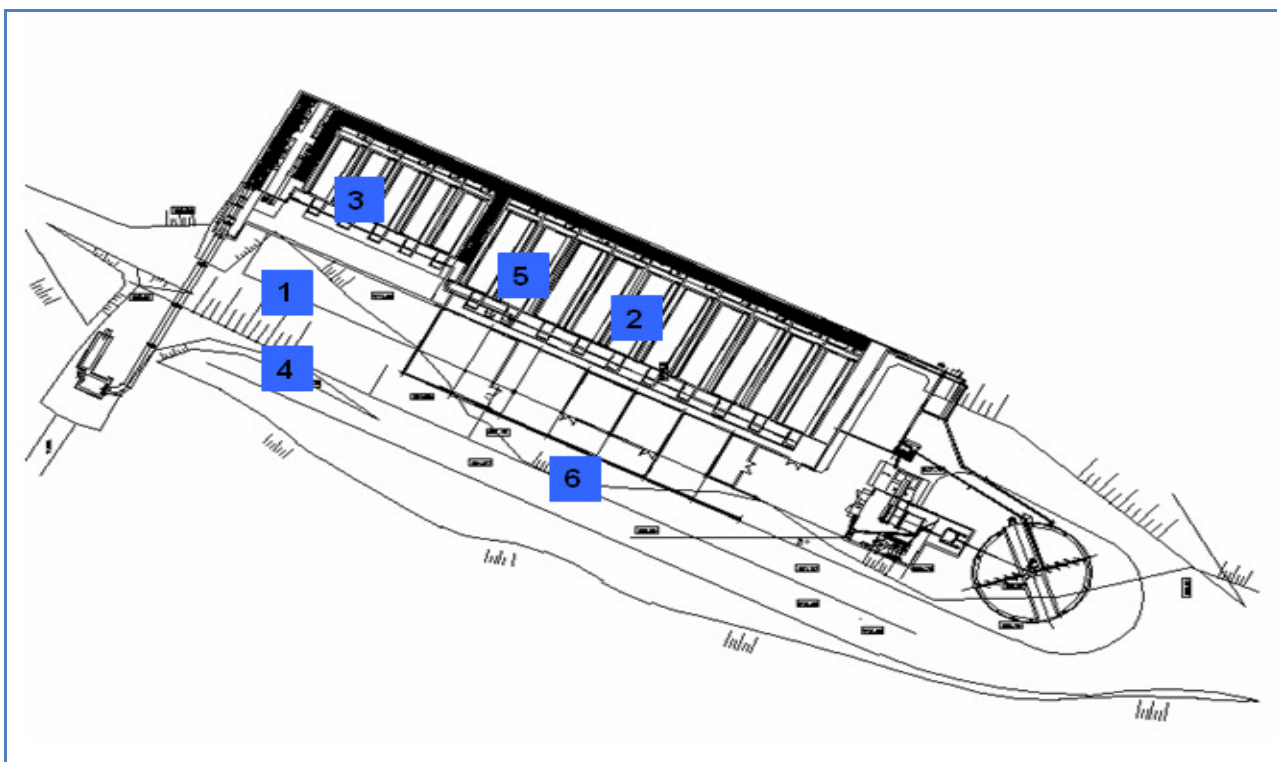


Figura 14 – ETA da Alegria – Pontos de Medição

### 6.1.2 Caracterização dos Postos de Trabalho

O Nível de Exposição Pessoal Diária ( $L_{EX, 8h}$ ) para trabalhadores com rotinas de trabalho fixas e bem conhecidas é calculado com base nos diferentes níveis sonoros contínuos equivalentes ( $L_{Aeq, T_k}$ ) dos locais de trabalho ocupados pelos trabalhadores ao longo de um dia de trabalho, e o tempo de exposição a esse ruído ( $T_k$ ), segundo a fórmula (nº 6 do Anexo I do DL nº 182/2006):

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

Equação 9

A tabela 12 resume a caracterização dos postos de trabalho de acordo com os tempos de permanência médios expressos em minutos para cada fonte de ruído. Como forma de facilitar a leitura, o valor 420 minutos corresponde a uma jornada de 7 horas de trabalho.

Tabela12 – Caracterização dos Tempos de Permanência – ETA da Alegria

Local de Medição	Duarte Fernandes	Hélder Rodrigues	João Pita	Miguel Afonso	Nelson Rosário
<b>Sala de Comando da ETA</b>	180	180	180	180	180
<b>Galeria dos Filtros</b>	30	30	30	30	30
<b>Analísadores de entrada</b>	30	30	30	30	30
<b>Sala de Máquinas</b>	30	30	30	30	30
<b>Zona Exterior</b>	120	120	120	120	120
<b>Sala dos Reagentes / Armazém de Cloro</b>	30	30	30	30	30
<b>TOTAL</b>	<b>420</b>	<b>420</b>	<b>420</b>	<b>420</b>	<b>420</b>

### 6.1.3 Resultados Obtidos

De seguida, procede-se à análise relativa ao Nível de Exposição Pessoal Diária (Lex, 8h), a que os trabalhadores se encontram expostos durante o trabalho e dos valores de LCpico. O Valor Máximo do Nível de Pico Sonoro (LCpico), a que o trabalhador se encontra exposto é igual ao maior valor de entre os valores obtidos para os diferentes locais de medição de ruído laboral com a ponderação C. Da análise dos valores obtidos nas sonometrias, foram detectadas três zonas onde o valor máximo de pico de pressão sonora ultrapassou o valor limite. Tratou-se da Sala das Máquinas, Analisadores de Entrada e Galeria dos Filtros.

Tabela13 – Determinação do Nível Médio Sonoro Contínuo Equivalente e Máximo Valor de Pico – ETA da Alegria

Local da Medição	Sonometria	LAeq,T dB(A)	LCpico dB(C)	LAeq,T Médio dB(A)	LCpico Final dB(C)
Sala de comandos da ETA	005	55,3	89,6	58,3	90,5
	007	61,5	88,3		
	009	54,3	90,5		
Galeria dos filtros	004	92,4	112,8	92,7	113,7
	019	92,5	113,7		
	034	93,1	112,5		
Analisadores de entrada	010	87,7	108,9	87,6	108,9
	025	87,4	108,3		
	040	87,8	107,9		
Sala de máquinas	015	92,0	114,0	96,4	129,4
	016	96,5	117,5		
	017	98,4	129,4		
Zona exterior	006	75,3	96,4	74,9	96,5
	008	73,8	96,5		
	010	75,3	95,8		
Sala dos reagentes / Armazém de cloro	011	73,6	97,4	73,7	97,4
	012	73,7	93,2		
	013	73,9	97,4		

Em função dos resultados acima apresentados e de forma a obter uma estimativa da exposição pessoal diária ao ruído durante um dia normal de trabalho é necessário proceder à caracterização dos postos de trabalho com base nos tempos médios de permanência.

Tabela14 – Caracterização dos Postos de Trabalho – ETA da Alegria

Local de Medição	LAeq dB(A)	Duarte Fernandes	Hélder Rodrigues	João Pita	Miguel Afonso	Nelson Rosário
<b>Sala de Comandos da ETA</b>	58,3	180	180	180	180	180
<b>Galeria dos Filtros</b>	92,7	30	30	30	30	30
<b>Analísadores de Entrada</b>	87,6	30	30	30	30	30
<b>Sala de Máquinas</b>	96,4	30	30	30	30	30
<b>Zona Exterior</b>	74,9	120	120	120	120	120
<b>Sala dos Reagentes / Armazém de Cloro</b>	73,7	30	30	30	30	30
<b>Exposição Pessoal Diária Lex, 8h</b>		86,9	86,9	86,9	86,9	86,9
<b>Incerteza em dB (A)</b>		±2,69	± 2,69	± 2,69	± 2,69	± 2,69
<b>Exposição Pessoal Diária Efectiva Lex, 8h, efect. dB(A)</b>		72,1	72,1	72,1	72,1	72,1

### 6.1.4 Conclusões / Recomendações

A ETA da Alegria é a maior e mais importante estação de tratamento de água da Madeira. Está dimensionada para tratar um caudal máximo de 1000 litros / segundo, dado que, abastece uma grande área do concelho do Funchal, com uma população a rondar os 130.000 habitantes.

Nesse sentido, todo o dimensionamento da ETA foi efectuado tendo em conta esse caudal, quer nos equipamentos necessários ao processo, quer aos filtros e canais de tratamento de água.

A sala de máquinas da ETA está dotada de uma série de equipamentos (compressores, motores, etc.) que, como referido, garantem o correcto e normal desenvolvimento do processo de tratamento de água, causando, ao longo do dia de trabalho, níveis de ruído elevados.

Pelas medições efectuadas nesta área, foi medido um valor do nível sonoro médio equivalente de 96,4 dB(A) com valores de pico de cerca de 129,4 dB(C). Seguindo os princípios gerais da prevenção, a solução a implementar neste caso passaria por trocar os equipamentos actuais por outros menos ruidosos. Sabemos que esta solução em termos económicos e do próprio processo não será a mais adequada.

Daí que a recomendação para esta situação passará sem dúvida por tentar isolar o perigo através da colocação de mecanismos de encapsulamento dos equipamentos, limitando, a propagação do ruído.

É recomendado também a limitação do acesso a esta área só em situações estritamente necessárias e garantindo que na presença de operadores naquela zona, não seja possível arrancar o processo de limpeza de filtros que, foi possível constatar ao longo das medições, é o mais ruidoso. A outro nível, e de acordo com a legislação em vigor, devem ser formados e informados os colaboradores para o uso da protecção auditiva, dado que, embora não recorrendo a nenhuma avaliação na sua escolha, os protectores actualmente utilizados são adequados para ser utilizados na ETA.

Ao nível médico, aos colaboradores deve ser garantida vigilância médica com uma periodicidade anual a todos os colaboradores expostos a valores acima do limite de acção superior.

Na galeria dos filtros (com cerca de 10 filtros) e nos analisadores de entrada (com cerca de 5 filtros) foram medidos valores de 92,7 dB (A) e 87,6 dB (A) respectivamente.

Nestas duas situações, e como já referido anteriormente, o agente que provoca todo o ruído é a água. Esta, no processo de tratamento, devido ao caudal e ao facto de estar em queda no interior da estação, gera os níveis de ruído referidos anteriormente.

À semelhança da situação anterior, torna-se impossível a eliminação da fonte geradora de ruído dado que colocaria em causa o processo de tratamento. Nesse sentido, a recomendação para estas duas zonas deverá passar, também, pelo encapsulamento dos filtros de queda de água, eliminando assim a propagação do ruído no interior da ETA.

Através da implementação de dispositivos amovíveis em cada um dos filtros, será possível encapsulá-los e garantir que todas as tarefas do processo de tratamento serão igualmente efectuadas.

Nestas duas áreas devem ser utilizados obrigatoriamente os protectores auditivos actualmente utilizados na ETA, dado que, pela análise da Tabela 13, estes são os adequados. Todo este processo deve ser acompanhado pela sinalização das zonas e espaços onde existe essa obrigatoriedade.

Após a realização destas medidas, ou com uma periodicidade anual, deve ser repetida a avaliação de ruído de modo a aferir dos níveis sendo assim possível efectuar um controlo e acompanhamento da eficácia das medidas implementadas.

## 6.2 Estação de cloragem e Elevação da Zona Leste



### 6.2.1 Pontos de Medição

A avaliação envolveu todas as zonas de trabalho ruidosas, onde se encontram os trabalhadores e as zonas onde se deslocam pontualmente, nomeadamente:

- 1 - Sala de Comando**
- 2 – Sala de Máquinas**
- 3 – Zona Exterior**
- 4 – Clorómetros**
- 5 – Sala de tanques de cloro**

Para tal criou-se um mapeamento de localização dos pontos de medição, assinalados na Figura nº 14. De referir que dada a impossibilidade de obtenção de uma planta da ETA foi usada a imagem abaixo de modo a facilitar a compreensão dos dados.



Figura 15 - ETA de Machico – Pontos de Medição

## 6.2.2 Caracterização dos Postos de Trabalho

O Nível de Exposição Pessoal Diária ( $L_{EX, 8h}$ ) para trabalhadores com rotinas de trabalho fixas e bem conhecidas é calculado com base nos diferentes níveis sonoros contínuos equivalentes ( $L_{Aeq, Tk}$ ) dos locais de trabalho ocupados pelos trabalhadores ao longo de um dia de trabalho, e o tempo de exposição a esse ruído ( $T_k$ ), segundo a fórmula (nº 6 do Anexo I do DL nº 182/2006):

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

Equação 10

A tabela 15 resume a caracterização dos postos de trabalho de acordo com os tempos de permanência médios expressos em minutos para cada fonte de ruído. Como forma de facilitar a leitura, o valor 180 minutos correspondem a uma permanência de apenas 3 horas dado que esta ETA é apenas de passagem e de controlo, não exigindo uma permanência durante todo o dia de trabalho.

Tabela15 – Caracterização dos Tempos de Permanência – ETA da Zona Leste

Local de Medição	Adelino Mendes	Duarte Sousa	José Teixeira
<b>Sala de Comando</b>	60	60	60
<b>Sala de Máquinas</b>	45	45	45
<b>Zona Exterior</b>	45	45	45
<b>Clorómetros</b>	15	15	15
<b>Sala de Tanques de Cloro</b>	15	15	15
<b>Total de Tempo - Minutos</b>	<b>180</b>	<b>180</b>	<b>180</b>

## 6.2.3 Resultados Obtidos

De seguida, procede-se à análise relativa ao Nível de Exposição Pessoal Diária ( $L_{EX, 8h}$ ), a que os trabalhadores se encontram expostos durante o trabalho e dos valores de LCpico. O Valor Máximo do Nível de Pico Sonoro (LCpico), a que o trabalhador se encontra exposto é igual ao maior valor de entre os valores obtidos para os diferentes locais de medição de ruído laboral com a ponderação C.

Da análise dos valores obtidos nas sonometrias, não foi evidenciada nenhuma situação em que o valor máximo de pico de pressão sonora e o valor limite de exposição tenham sido ultrapassados embora, na Sala de Máquinas, o valor de acção superior já tenha sido ultrapassado.

Tabela16 – Determinação do Nível Médio Sonoro Contínuo Equivalente e Máximo Valor de Pico

Local da Medição	Sonometrias	LAeq,T dB(A)	LCpico dB(C)	LAeq,T Médio dB(A)	LcPico Final dB(C)
Sala de comandos	003	66,0	96,6	68,8	123,6
	004	71,8	123,6		
	005	65,6	118,7		
Sala de Máquinas	000	86,0	108,8	86,9	110,5
	001	87,3	108,2		
	002	87,3	110,5		
Zona Exterior	006	45,8	92,4	52,7	92,4
	007	46,3	86,8		
	011	56,8	91,9		
Clorómetros	008	59,0	101,7	62,1	104,9
	012	61,7	96,3		
	014	64,1	104,9		
Sala de Tanques de Cloro	009	62,6	85,9	63,7	95,5
	010	63,3	95,5		
	013	64,8	86,1		

Em função dos resultados acima apresentados e de forma a obter uma estimativa da exposição pessoal diária ao ruído durante um dia normal de trabalho é necessário proceder à caracterização dos postos de trabalho com base nos tempos médios de permanência.

Tabela17 – Caracterização dos Postos de Trabalho – ETA da Zona Leste

Local de Medição	LAeq dB(A)	Adelino Mendes	Duarte Sousa	José Teixeira
Sala de Comandos	68,8	60	60	60
Sala de Máquinas	86,9	45	45	45
Zona Exterior	52,7	45	45	45
Clorómetros	62,1	15	15	15
Sala de Tanques de Cloro	63,7	15	15	15
Exposição Pessoal Diária Lex, 8h	81,0	81,0	81,0	81,0
Incerteza em dB(A)		± 2,54	± 2,54	± 2,54
Exposição Pessoal Diária Efectiva Lex, 8h, efect. dB(A)	77,0	77,0	77,0	77,0

## 6.2.4 Conclusões / Recomendações

A ETA de Machico, é uma das mais pequenas de todas as da IGA, S.A., dado que, no fundo apenas se trata de uma estação de cloragem. Dessa forma, não tem um processo de tratamento tão “elaborado” como as anteriores.

Os ruídos emitidos centram-se basicamente na sala de máquinas causada pelos equipamentos, não havendo dessa forma ruídos causados pela queda de água, por exemplo.

Ao longo dos anos, e pelas exigências das habitações vizinhas, foram introduzidas algumas alterações na sala das máquinas de modo a diminuir a propagação de ruído para o exterior desta ETA. Esta diminuição foi conseguida através da colocação nas paredes de toda a sala das máquinas e painéis acústicos que permitem uma absorção das ondas sonoras não permitindo, desta forma, a sua propagação.

Esta medida teve efeitos não só para o exterior da ETA, mas também para as restantes zonas de trabalho onde, conforme é possível constatar pela Tabela15 – Determinação do Nível Médio Sonoro Contínuo Equivalente e Máximo Valor de Pico, por exemplo na Sala de Comandos da ETA o valor medido foi de 68,8 dB (A).

A colocação destes painéis deveria ser adaptada a outras Estações da IGA, S.A. onde, este factor de risco está presente não só na própria sala mas também propagando-se a outras zonas da ETA.

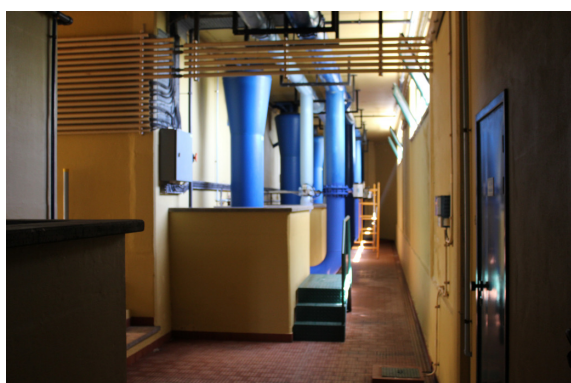
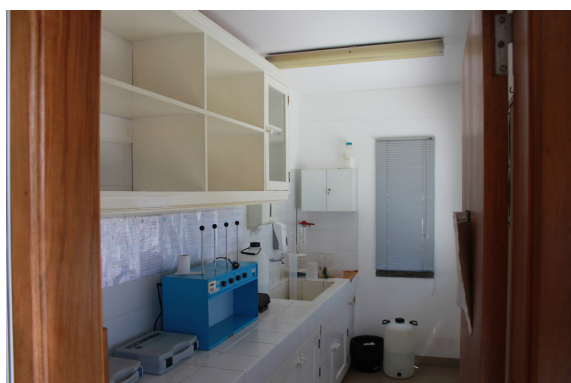
De notar a existência no interior desta sala de máquinas de equipamentos e utensílios que desta forma tornam necessária a entrada para o interior desta de colaboradores que não o deveriam fazer. Exemplo disso, e conforme foi possível constatar durante a realização das medições, é o responsável pela recolha das águas para análises laboratoriais que dado que o ponto de recolha se encontra no interior desta zona, tem de estar exposto a níveis de ruído já prejudiciais.

Deve ser efectuado um levantamento de todos os equipamentos e funções desempenhadas nesta ETA e tomar as medidas necessárias de modo a garantir que apenas as funções estritamente necessárias são desempenhadas no interior da sala de máquinas.

Em relação às restantes áreas de trabalho da ETA, de referir que os valores medidos são inferiores ao valor de acção inferior, não sendo necessária a implementação de medidas correctivas.

De qualquer forma, é recomendada uma avaliação do ruído com uma periodicidade anual de modo a poder controlar a evolução deste factor de risco para a segurança e saúde dos colaboradores.

## 6.3 Avaliação na Estação de Tratamento de Águas de Santa Quitéria



### 6.3.1 Pontos de Medição

A Avaliação envolveu todas as zonas de trabalho ruidosas, onde se encontram trabalhadores e zonas onde estes se deslocam pontualmente, nomeadamente:

1. Mini-Hídrica
2. Sala de Comando da Mini-Hídrica
3. Zona Exterior junto aos tanques
4. Sala de Comando da ETA
5. Escritórios da ETA
6. Sala das Máquinas
7. Galeria dos Sifões

Para tal criou-se um mapeamento de localização dos pontos de medição, assinalados na Figura 16. De referir que, como sucedeu com a ETA de Machico, dada a impossibilidade de obtenção de uma planta foi usada a imagem abaixo de modo a facilitar a compreensão dos dados.



Figura 16 – ETA de Santa Quitéria – Pontos de Medição

### 6.3.2 Caracterização dos Postos de Trabalho

O Nível de Exposição Pessoal Diária ( $L_{EX, 8h}$ ) para trabalhadores com rotinas de trabalho fixas e bem conhecidas é calculado com base nos diferentes níveis sonoros contínuos equivalentes ( $L_{Aeq, Tk}$ ) dos locais de trabalho ocupados pelos trabalhadores ao longo de um dia de trabalho, e o tempo de exposição a esse ruído ( $T_k$ ), segundo a fórmula (nº 6 do Anexo I do DL nº 182/2006):

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

Equação 11

A tabela 18 resume a caracterização dos postos de trabalho de acordo com os tempos de permanência médios expressos em minutos para cada fonte de ruído. Como forma de facilitar a leitura, o valor 480 minutos correspondem a uma jornada de 8 horas de trabalho.

Tabela18 – Caracterização dos Tempos de Permanência – ETA de Santa Quitéria

Local de Medição	Duarte Sousa	Duarte Nunes	Francisco Gouveia	Rui Ornelas	Fábio Viveiros	Francisco Costa	João Rodrigues
<b>Mini-Hídrica</b>	-	10	10	10	10	10	10
<b>Sala de Comando da Mini-Hídrica</b>	-	10	10	10	10	10	10
<b>Zona Exterior junto aos tanques</b>	-	120	120	120	120	120	120
<b>Sala de Comando da ETA</b>	-	240	180	180	240	240	180
<b>Escritórios da ETA</b>	420	-	-	-	-	-	-
<b>Sala das Máquinas</b>	-	10	10	10	10	10	10
<b>Galeria dos Sifões</b>	-	60	60	60	60	60	60
<b>Sala dos Reagentes</b>	-	30	30	30	30	30	30
<b>Total de Tempo - Minutos</b>	<b>420</b>	<b>480</b>	<b>420</b>	<b>420</b>	<b>480</b>	<b>480</b>	<b>420</b>

### 6.3.3 Resultados Obtidos

De seguida, procede-se à análise relativa ao Nível de Exposição Pessoal Diária (Lex, 8h), a que os trabalhadores se encontram expostos durante o trabalho e dos valores de LCpico. O Valor Máximo do Nível de Pico Sonoro (LCpico), a que o trabalhador se encontra exposto é igual ao maior valor de entre os valores obtidos para os diferentes locais de medição de ruído laboral com a ponderação C. Da análise dos valores obtidos nas sonometrias, não foi evidenciada nenhuma situação em que o valor máximo de pico de pressão sonora tenha ultrapassado o valor limite. Embora, o Nível Médio Sonoro Contínuo Equivalente tenha ultrapassado o valor limite de exposição na Mini-Hídrica, na Zona Exterior e na Sala das Máquinas. O valor de acção superior foi ultrapassado na galeria dos Sifões, pelo que é necessária a tomada de medidas.

De destacar o valor obtido na Sala de Máquinas, cerca de 106,4 dB(A) que causam danos irreversíveis na audição com tempos de permanência mínimos.

Tabela19 – Determinação do Nível Médio Sonoro Contínuo Equivalente e Máximo Valor de Pico

Local da Medição	Sonometria	LAeq,T dB(A)	LCpico dB(C)	LAeq,T Médio dB(A)	LcPico Final dB(C)
<b>Mini-Hidrica</b>	000	91.3	112.3	91.0	112.3
	002	91.1	111.6		
	004	90.6	111.6		
<b>Sala de Comando da Mini-Hidrica</b>	001	71.8	97.4	72.8	97.8
	003	72.6	97.7		
	005	73.7	97.8		
<b>Zona Exterior</b>	006	68.8	85.1	72,5	97.8
	010	73.2	97.8		
	013	74.0	93.2		
<b>Sala de Comando da ETA</b>	007	51.6	81.6	56.1	94.0
	009	59.1	92.6		
	012	54.2	94.0		
<b>Escritórios da ETA</b>	008	45.6	79.8	45.1	84.9
	011	44.5	75.3		
	014	45.1	84.9		
<b>Sala das Máquinas</b>	017	110.0	136.0	106.4	136.0
	018	104.6	135.3		
	019	90.5	106.8		
<b>Galeria dos Sifões</b>	020	86.1	103.9	86.1	104.7
	021	86.2	104.7		
	022	86.0	103.4		
Sala dos Reagentes	002	48,7	85,4	48,8	85,8
	003	47,8	79,1		
	004	49,7	85,8		

Em função dos resultados acima apresentados e de forma a obter uma estimativa da exposição pessoal diária ao ruído durante um dia normal de trabalho é necessário proceder à caracterização dos postos de trabalho com base nos tempos médios de permanência.

Tabela20 – Caracterização dos Postos de Trabalho – ETA de Santa Quitéria

Local de Medição	LAeq dB(A)	Duarte Sousa	Duarte Nunes	Francisco Gouveia	Rui Ornelas	Fábio Viveiros	Francisco Costa	João Rodrigues
<b>Mini-Hídrica</b>	91.0	-	10	10	10	10	10	10
<b>Sala de Comando da Mini-Hídrica</b>	72.8	-	10	10	10	10	10	10
<b>Zona Exterior junto aos tanques</b>	88.0	-	120	120	120	120	120	120
<b>Sala de Comando da ETA</b>	56.1	-	240	180	180	240	240	180
<b>Escritórios da ETA</b>	45.1	420	-	-	-	-	-	-
<b>Sala das Máquinas</b>	106.4	-	10	10	10	10	10	10
<b>Galeria dos Sifões</b>	86.1	-	60	60	60	60	60	60
<b>Sala dos Reagentes</b>	48,8	-	30	30	30	30	30	30
<b>Exposição Pessoal Diária Lex, 8h</b>	45,1	89,9	90,5	90,5	89,9	89,9	90,5	90,5
<b>Incerteza em dB(A)</b>	1,86	± 9,05	± 9,05	± 9,05	± 9,05	± 9,05	± 9,05	± 9,05
<b>Exposição Pessoal Diária Efectiva Lex, 8h, efect. dB(A)</b>	----	79,3	79,3	79,3	79,3	79,3	79,3	79,3

### **6.3.4 Conclusões / Recomendações**

Uma das razões da escolha destas cinco Estações foi a sua diversidade, não só em termos de processo, mas também em termos de estrutura física, de instalações e de equipamentos. Desta forma é possível obter uma amostragem representativa da realidade da IGA, S.A. em termos de ruído nas suas Estações de Tratamento de Águas.

A realidade da ETA de Santa Quitéria é, por isso, diferente das suas restantes, nomeadamente pelo facto de esta dispor nas suas instalações de uma Mini-Hídrica que, conforme os valores obtidos nas medições é um dos pontos causador do ruído da ETA. Nesta zona o Nível Médio Sonoro Contínuo Equivalente obtido foi de 91,0 dB (A). Aliado ao facto de diariamente os colaboradores da ETA terem que se deslocar a esta zona para efectuar algumas contagens.

O Nível Sonoro Contínuo Equivalente medido na Sala de Máquinas, cerca de 106,4 dB (A) que normalmente em ambientes muito ruidosos está associado a valores de Pico, torna esta zona como prioritária em qualquer planeamento de intervenção.

A exposição a este nível de ruído poderá causar danos graves e irreversíveis mesmo por períodos muito curtos. O encapsulamento destes equipamentos e a limitação do acesso a esta zona são medidos que devem ser tomadas a muito curto prazo.

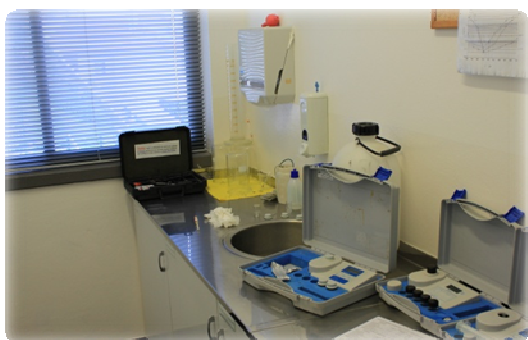
Devem ser implementados mecanismos que impeçam o arranque dos equipamentos sempre que estejam na sala operadores, garantindo desta forma que estes, ao estar por vezes no seu interior sem protecção, sejam confrontados com valores elevados de ruído.

Em todas as zonas ruidosas da ETA, deve ser colocada sinalização indicadora da existência deste perigo e da consequente obrigação do uso de protecção auditiva, que, de acordo com os valores obtidos na Tabela19 – Caracterização dos Postos de Trabalho – ETA de Santa Quitéria, pode ser o utilizado actualmente.

Os colaboradores devem ser informados, consultados e instruídos sobre os riscos a que estão expostos, neste caso específico a que níveis de ruído estão expostos, quais as medidas de redução implementadas e indicar a necessidade da utilização de protecção auditiva.

A entidade deve também acompanhar, anualmente, os riscos e rever as medidas preventivas. A nível médico, deve ser feito o acompanhamento anual através da realização de audiogramas podendo desta forma efectuar um acompanhamento da função auditiva.

## 6.4 Estação de Tratamento de Águas do Covão



### 6.4.1 Pontos de Medição

A avaliação envolveu todas as zonas de trabalho ruidosas, onde se encontram os trabalhadores e as zonas onde se deslocam pontualmente, nomeadamente:

- 1 - Sala dos Quadros
- 2 - Sala de Comando da ETA
- 3 - Zona Exterior junto aos filtros
- 4 - Laboratório
- 5 - Galeria dos Sifões
- 6 - Sala das Máquinas

Para tal criou-se um mapeamento de localização dos pontos de medição, assinalados na Figura 17.

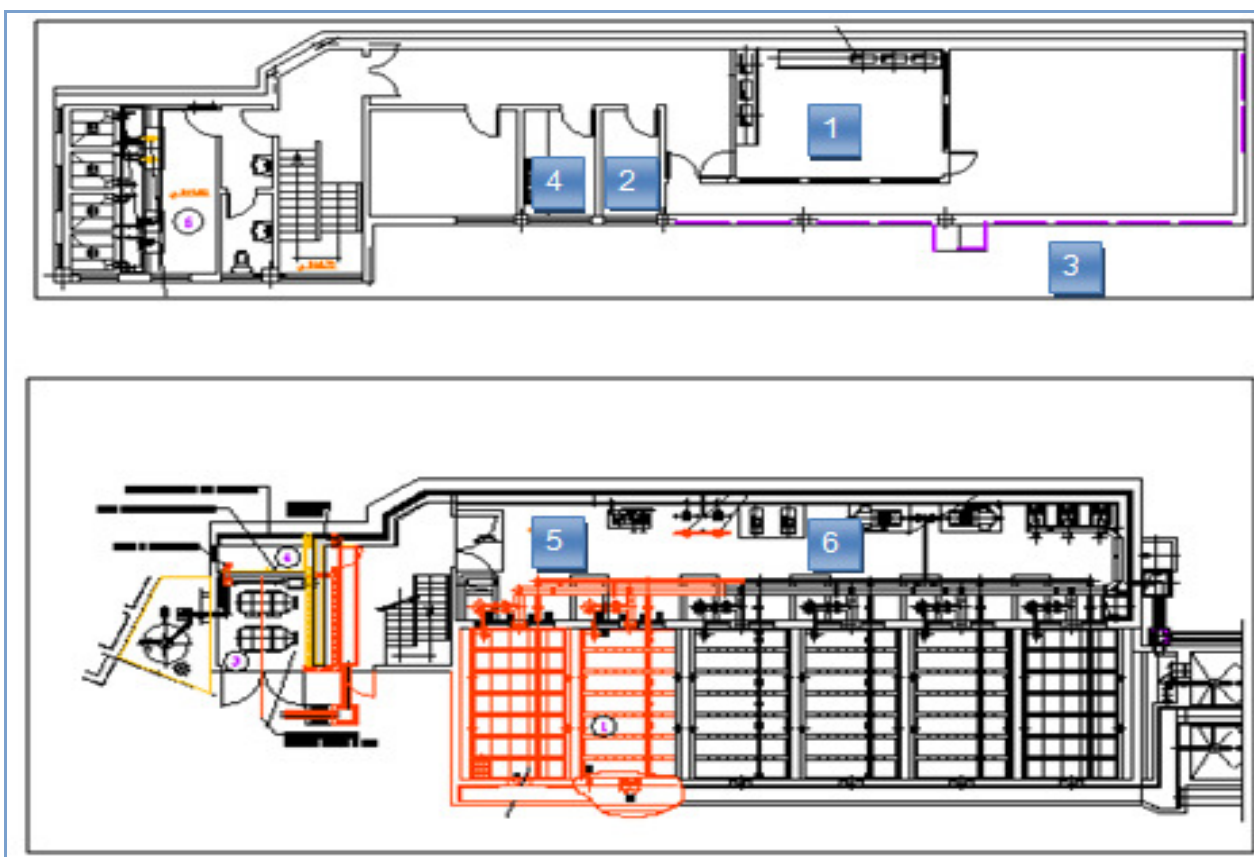


Figura 17 – ETA do Covão – Pontos de Medição

### 6.4.2 Caracterização dos Postos de Trabalho

A tabela 21 resume a caracterização dos postos de trabalho de acordo com os tempos de permanência médios expressos em minutos para cada fonte de ruído. Como forma de facilitar a leitura, o valor 480 minutos correspondem a uma jornada de 8 horas de trabalho.

Tabela 21 – Caracterização dos Tempos de Permanência – ETA do Covão

Local de Medição	Agostinho Silva	Fábio de Sousa	Hugo Charrama	José Rodrigues	Luís Pestana	Manuel Teixeira	Rui Gouveia
<b>Sala dos Quadros</b>	30	30	30	30	30	30	30
<b>Sala de Comando da ETA</b>	60	60	60	60	60	60	60
<b>Zona Exterior junto aos filtros</b>	300	300	300	300	300	300	300
<b>Laboratório</b>	30	30	30	30	30	30	30
<b>Galeria dos Sifões</b>	30	30	30	30	30	30	30
<b>Sala das Máquinas</b>	30	30	30	30	30	30	30
<b>Total de Tempo - Minutos</b>	<b>480</b>	<b>480</b>	<b>480</b>	<b>480</b>	<b>480</b>	<b>480</b>	<b>480</b>

### 6.4.3 Resultados Obtidos

Foram efectuadas medições do nível sonoro contínuo equivalente ( $L_{Aeq, T}$ ) e do valor máximo de pico de pressão sonora ( $L_{Cpico}$ ) nos pontos de medição. O valor de  $L_{Aeq}$  apresentado representa a média dos valores das três medições, sendo o valor de  $L_{Cpico}$  final o maior dos três valores medidos. Os valores resultantes das três sonometrias efectuadas em cada um dos postos de trabalho são apresentados na tabela seguinte:

Tabela 22 – Determinação do Nível Médio Sonoro Contínuo Equivalente e Máximo Valor de Pico

Local da Medição	Sonometria	LAeq,T dB(A)	LCpico dB(C)	LAeq,T Médio dB(A)	LCpico Final dB(C)
<b>Sala dos Quadros</b>	000	73,3	107,8	73,7	107,8
	002	73,7	102,7		
	006	74,0	100,9		
<b>Sala de Comando da ETA</b>	001	65,3	94,9	61,4	94,9
	003	54,9	94,4		
	007	56,1	92,7		
<b>Zona Exterior junto aos filtros</b>	004	74,0	91,9	73,9	93,6
	008	73,8	93,6		
	010	73,8	91,1		
<b>Laboratório</b>	005	52,6	96,0	53,1	96,0
	009	52,9	93,3		
	011	53,7	92,0		
<b>Galeria dos Sifões</b>	012	83,3	101,8	85,0	109,8
	013	85,2	102,4		
	014	86,1	109,8		
<b>Sala das Máquinas</b>	015	110,5	125,7	107,7	126,5
	016	107,3	126,5		
	017	99,5	119,9		

Em função dos resultados acima apresentados e de forma a obter uma estimativa da exposição pessoal diária ao ruído durante um dia normal de trabalho é necessário proceder à caracterização dos postos de trabalho com base nos tempos médios de permanência.

Tabela 23 – Caracterização dos Postos de Trabalho – ETA do Covão

Local de Medição	LAeq dB(A)	Agostinho Silva	Fábio de Sousa	Hugo Charrama	José Rodrigues	Luís Pestana	Manuel Teixeira	Rui Gouveia
Sala dos Quadros	73,7	30	30	30	30	30	30	30
Sala de Comando da ETA	61,4	60	60	60	60	60	60	60
Zona Exterior junto aos filtros	73,9	300	300	300	300	300	300	300
Laboratório	53,1	30	30	30	30	30	30	30
Galeria dos Sifões	85,0	30	30	30	30	30	30	30
Sala das Máquinas	107,7	30	30	30	30	30	30	30
Exposição Pessoal Diária Lex, 8h	--	95,7	95,7	95,7	95,7	95,7	95,7	95,7
Incerteza em dB(A)	--	± 5,86	± 5,86	± 5,86	± 5,86	± 5,86	± 5,86	± 5,86
Exposição Pessoal Diária Efectiva Lex, 8h, efect. dB(A)	--	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4	75,4

#### 6.4.4 Conclusões / Recomendações

A ETA do Covão, à imagem de outras, tem na Sala de Máquinas a sua zona de maior ruído. Este factor é agravado pelo facto da sala de máquinas e da galeria dos sifões estarem localizadas na mesma área juntando, desta forma, duas fontes geradores de ruído num único espaço, os equipamentos e a água em queda.

Nesta medição foram consideradas duas situações distintas. A primeira, considerada como Galeria dos Sifões, onde foi medida apenas o ruído causado pela água em queda e a Sala de Máquinas, onde foi medida a queda de água juntamente com as máquinas em funcionamento.

O objectivo destas duas medições passava por caracterizar duas situações distintas que os colaboradores se deparam na sua jornada laboral. Conforme evidenciado na Tabela 21 – Determinação do Nível Médio Sonoro Contínuo Equivalente e Máximo Valor de Pico na sala de máquinas foi medido um valor de 107,7 dB (A) enquanto na mesma zona com os equipamentos desligados, foi medido um valor de 85 dB (A).

As medidas a programar nesta ETA passariam por dividir estas duas zonas, dado que, existem algumas tarefas que os colaboradores executam nos sifões e que não deveriam estar expostos ao ruído emitido pelos motores.

Na galeria dos sifões, devem ser colocadas protecções que garantam o encapsulamento dos mesmos e dessa forma eliminando a propagação do ruído.

Nas restantes áreas de trabalho da ETA não foram medidos valores acima do valor de acção inferior, não sendo desta forma necessária a implementação de acções correctivas.

Após as referidas alterações deve ser efectuada nova avaliação de ruído de modo a aferir acerca da eficácia das medidas implementadas.

A avaliação anual da função auditiva também deverá ser uma preocupação por parte da entidade através dos seus Serviços de Segurança e Saúde no Trabalho

## 6.5 Estação da Ribeira Brava



### 6.5.1 Pontos de Medição

A avaliação envolveu todas as zonas de trabalho ruidosas, onde se encontram os trabalhadores e as zonas onde se deslocam pontualmente, nomeadamente:

- 1 – Zona Exterior
- 2 – Sala das Máquinas
- 3 – Sala de Comando da ETA
- 4 – Laboratório

Para tal criou-se um mapeamento de localização dos pontos de medição, assinalados na Figura 18.

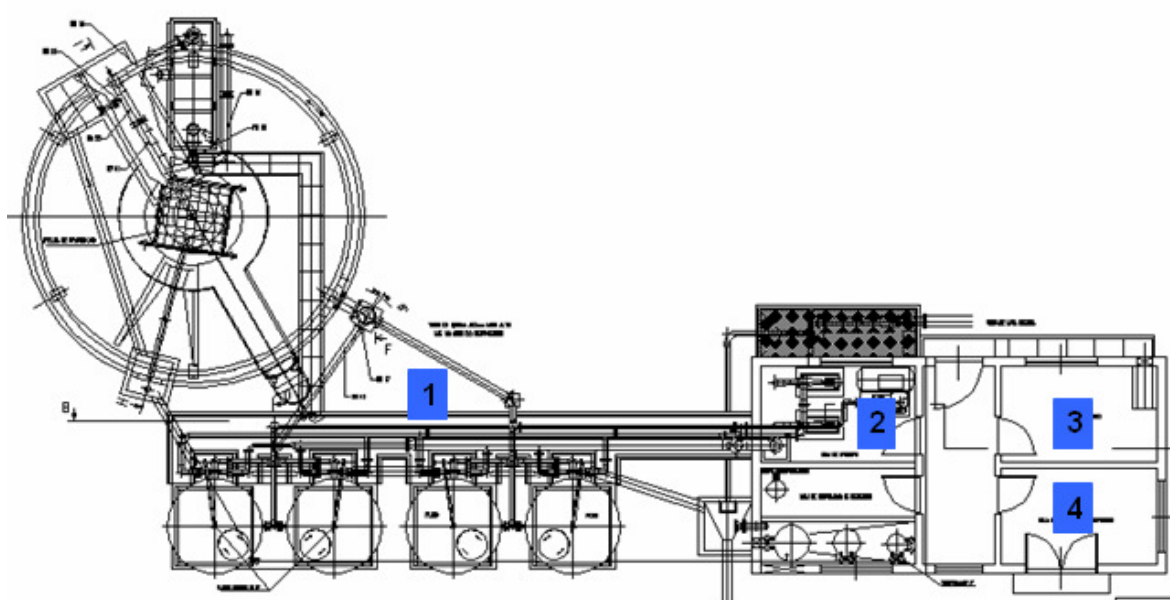


Figura 18 – ETA da Ribeira Brava – Pontos de Medição

### 6.5.2 Caracterização dos Postos de Trabalho

A tabela 23 resume a caracterização dos postos de trabalho de acordo com os tempos de permanência médios expressos em minutos para cada fonte de ruído. Como forma de facilitar a leitura, o valor 420 minutos correspondem a uma jornada de 7 horas de trabalho.

Tabela 24 – Caracterização dos Tempos de Permanência – ETA da Ribeira Brava

Local de Medição	Agostinho Brito	José Gonçalves
<b>Zona Exterior</b>	210	210
<b>Sala das Máquinas</b>	30	30
<b>Sala de Comando da ETA</b>	120	120
<b>Laboratório</b>	60	60
<b>Total de Tempo - Minutos</b>	<b>420</b>	<b>420</b>

### 6.5.3 Resultados Obtidos

Foram efectuadas medições do nível sonoro contínuo equivalente ( $L_{Aeq, T}$ ) e do valor máximo de pico de pressão sonora ( $L_{Cpico}$ ) nos pontos de medição. O valor de  $L_{Aeq}$  apresentado representa a média dos valores das três medições, sendo o valor de  $L_{Cpico}$  final o maior dos três valores medidos. Os valores resultantes das três sonometrias efectuadas em cada um dos postos de trabalho são apresentados na tabela seguinte:

Tabela 25 – Determinação do Nível Médio Sonoro Contínuo Equivalente e Máximo Valor de Pico

Local da Medição	Sonometria	$L_{Aeq, T}$ dB(A)	$L_{Cpico}$ dB(C)	$L_{Aeq, T}$ Médio dB(A)	$L_{Cpico}$ Final dB(C)
<b>Zona Exterior</b>	000	62,0	99,3	58,9	99,3
	001	55,6	87,1		
	002	56,1	95,5		
<b>Sala das Máquinas</b>	004	94,3	111,5	92,6	119,3
	005	93,2	112,3		
	006	88,0	119,3		
<b>Laboratório da ETA</b>	007	65,0	95,1	65,3	98,0
	009	67,9	94,7		
	011	59,6	98,0		
<b>Sala de Comando da ETA</b>	008	59,0	90,2	66,6	121,8
	010	66,5	95,7		
	012	69,3	121,8		

Em função dos resultados acima apresentados e de forma a obter uma estimativa da exposição pessoal diária ao ruído durante um dia normal de trabalho é necessário proceder à caracterização dos postos de trabalho com base nos tempos médios de permanência.

Tabela 26 – Caracterização dos Postos de Trabalho – ETA da Ribeira Brava

Local de Medição	LAeq dB(A)	Agostinho Silva	Fábio de Sousa
<b>Zona Exterior</b>	58.9	210	210
<b>Sala das Máquinas</b>	92.6	30	30
<b>Laboratório da ETA</b>	65.3	120	120
<b>Sala de Comando da ETA</b>	66.6	60	60
<b>Exposição Pessoal Diária Lex, 8h</b>	--	81.2	81.2
<b>Incerteza em dB(A)</b>	--	± 3.87	± 3.87
<b>Exposição Pessoal Diária Efectiva Lex, 8h, efect. dB(A)</b>	--	73,7	73,7

#### 6.5.4 Conclusões / Recomendações

A ETA da Ribeira Brava é uma das mais pequenas da IGA, S.A., sendo que neste momento a mesma encontra-se numa fase de ampliação. Em termos de instalações esta resume-se a uma sala de comandos, um laboratório, um armazém de produtos químicos e uma sala de máquinas que partilham o edifício principal da ETA.

A colocação da sala de máquinas neste espaço veio influenciar os valores de ruído obtidos nas restantes áreas de trabalho da ETA, dado que, quando os motores estão em funcionamento, é notória a propagação deste factor de risco pela ETA.

Seria recomendável que a sala de máquinas, e aproveitando o facto da ETA se encontrar em obras, fosse deslocada para uma zona afastada das zonas que os colaboradores normalmente frequentam, podendo desta forma diminuir a exposição ao factor de risco.

Em relação às restantes áreas de trabalho, e conforme a Tabela 24 – Determinação do Nível Médio Sonoro Contínuo Equivalente e Máximo Valor de Pico, não foram medidos valores de ruído acima do nível de acção inferior, não sendo desta forma necessária a tomada de medidas correctivas.

De qualquer forma devem ser realizadas avaliações com uma periodicidade anual ou após uma alteração de instalações ou processo.

## 6.6 Conclusões / Recomendações das Avaliações de Ruído

Os princípios gerais da prevenção, descritos no Regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho, contemplados na Lei 102/2009 de 10 de Setembro referem que perante uma situação de risco deve ser sempre dada prioridade às medidas que visem a eliminação desse mesmo factor de risco na sua fonte, conforme Tabela 27.

Nesse sentido, todas as medidas propostas tiveram em consideração os seguintes princípios:

Tabela 27 – Princípios Gerais da Prevenção

Princípio	Descrição
Primeiro	Evitar os riscos;
Segundo	Avaliar os riscos que não possam ser evitados;
Terceiro	Combater os riscos na origem;
Quarto	Adaptar o trabalho ao homem, especialmente no que se refere à concepção dos postos de trabalho, bem como à escolha dos equipamentos de trabalho e dos métodos de trabalho e de produção, tendo em vista, nomeadamente, atenuar o trabalho monótono e o trabalho cadenciado e reduzir os efeitos destes sobre a saúde;
Quinto	Ter em conta o estágio de evolução da técnica;
Sexto	Substituir o que é perigoso pelo que é isento de perigo ou menos perigoso;
Sétimo	Planificar a prevenção com um sistema coerente que integre a técnica, a organização do trabalho, as condições de trabalho, as relações sociais e a influência dos factores ambientais no trabalho;
Oitavo	Dar prioridade às medidas de prevenção colectiva em relação às medidas de protecção individual;
Nono	Dar instruções adequadas aos trabalhadores.

### 6.6.1 Medidas de Eliminação

A análise das diversas avaliações de ruído revela uma tendência, que já era esperada, nas várias Estações de Tratamento de Água níveis elevados de ruído principalmente nas salas de máquinas.

Na concepção destas Estações a localização das zonas ruidosas salas de máquinas teve como princípio a proximidade dos filtros, resultando daí poupanças, quer do equipamento (compressores) quer das tubagens necessárias à realização do processo.

Aspectos como a exposição a factores de risco como o ruído foram descurados levando a que os trabalhadores estejam diariamente expostos a níveis elevados de ruído, mesmo que seja por períodos curtos.

Se estas situações não são tidas em consideração no momento da concepção, torna-se difícil e muito dispendioso de alterar já com uma instalação construída.

Nesse sentido é recomendada que nas Estações estudadas a sala de máquinas estivesse localizada numa zona exterior à ETA e que o seu acesso fosse limitado.

Outra opção passaria pelo encapsulamento das máquinas existentes de modo a limitar a propagação do ruído.

Todas estas medidas a ser tomadas na fase de concepção teriam custos mais baixos podendo, nesse sentido, ser implementadas nessa fase.

### **6.6.1 Análise das Incertezas da medição**

Pela análise dos valores de incerteza nas diferentes medições é possível identificar situações em que este apresenta valores por vezes superiores a 5 dB (A), o que pode ser causado por tempos de medição pouco representativos para as tarefas analisadas.

Nestes casos devem ser consideradas novas estratégias de medição, de modo a abranger diferentes fases do processo. Podem também ser utilizados Podem ser utilizados equipamentos individuais de medição de ruído (dosímetros).

O tempo de medição deve ser representativo. Para tarefas com duração inferior a 5 minutos a medição deve ter a duração equivalente ao tempo necessário para desenvolver a tarefa.

Para tarefas com maior duração temporal, a medição deve ter um tempo mínimo de 5 minutos. Para tarefas com produção de ruído constante, o tempo de medição pode ser inferior a 5 minutos.

Todas as medições devem ser repetidas, para cada tarefa, durante 3 ciclos bem definidos. Um dos ciclos deve privilegiar os valores máximos de ruído, outro ciclo deve privilegiar os valores mínimos e o terceiro ciclo poderá ser direccionado para o valor médio do ruído produzido.

### **6.6.2 Selecção da Protecção Auditiva**

Os protectores auditivos existem como medida de protecção individual, quando não é possível a instalação de protecções colectivas, ou enquanto se aguarda a implementação destas últimas. É importante que os protectores assumam um papel de protecção adequada para quem os usa.

A sua utilização não deverá levar a situações de sobre e sub protecção onde, no primeiro caso, existe uma eliminação do risco sacrificando a percepção do meio ambiente, tal como o oposto, no segundo caso, em que não existe uma eliminação do risco pela ineficácia do protector usado. Para existir uma correcta selecção de protectores auditivos é necessário que se conheçam quais as bandas de frequência mais penalizadoras no espectro de oitavas e adequar o protector à atenuação nas respectivas bandas.

Um protector auditivo que tenha um bom poder de atenuação não é, necessariamente, um protector auditivo eficaz.

Um dos principais problemas associado à utilização de protectores auditivos é o desconforto inicial que poderá resultar da sua utilização. Este facto pode, em vários casos, dificultar a aceitação, por parte do trabalhador, na sua utilização diária. Uma das possibilidades de ultrapassar este constrangimento é envolver os trabalhadores em causa no processo de escolha. Aquando da selecção e recomendação de protectores auditivos é importante a escolha de mais do que um protector para cada situação necessária. Esta recomendação múltipla permite que os trabalhadores sejam consultados, por intermédio de amostras, de forma a escolherem, dentro daqueles previamente seleccionados, quais os que se adaptam mais ao seu gosto pessoal e, principalmente, à fisionomia do ouvido. Outro ponto importante é a formação e informação.

É aconselhável, no acto de entrega dos auriculares aos trabalhadores, transmitir alguma informação que contemple: o porquê da necessidade do uso dos protectores; quais as técnicas de colocação; quais os cuidados de higiene a ter com os mesmos e quais as potenciais limitações que a sua utilização determina.

O Decreto-Lei n.º182/2006 refere no seu anexo V que um protector auditivo proporciona uma atenuação adequada quando um trabalhador com este protector correctamente colocado fica sujeito a um nível de exposição pessoal diária efectiva inferior aos valores limite, se tecnicamente possível, abaixo dos valores de acção inferiores.

Sempre que possível, é conveniente que o protector auditivo seja escolhido pessoalmente pelo seu utilizador.

Para as fontes de ruído com nível sonoro contínuo (LAeq) igual ou superior a 80 dB(A), procedeu-se à estimação da exposição pessoal diária, de acordo com a alínea d) do Anexo V do Decreto-Lei

n.º 182/2006 de 6 de Setembro, à qual fica exposto o trabalhador com os protectores colocados (Lex, 8h,efect). A análise foi efectuada com os protectores auriculares acima indicados. Os resultados obtidos estão patentes nas Tabelas de, no campo "**Exposição Pessoal Diária Efectiva Lex, 8h, efect db(A)**".

Por uma questão de economia de escala a opção da IGA, S.A. recaiu num mesmo protector para todas as Estações de Tratamento de Águas. Essa escolha foi efectuada sem nunca ter sido efectuada uma avaliação dos níveis de ruído ocupacional nas diferentes instalações, embora a opção por um protector do tipo abafador tenha tido em consideração a probabilidade de substâncias suspensas na atmosfera de trabalho e, nesse sentido, havendo a probabilidade de introdução dessas substâncias pelos ouvidos, causaria outros danos no trabalhador.



Figura 19 – Protector Auditivo Clímax 14-P

Tabela 28 – Características do Protector auditivo

Frequência (Hz) em bandas de oitava – Valores em dB								
Frequência	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
<b>Mf (dB)</b>	0	13,6	16,3	28,8	28,8	29,9	40,0	36,6
<b>Sf (dB)</b>	0	3,0	2,9	2,6	3,5	4,3	2,5	6,1
<b>SNR = 25 dB</b>								

Conclui-se desta forma que os protectores utilizados, CLIMAX 14 – P são os adequados para os níveis de ruído das Estações analisadas.

## **7. ANÁLISE DA PERCEÇÃO AO RUÍDO LABORAL**

De modo a aferir a percepção dos trabalhadores ao ruído foi efectuado um questionário onde, para além da análise à sua exposição profissional, foram também analisados os seus hábitos pessoais com o objectivo de identificar possíveis causas passíveis de influenciar nas perdas auditivas.

### **7.1 Caracterização da amostra**

Foram inquiridos 15 operadores de sistemas das cinco estações de tratamento de águas alvo deste estudo. Os inquiridos são todos do sexo masculino com idades compreendidas entre os 23 e os 56 anos de idade.

### **7.2 Descrição das variáveis**

O questionário divide-se essencialmente em duas partes distintas. A primeira que tem como objectivo a análise de hábitos não profissionais a condições ou zonas onde existam níveis de pressão sonora em níveis prejudiciais à saúde.

Os inquiridos além do tipo de actividade ruidosa que participam ou pertencem, identificaram qual a periodicidade em que essas mesmas ocorrem. No questionário são analisados também os antecedentes do colaborador em relação a doenças ou hábitos, familiares ou pessoais, relacionados com o ruído ou com a degeneração do aparelho auditivo.

Na segunda parte do questionário os inquiridos deverão identificar, na sua actividade laboral, quais os níveis de exposição pessoal diária a que estão expostos. Esta questão tem também o objectivo de determinar se a organização realizou avaliações de ruído e se estas foram divulgadas aos colaboradores.

Em relação à formação, os inquiridos são questionados em relação à participação e à duração de acções de formação nas áreas de higiene e segurança no trabalho e ruído e protecção auditiva.

### **7.3 Análise dos inquéritos**

#### **7.3.1 Identificação**

A identificação dos inquiridos teve por objectivo obter uma caracterização da amostra em função do grau de escolaridade, da idade e do estado civil dos mesmos. Desta forma poderia ser possível relacionar estas variáveis com as da exposição profissional e não profissional ao ruído.

IDENTIFICAÇÃO			
Posto de Trabalho: _____			
Nome: _____	(facultativo)	Idade: _____	Estado Civil: _____
Escolaridade <input type="radio"/> Até 4º ano <input type="radio"/> 4º ano - 9º ano <input type="radio"/> 9º ano - 12º ano <input type="radio"/> Superior ao 12º ano			

### 7.3.2 Exposição ao ruído

Quando questionados sobre a sua exposição não profissional ao ruído, os colaboradores além do tempo de exposição em anos, deveriam identificar se essa mesma exposição seria diária, semanal ou mensal.

EXPOSIÇÃO AO RUÍDO							
Exposição não profissional:	Tempo de Exposição:				Frequência de Exposição:		
	A	B	C	D	D	S	M
Caca. tiro. serviço militar							
Automobilismo, motociclismo ou outros desportos motorizados							
Ferramentas ruidosas (berbequins, fresas, martelos, etc.)							
Concertos, discotecas, audição de música com auscultadores)							
Outros? _____							
<b>A</b> - < 1 ano <b>B</b> - 1 a 5 anos <b>C</b> - 6 a 10 anos <b>D</b> - > 10 anos					<b>D</b> - diária <b>S</b> - semanal <b>M</b> - mensal		

Pela análise do gráfico 1 é possível identificar que os colaboradores identificaram o manuseamento de ferramentas ruidosas (berbequins, fresas, martelos, etc) por um período entre um e cinco anos como o factor de maior exposição ao ruído. Em relação à frequência de exposição, esta não assume nenhuma tendência, dado que pode variar com as tarefas a executar.

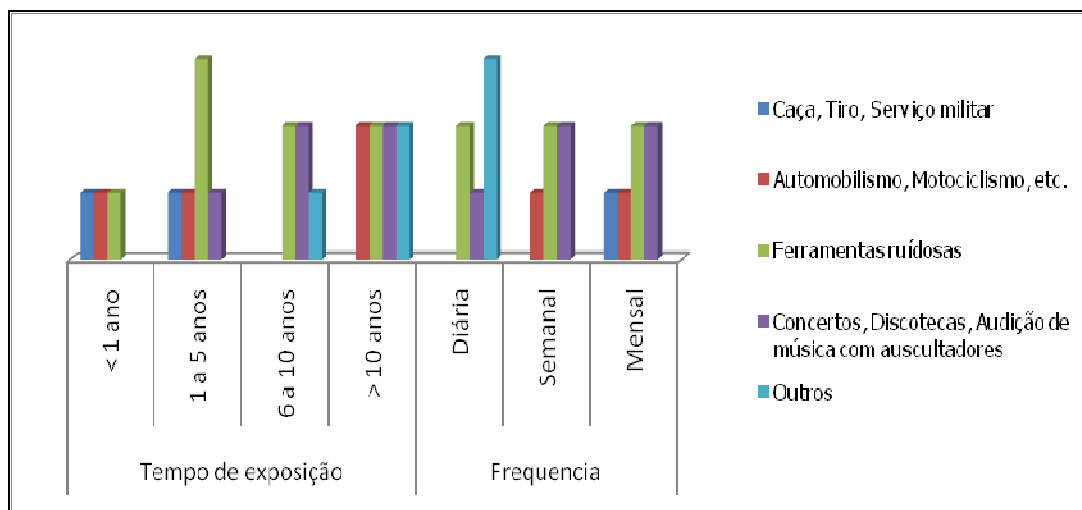


Gráfico 1 - Exposição ao Ruído

Os colaboradores foram também questionados se teriam conhecimento de quais os níveis de ruído a que estão expostos no seu dia de trabalho. Esta questão teve como objectivo determinar se a organização já teria efectuado a referida avaliação e, se os resultados dessa avaliação teriam sido divulgados aos colaboradores.

EXPOSIÇÃO AO RUÍDO						
<b>Exposição profissional:</b>						
Sabe qual o seu nível de Exposição Actual?	LEX,8h=	dB(A)	Duração (anos):	_____	_____	_____
Ocupação 1: _____	Tipo:	<input type="radio"/> Pouco intensa	<input type="radio"/> Intensa	<input type="radio"/> Muito intensa	Duração (anos):	_____
Ocupação 2: _____	Tipo:	<input type="radio"/> Pouco intensa	<input type="radio"/> Intensa	<input type="radio"/> Muito intensa	Duração (anos):	_____

Em relação à exposição profissional é notório, pela análise dos questionários, e do gráfico 2, que os colaboradores não sabem quais os níveis de ruído aos quais estão expostos. Esta foi uma das razões pelo qual foi desenvolvido este estudo, tentando numa primeira fase a avaliação dos níveis de ruído laboral a que estão expostos os operadores de sistemas das Estações e, numa segunda fase, o cumprimento de um requisito legal descrito no Decreto-Lei 182/2006 de de 6 de Setembro.

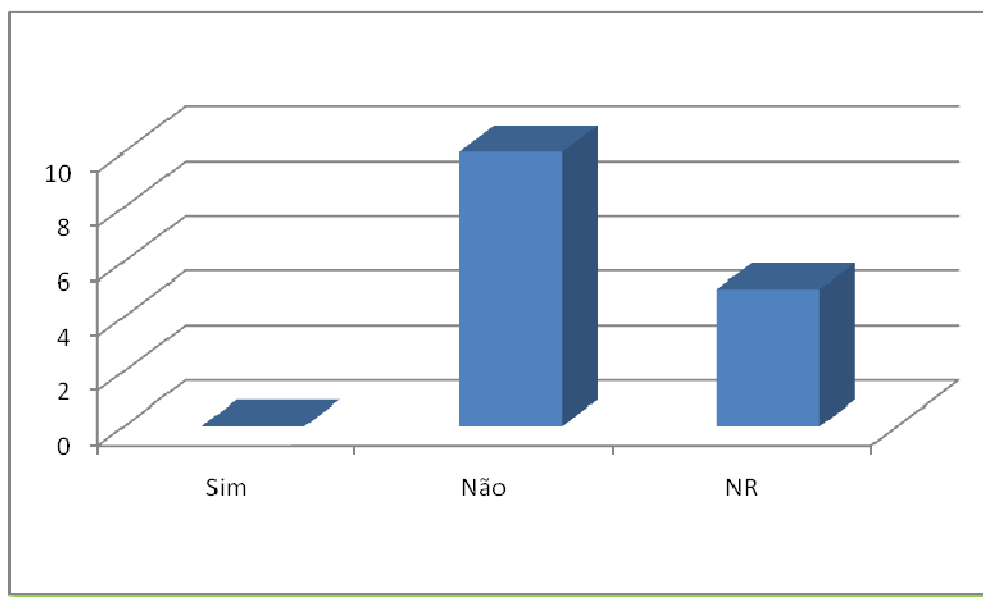


Gráfico 2 – Exposição ao Ruído

### 7.3.3 Antecedentes

A Lei 102/2009 de 10 de Setembro refere no seu artigo 108 que o empregador deve promover a realização de exames de admissão, antes do início da prestação de trabalho ou, se a urgência da admissão o justificar, nos 15 dias seguintes.

Desta forma a entidade consegue aferir acerca do real estado de saúde do colaborador e determinar, com base nos mesmos, se este já contraiu alguma doença derivada da sua actividade profissional anterior.

Nesse sentido, os trabalhadores foram questionados sobre os seus antecedentes familiares de perdas auditivas ou antecedentes pessoais, tais como, traumatismos cranianos, utilização de drogas ototóxicas, doença infecciosa ou outra do foro otológico.

ANTECEDENTES		
<u>Familiares:</u>	<u>Pessoais:</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Doenças infecciosas (rubéola, meningite, sarampo, etc.)</li> <li>o Doenças do foro otológico (otites, intervenções cirúrgicas, etc.)</li> <li>o Traumatismos cranianos</li> <li>o Drogas ototóxicas (quinino, salicilatos, etc.)</li> </ul>
<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Sim	
<input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Não	

A análise do gráfico 3 revela claramente que os inquiridos não associam nenhum tipo de antecedentes, nem familiares nem pessoais, que pudessem ser causadores de perdas auditivas. O aparelho auditivo, quer pelo desgaste inerente à idade quer pela ocorrência de doenças pode ser mais desgastado.

Muitas vezes a ocorrência destes tipos de doenças não são directamente associados a possíveis danos no aparelho auditivo, daí a razão pela qual muitas vezes esta associação não é feita.

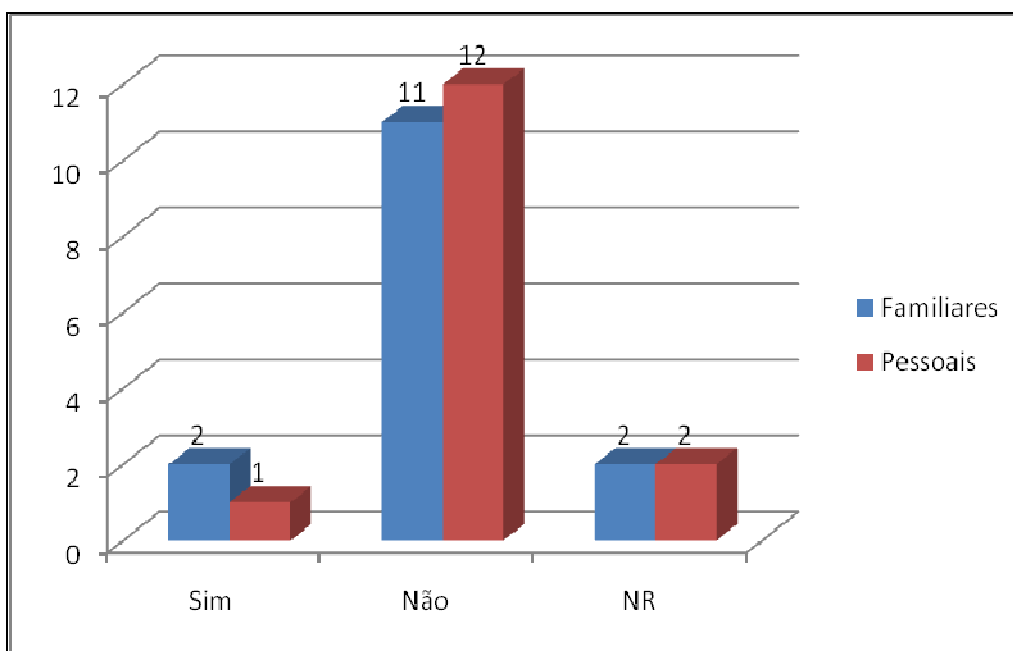


Gráfico 3 – Antecedentes

### 7.3.4 Formação

Muitos dos hábitos que desenvolvemos no nosso ambiente laboral estão directamente relacionados com a nossa aprendizagem, quer pela escolaridade quer pelas formações que vamos adquirindo nesse mesmo percurso profissional. Nesse sentido, os inquiridos foram questionados sobre formações específicas nas áreas de Higiene e Segurança no Trabalho e em ruído e protecção auditiva e, em caso afirmativo, qual a duração das mesmas.

FORMAÇÃO			
	Sim	Não	Horas
Formação sobre Segurança e Saúde no trabalho?			
Formação sobre ruído e protecção auditiva?			
<b>Obs:</b>			

Os colaboradores quando inquiridos acerca da sua formação nos domínios da Higiene e Segurança no Trabalho e Ruído, responderam que em relação á primeira essa formação existiu enquanto em relação à segunda não a tiveram. Deste modo será de esperar que pela falta de formação na área do ruído, situações como a utilização de protectores auditivos não sejam tidos em conta.

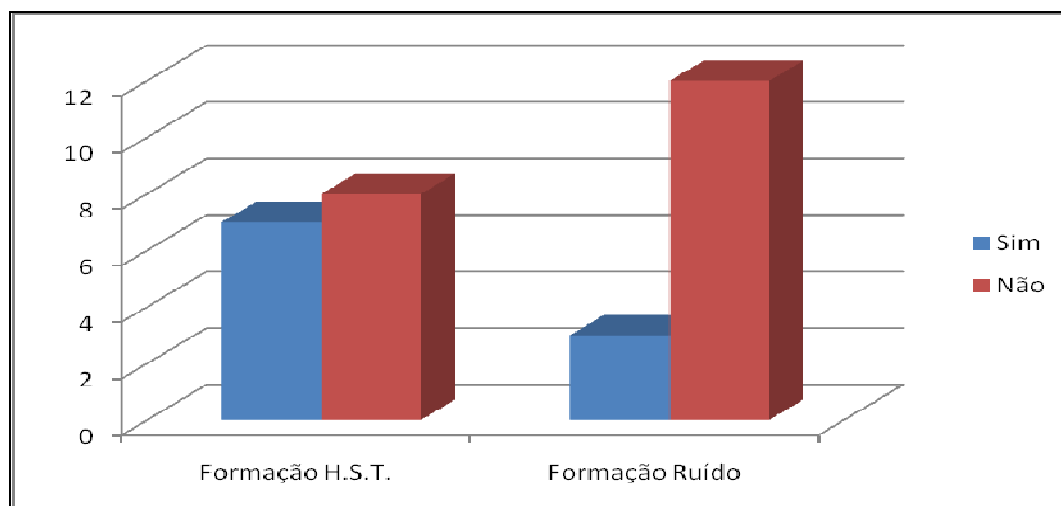


Gráfico 4 - Formação

### 7.3.5 Protecção Individual

Esta questão teve por objectivo aferir se quando expostos a níveis de ruído manifestamente elevados, os colaboradores utilizam protectores auditivos. Desta forma conseguimos determinar se estes

PROTECÇÃO INDIVIDUAL			
	Sim	Não	Tipo de Protecção / (% tempo)
Costuma usar protecção auditiva?			
<b>Obs:</b>			

A utilização dos Equipamentos de Protecção Individual evidencia por um lado a preocupação da entidade em relação à existência de um factor de risco, embora até à data não quantificado e, por outro lado, a sensibilização dos colaboradores para o uso da referida protecção.

Os inquiridos revelam preocupações neste âmbito, dado que, identificam a existência do factor de risco, têm consciência do seu impacto na saúde e consequentemente utilizam os protectores auditivos, como forma de atenuar esse mesmo factor de risco. No gráfico 5 podemos constatar que 73 % dos inquiridos utiliza equipamentos de protecção individual.

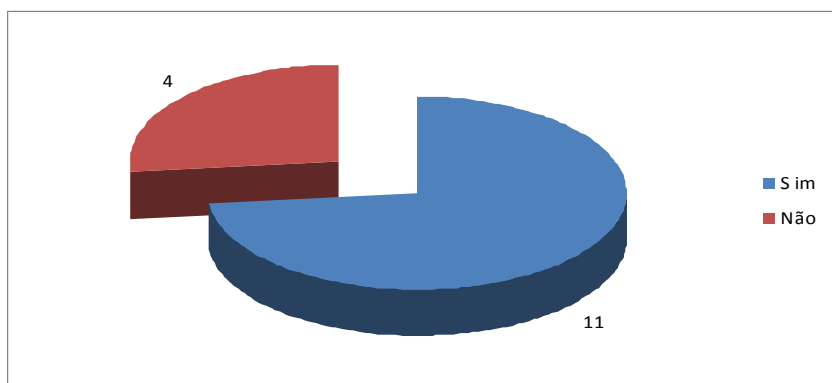


Gráfico 5 – Protecção Individual

## 8. AVALIAÇÃO AUDIOMÉTRICA

Uma das formas de determinar os efeitos da exposição ao ruído ocupacional é a avaliação audiométrica que, determina num espectro de frequências audíveis, qual o valor de perdas auditivas.

Nesse sentido, foram realizados testes audiométricos a quinze colaboradores da empresa que desempenham funções de operador de sistemas.

Por uma questão de confidencialidade de dados, que rege todos estes exames médicos, não é possível, no âmbito deste estudo, a divulgação dos exames. Daí, que todos os audiogramas analisados farão referência a colaboradores não mencionando os seus nomes.

Após a análise por um especialista em Medicina no Trabalho, os respectivos audiogramas foram entregues aos respectivos colaboradores que desta forma tiveram conhecimento dos resultados.

### 8.1 Conceito de Surdez

De acordo com a Norma ISO 1999:1990 a exposição ao factor de risco ruído é causa de uma doença profissional denominada por hipoacusia de percepção bilateral por lesão coclear irreversível.

A avaliação da Incapacidade Parcial Permanente (IPP) é calculada através da perda média audiométrica, ponderada nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, em cada ouvido. O direito à indemnização, e consequente caracterização como surdez profissional, ocorre a partir de 35 dB de perdas médias ponderadas no melhor ouvido. O cálculo é feito pela seguinte fórmula:

$$(2 \times 500 \text{ Hz}) + (4 \times 1000 \text{ Hz}) + (3 \times 2000 \text{ Hz}) + (1 \times 4000 \text{ Hz})$$

$$10$$

Portanto, para haver direito a reparação e para a incapacidade ser diferente de 0 %, o quociente deve ser maior ou igual a 35 dB no ouvido menos lesado.

O cálculo da incapacidade processa-se da mesma forma ao adoptado para a surdez de origem não profissional, mas, neste caso, as perdas são lidas na via óssea.

### 8.2 Audiometrias

A utilização deste tipo de exame clínico teve como objectivo a quantificação das perdas auditivas como uma variável do estudo e de as poder, posteriormente, relacionar com os outros parâmetros avaliados neste trabalho.

A audiometria foi efectuada utilizando um audiómetro, que emitiu sons puros de intensidade e frequência variáveis (audiometria tonal). Utilizando auriculares ligados ao audiómetro, pode-se estudar um ouvido de cada vez. O aparelho emitiu sucessivamente sons de frequência diferente, mais graves ou mais agudos, começando com uma intensidade muito baixa que aumentou até que o paciente assinalasse que os conseguia ouvir (limiar de audição). Foi elaborado um gráfico, o audiograma, a partir do limiar de audição para cada frequência expresso em decibéis.

No audiograma, para cada ouvido, formaram-se duas curvas correspondentes à condução aérea em cada um dos ouvidos.

Através destes exames é possível detectar patologias como por exemplo a PAIR – Perda Auditiva Induzida pelo Ruído.

A PAIR é uma patologia cujos sinais e alertas são graduais, que vai progredindo no decorrer dos anos de exposição , e é em geral associada ao ambiente de trabalho.

Ao longo de semanas, meses ou poucos anos de exposição, começa a ser detectado através da audiometria, na frequência de 4000 Hz, uma perda auditiva.

A faixa de frequência abrange de 3 a 6 kHz. Através da audiometria, pode-se detectar precocemente um entalhe em indivíduos que são expostos a ruídos por um longo período de tempo. A PAIR é neurosensorial devido às lesões causadas às células ciliadas. Bilateral, não necessariamente simétrica. Uma vez instalada é irreversível.

Inicialmente atinge as frequências agudas de 4000 Hz, 3000 Hz e 6000 Hz e posteriormente, com sua progressão, atinge as demais frequências de 8000 Hz, 2000 Hz, 1000 Hz, 500 Hz e 250 Hz.

### 8.3 Resultados Obtidos

Tabela 29 – Resultados dos audiogramas

Colaborador		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Idade</b>		<b>28</b>	<b>40</b>	<b>23</b>	<b>47</b>	<b>56</b>	<b>39</b>	<b>47</b>	<b>30</b>	<b>32</b>	<b>41</b>	<b>30</b>	<b>38</b>	<b>40</b>	<b>49</b>	<b>52</b>
<b>Anos de Exposição</b>		<b>5</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>21</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>11</b>
Freq.	Ouvido	Perdas Auditivas														
<b>250</b>	OE	40	25	30	30	55	30	20	15	15	20	15	25	15	15	30
	OD	25	30	25	30	50	25	25	30	25	25	15	20	25	20	35
<b>500</b>	OE	30	20	30	20	60	20	20	20	15	20	15	35	15	15	25
	OD	25	25	20	30	45	25	20	30	25	20	15	25	15	20	25
<b>1000</b>	OE	25	20	20	20	65	20	15	20	15	20	15	45	15	15	15
	OD	15	20	15	20	45	25	15	25	20	20	10	25	15	15	15
<b>2000</b>	OE	20	10	20	15	70	20	15	15	25	15	15	45	15	15	35
	OD	15	20	20	15	35	15	15	15	20	15	15	20	15	15	20
<b>3000</b>	OE	15	10	20	15	80	20	15	10	25	15	15	30	15	10	35
	OD	15	15	20	30	45	20	20	15	25	15	15	15	20	20	35
<b>4000</b>	OE	15	10	20	20	90	20	20	10	25	20	20	30	25	15	50
	OD	10	10	30	40	50	15	20	15	25	15	15	20	25	15	40
<b>6000</b>	OE	15	25	30	15	100	30	30	20	30	25	40	40	35	30	45
	OD	10	20	20	25	60	40	20	15	35	35	25	30	45	20	20
<b>8000</b>	OE	15	25	25	15	100	30	15	15	15	15	15	30	25	15	45
	OD	15	15	20	15	55	35	15	15	15	15	15	20	25	25	25

O exame audiométrico é o principal e mais fidedigno exame para a determinação dos limiares auditivos de trabalhadores expostos a níveis elevados de pressão sonora e para a elucidação do diagnóstico da PAIR.

Na avaliação dos audiogramas foi dada especial atenção ao entalhe na faixa de 3.000 a 6.000 Hz, dado que é nesta faixa onde ocorrem normalmente as perdas.

Pela análise dos dados e pelo gráfico 6 é notória a existência de um caso onde pelas características das perdas auditivas já deve ser analisada visto que pode se tratar de surdez profissional.

Em relação aos restantes audiogramas, verifica-se a existência de outros casos onde, embora de uma forma menos acentuada, já evidenciam uma tendência para perdas auditivas.

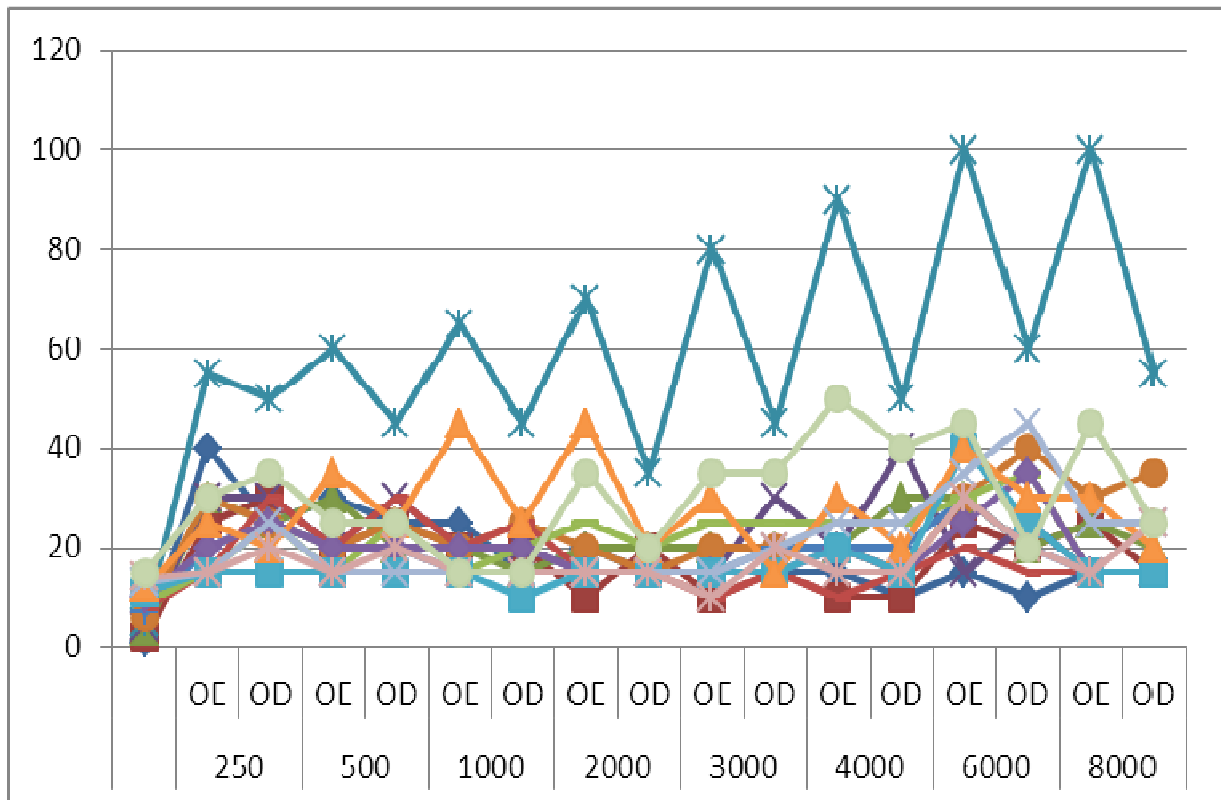


Gráfico 6 – Resultados Obtidos

## 8.4 Análise dos Resultados

O critério utilizado para a determinação das perdas auditivas médias dos colaboradores foi o referido na Norma ISO 1999:1990, utilizando a fórmula apresentada no ponto 7.1., ou seja, pela média ponderada nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz. Considera-se, então, que estamos perante um caso de surdez quando existe uma perda auditiva superior a 35 dB no melhor ouvido.

De realçar que o actual quadro legal não contempla nenhum critério para a determinação da hipoacusia bilateral.

Trabalhador		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Idade</b>		28	40	23	47	56	39	47	30	32	41	30	38	40	49	52
<b>Anos de Exposição</b>		5	12	4	5	21	12	11	9	4	9	9	3	12	12	11
<b>Freq.</b>	<b>Ouvido</b>	<b>Perdas Auditivas</b>														
<b>500</b>	OE	30	20	30	20	60	20	20	20	15	20	15	35	15	15	25
	OD	25	25	20	30	45	25	20	30	25	20	15	25	15	20	25
<b>1000</b>	OE	25	20	20	20	65	20	15	20	15	20	15	45	15	15	15
	OD	15	20	15	20	45	25	15	25	20	20	10	25	15	15	15
<b>2000</b>	OE	20	10	20	15	70	20	15	15	25	15	15	45	15	15	35
	OD	15	20	20	15	35	15	15	15	20	15	15	20	15	15	20
<b>4000</b>	OE	15	10	20	20	90	20	20	10	25	20	20	30	25	15	50
	OD	10	10	30	40	50	15	20	15	25	15	15	20	25	15	40
<b>Média ponderada das perdas auditivas</b>	OE	23,5	19,5	22	18,5	68	20	16,5	17,5	19	18,5	15,5	41,5	16	15	26,5
	OD	16,5	20	19	22,5	42,5	21	16,5	22	21,5	18	13	23	16	16	21

Tabela 30 – Médias Ponderadas das perdas auditivas

Pela análise da Tabela 30 – Médias Ponderadas das perdas auditivas é possível concluir o seguinte:

- Existe uma situação clara de surdez profissional, à luz do descrito na ISO 1999:1990, dado que, a média ponderada da perda auditiva no melhor ouvido é superior a 35 dB, sendo neste caso de 42,5 dB.
- Existem outros casos, que embora não ultrapassem os 35 dB, já se caracterizam por terem valores com tendência a atingir a esse nível de perdas
- Comparando-se os resultados obtidos nos audiogramas para os dois ouvidos, observou-se que, neste grupo específico analisado, o ouvido mais afectado foi o esquerdo.
- A média das perdas auditivas é de cerca de 23,83 dB para o ouvido esquerdo e de 20,57 dB para o ouvido direito.
- Nota-se uma tendência para um nível maior de perdas naqueles trabalhadores com mais anos de exposição, o que pode revelar que as perdas estão relacionadas com a exposição ao ruído laboral e não a factores externos.

O resultado obtido pelo trabalhador 5 é, à luz dos critérios actuais, por se encontrar no pior ouvido acima dos 35 dB, é considerada como surdez profissional.

## **8.5 Avaliação médica**

Os quinze audiogramas foram analisados por um especialista em Medicina do Trabalho de modo a aferir, do ponto de vista médico, qual a situação de cada um dos colaboradores e se em algum dos casos existia já uma tendência para danos e perdas auditivas.

Deste modo a análise médica conjuntamente com a análise técnica poderiam determinar possíveis causas para as perdas auditivas.

É esta a forma que a Segurança e Saúde devem sempre trabalhar de modo a que, através da conjugação destas duas vertentes, seja possível identificar perigos e eliminar os seus respectivos riscos. Só desta forma é que é possível garantir melhores condições de trabalho aos trabalhadores.

O diagnóstico médico foi de encontro aos cálculos anteriormente efectuados identificando no universo de trabalhadores que realizaram os audiogramas, um caso já considerado como de surdez profissional. Em anexo encontra-se a avaliação médica aos quinze audiogramas.

Dessa forma de acordo com o artigo 12º do decreto-lei 182/2006 de 6 de Setembro e, dado que o resultado da vigilância da saúde revelou que o trabalhador sofre de uma doença ou de uma afecção resultante da exposição ao ruído no local de trabalho, o médico de trabalho terá de:

- a) Informar o trabalhador do resultado que lhe diga respeito e prestar-lhe informações e recomendações sobre a vigilância da saúde a que deva submeter-se terminada a exposição;
- b) Comunicar ao empregador os resultados da vigilância da saúde com interesse para a prevenção de riscos, sem prejuízo do sigilo profissional a que se encontra vinculado.

## 9. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O processo “normal” perante a exposição ao ruído passa por determinar qual o espectro e a intensidade desse mesmo ruído de modo a poder determinar quais os protectores mais adequados para a atenuação.

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

No caso da IGA, S.A. esse processo iniciou-se pela parte final, embora os protectores seleccionados tenham, conforme comprovam as avaliações efectuadas neste relatório, um nível de atenuação adequado ao ruído a que estão expostos os colaboradores.

Esta disponibilização de protectores individuais foi encarada pela entidade como uma medida de carácter meramente preventivo enquanto não eram efectuadas as respectivas avaliações de ruído. No entanto, esta escolha revelou-se como adequada quer pelo tipo de protector utilizado (tipo abafador) quer pela sua atenuação (evidenciada neste relatório como adequada).

O passo seguinte passará pela formação / informação aos colaboradores, de acordo com o descrito no artigo 9º do Decreto-lei nº 182/2006, de 16 de Setembro, nomeadamente sobre:

- a) Os riscos potenciais para a segurança e a saúde derivados da exposição ao ruído durante o trabalho;
- b) As medidas tomadas para eliminar ou reduzir ao mínimo os riscos resultantes da exposição ao ruído;
- c) Os valores limite de exposição e os valores de acção;
- d) Os resultados das avaliações e das medições do ruído efectuadas de acordo com os artigos 4.º e 5.º, acompanhados de uma explicação do seu significado e do risco potencial que representam;
- e) A correcta utilização dos protectores auditivos;
- f) A utilidade e a forma de detectar e notificar os indícios de lesão;
- g) As situações em que os trabalhadores têm direito à vigilância da saúde, nos termos definidos no artigo 11.º;
- h) As práticas de trabalho seguro que minimizem a exposição ao ruído.

Aliado a todo este processo, a avaliação da função auditiva deve ser realizada periodicamente aos colaboradores expostos de modo a que o trabalhador que tenha estado exposto a ruído acima dos valores de acção superiores a verificação anual da função auditiva e a realização de exames audiométricos e ao trabalhador que tenha estado exposto a ruído acima dos valores de acção inferiores a realização de exames audiométricos de dois em dois anos.

Tabela 31 – Análise integrada das variáveis

	Idade	Tempo de Exposição	Lex, 8h	Perda auditiva média (melhor ouvido)
<b>Trabalhador 1</b>	28	5	79,3	16,5
<b>Trabalhador 2</b>	40	12	79,3	19,5
<b>Trabalhador 3</b>	23	4	75,4	19
<b>Trabalhador 4</b>	47	5	75,4	18,5
<b>Trabalhador 5</b>	56	21	79,3	42,5
<b>Trabalhador 6</b>	39	12	75,4	20
<b>Trabalhador 7</b>	47	11	79,3	16,5
<b>Trabalhador 8</b>	30	9	75,4	17,5
<b>Trabalhador 9</b>	32	4	75,4	19
<b>Trabalhador 10</b>	41	9	86,9	18
<b>Trabalhador 11</b>	30	9	86,9	13
<b>Trabalhador 12</b>	38	3	79,3	23
<b>Trabalhador 13</b>	40	12	86,9	16
<b>Trabalhador 14</b>	49	12	79,3	15
<b>Trabalhador 15</b>	52	11	75,4	21

A análise integrada das variáveis permite retirar conclusões que, de outra forma, seriam impossíveis. Uma variável como a perda auditiva está directamente relacionada com vários factores que nunca poderão ser analisados de uma forma independente, correndo assim o risco de retirar conclusões erradas.

Se por um lado é certo que a exposição a níveis elevados de ruído provoca danos irreversíveis no ouvido humano, também é que esses danos agravam-se ao longo da idade pelo desgaste normal do aparelho auditivo (presbiacusia).

Presbiacusia, como já foi referido, é definida como diminuição auditiva relacionada com envelhecimento, por alterações degenerativas, fazendo parte do processo geral de envelhecimento do organismo.

Embora tivesse sido referido pelos colaboradores que utilizavam regularmente os protectores auditivos fornecidos pela entidade, a análise da Tabela 21 revela que os valores das perdas auditivas médias revelam uma tendência crescente para os trabalhadores com mais anos de exposição. Muitas vezes a disponibilização dos protectores auditivos não é por si só, factor determinante para o seu uso, tendo a entidade patronal que delinear um programa de formação / informação aos colaboradores de modo a sensibilizá-los para o uso destes equipamentos.

Só desta forma o uso da protecção auditiva não assumirá um carácter de obrigatoriedade, sendo encarado pelos trabalhadores como uma mais-valia à sua segurança e saúde no trabalho. Nesse sentido, é possível identificar alguns casos onde a variável Idade e Tempo de Exposição tendem a causar perdas auditivas médias já elevadas como são os casos dos trabalhadores 5, 2, 7 e 8.

Em relação ao tempo de exposição na empresa, observou-se que havia predominância de traçados sugestivos de PAIR para os trabalhadores com maior tempo de exposição na empresa. Foi evidenciado ao longo da Dissertação que existem locais nas Estações, nomeadamente as salas de máquinas, onde os níveis de pressão sonora atingem valores perto dos 100 dB (A). Uma exposição, mesmo por um período de tempo curto, a estes níveis causaria danos irreversíveis no ouvido humano.

## 10. CONCLUSÕES

Esta dissertação tinha dois objectivos essenciais. O primeiro passava pela quantificação de um factor de risco detectado e identificado como fonte potencial de dano aos colaboradores da IGA, S.A. O segundo passava por verificar a correspondente avaliação médica e respectiva percepção pelos colaboradores da entidade de modo a correlacionar as três vertentes.

Em relação à avaliação de ruído laboral, foram detectadas zonas de trabalho nas Estações que necessitam de uma intervenção de modo a eliminar ou minimizar o impacto desse factor de risco na saúde dos colaboradores e, apresentadas algumas medidas correctivas.

Foram detectadas essencialmente duas fontes geradoras de ruído nas Estações. Os equipamentos utilizados no processo de limpeza da água e a própria água que em queda provoca níveis de ruído com intensidades que em alguns casos ultrapassam o valor limite de exposição.

A eliminação das fontes de ruído constituem a forma mais eficaz de prevenir riscos para os trabalhadores e devem ser sempre consideradas aquando da concepção de novos locais de trabalho. No entanto, em função das Estações estudadas, esta actuação não é tecnicamente possível.

Dessa forma, as medidas a implementar deverão passar por soluções que impeçam a sua propagação através do encapsulamento dos equipamentos e por tapar os sifões onde ocorre a queda da água.

Estas medidas foram identificadas e descritas ao longo da dissertação.

A avaliação médica revelou a existência de um caso, que devido aos anos de exposição e à própria idade do colaborador (presbiacusia) já evidencia perdas auditivas acentuadas e outros, que embora não apresentem perdas tão acentuadas, já demonstram uma tendência a perdas caso não sejam tomadas as devidas medidas e o respectivo acompanhamento médico.

A análise destas duas variáveis (médica e técnica) evidencia a necessidade da implementação de medidas que reduzam o impacto deste factor de risco na saúde dos colaboradores.

Na concepção de postos de trabalho deve ser dada especial atenção às condições de trabalho das pessoas, pela análise técnica, pela análise dos processos e equipamentos e até pela observação de instalações com actividades iguais, onde seja possível obter inputs importantes para a segurança e saúde nos locais de trabalho.

Essa concepção tem evidenciado uma tendência pela preocupação única e exclusiva em termos de processo descuidando frequentemente as questões de Segurança e Saúde no Trabalho.

Foi demonstrado ao longo da presente Dissertação que as medidas a implementar são em termos económicos, acessíveis representando uma melhoria significativa nos níveis de ruído em cada uma das Estações estudadas.



## 11. PERSPECTIVAS FUTURAS

Os efeitos nefastos do ruído sobre a função auditiva são hoje mundialmente reconhecidos e encontram-se bem documentados. Este é um problema comum a um vasto conjunto de actividades como a que foi objecto do presente estudo. No entanto, sabe-se também que este agente físico não é o único factor de risco nos locais de trabalho passível de ter impacto na audição dos trabalhadores.

Certos agentes, como por exemplo, a exposição a substâncias químicas, a ambientes térmicos adversos, podem também causar danos no sistema auditivo, sendo por isso, imperativo dedicar mais atenção à questão de riscos combinados para os trabalhadores expostos a elevados níveis de ruído e os seus efeitos no sistema auditivo.

De realçar que o art. 5 do Decreto-Lei n.º 182/2006, refere que, "Nas actividades susceptíveis de apresentar riscos de exposição ao ruído, o empregador procede à avaliação de riscos, tendo, nomeadamente, em conta os seguintes aspectos: (...) d) Os efeitos indirectos sobre a segurança dos trabalhadores resultantes de interações entre o ruído e as substâncias ototóxicas presentes no local de trabalho e entre o ruído e as vibrações".

O referido diploma alerta ainda para a possibilidade da presença de substâncias químicas que podem ser ototóxicas, "com efeitos negativos nos órgãos da audição, traduzindo-se num risco acrescido quando em conjugação com a exposição ao ruído

Neste trabalho este factor de risco foi quantificado de forma a avaliar o seu impacto na saúde dos colaboradores e foram determinadas as possíveis fontes desse mesmo ruído de modo a, de acordo com os princípios gerais da prevenção, eliminá-lo.

Ora, essa determinação das fontes teve só em conta factores de origem organizacional, estrutural e do próprio processo, visto serem aqueles que potencialmente serão os maiores desencadeadores desse factor de risco. Não foram considerados, por falta de meios, de dados e pela limitação de tempo do próprio estudo, outros factores que poderão também desencadear perdas auditivas, como por exemplo a exposição a vibrações, a ambientes térmicos ou a exposição a substâncias químicas, sendo esta última aquela, pela natureza da própria actividade, aquela que deverá numa próxima fase ser alvo de um estudo integrado.

A associação entre a exposição ocupacional a produtos químicos e alterações auditivas ainda é pouco estudada. É frequente a presença de ruído em ambientes de trabalho onde ocorre exposição a produtos químicos. Por isso as alterações auditivas encontradas são, na maioria das vezes, atribuídas ao ruído, sem maiores cuidados na investigação de outros factores. Além disso, o teste auditivo usado em programas de conservação auditiva, a audiometria tonal, não permite a determinação da etiologia de uma alteração auditiva.

A configuração audiométrica de casos de ototoxicidade e de casos de PAIR pode ser idêntica. Ambos se caracterizam por aumento dos limiares em frequências agudas.

As Estações de Tratamento de Águas, pelas características inerentes ao seu processo, têm diversos tipos de tratamentos químicos que podem, em conjugação com os níveis de ruído analisados, ser elementos causadores de danos na audição. No caso das substâncias ototóxicas, por exemplo, a informação existente actualmente sobre este tema, indicia que, os trabalhadores expostos a estas substâncias e a níveis de ruído elevados correm mais riscos de vir a ter problemas de audição, do que os trabalhadores expostos ao ruído ou a estas substâncias separadamente.

A outro nível foi evidenciado a dificuldade sentida pelos colaboradores na caracterização dos tempos de permanência nos locais ruidosos, dado que, muitos referem da variabilidade de uma jornada de trabalho.



## 12. BIBLIOGRAFIA

- Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho. 2005. Noise in figures.2005
- Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho. 2005. Prevention of risk from occupational noise in practice.2005
- Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho. 2005. Reduce the risks from occupational noise.2005
- Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho. 2008. Locais de Trabalho Seguros e Saudáveis.2008
- Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho. 2009. Combined Exposure to Noise and Ototoxic Substances.2009
- Alves, C. (2005). Tratamento de Águas de Abastecimento. Publindustria.
- Arezes, P. (2002). Percepção do risco de exposição ocupacional ao ruído. Tese de Doutoramento, Escola de Engenharia da Universidade do Minho, Guimarães;
- Arezes, P. e Miguel, A. (2002), A exposição ocupacional ao ruído em Portugal;
- Associação Portuguesa de Audiologistas. 2010. O Ruído, 2010.
- Autoridade para as Condições de Trabalho. 2003. Segurança, Saúde e Condições de trabalho, 1996.
- Branco, J. (2004), Requisitos Acústicos em Edifícios, Pedamb, Engenharia Ambiental, Lda.;
- Bruel & Kjaer (2000) Environmental Noise, Brüel&Kjaer Sound & Vibration Measurements A/S, Denmark;
- Bruel & Kjaer (1984) Mesuring Sound, Denmark;
- Cabral P. (2004), Erros e Incertezas nas Medições, IEP – Instituto Electrotécnico Português;
- Costa, Helena Sofia Sousa, 2009. Exposição ao Ruído Ocupacional e sua Repercussão na Saúde dos Trabalhadores da Empresa CMP – Maceira. Dissertação de Mestrado, 2009
- Decreto-Lei nº 182/06, de 06 de Setembro (2006) Ruído Ocupacional, Diário da República;
- Fundação Europeia para a Melhoria das Condições de Vida e de Trabalho. 2005. Condições de Trabalho na União Europeia: Organização do Trabalho, 2005.
- Gaspar Dias. 2002. O Ruído nos Locais e Postos de Trabalho. Universidade Aberta, 2002
- Health and Safety Executive. 2002. Sound Solutions for the food and drink industries – Reducing the noise in food and drink manufacturing. 2002
- Macedo, Ricardo. 2006. Manual de Higiene do Trabalho – 3ª Edição. Fundação Calouste Gulbenkian, 2006
- Mateus, Mário. 2008. Ruído Industrial, 2008.
- Marques J. (2006). Hidráulica Urbana. Sistemas de Abastecimento de Água e de Drenagem de Águas Residuais. Imprensa da Univ. de Coimbra
- Miguel, A. S. (2010). Manual de Higiene e Segurança no Trabalho. 11ª Edição. Porto Editora.

- OHSAS 18001: 2007 – Occupational Health and Safety Assessment Series
- Organização Internacional do Trabalho. 2009. World Day for Safety and Health at Work, 2009
- Pereira, Anabela Sofia de Almeida Barbosa. 2009. Avaliação da Exposição dos Trabalhadores ao Ruído (Análise de Casos)
- Pinto, Bruno Moniz Silva Bettencourt. 2008. Processos e Métodos de Monitorização de Ruído Ocupacional – Um Guia de boas práticas. Dissertação de Mestrado. 2008.
- Santos, L. (2006), Ruído (sem publicação);
- Silva, Jacqueline Castelo Branco. 2009. Estudo Integrado de Variáveis Ocupacionais da Indústria Extractiva. Dissertação de Mestrado. 2009
- Soares, L. (---), Características Gerais do Som, apresentação da Bruel & Kjaer;
- Soares, L. (---), Análise em Frequência, apresentação da Bruel & Kjaer;
- Sousa, Jerónimo, e tal. 2005. Acidentes de Trabalho e Doenças Profissionais em Portugal. Centro de Reabilitação Profissional de Gaia, 2005
- Zefrino, Susana Santos, 2006. O impacto da aplicação da nova legislação sobre ruído. Revista Segurança nº 171, 2006

## **ANEXOS**

ANEXO 1 – AVALIAÇÃO MÉDICA DOS AUDIOGRAMAS

ANEXO 2 – CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO EQUIPAMENTO

ANEXO 3 – SONOMETRIAS E.T.A. DA ALEGRIA

ANEXO 4 – CÁLCULOS E.T.A. DA ALEGRIA

ANEXO 5 – SONOMETRIAS E.T.A. DO COVÃO

ANEXO 6 – CÁLCULOS E.T.A. DO COVÃO

ANEXO 7 – SONOMETRIAS E.T.A. DE MACHICO

ANEXO 8 – CÁLCULOS E.T.A. DE MACHICO

ANEXO 9 – SONOMETRIAS E.T.A. DA RIBEIRA BRAVA

ANEXO 10 – CÁLCULOS E.T.A. DA RIBEIRA BRAVA

ANEXO 11 – SONOMETRIAS E.T.A. DE SANTA QUITÉRIA

ANEXO 12 – CÁLCULOS E.T.A. DE SANTA QUITÉRIA