



MESTRADO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA E HIGIENE OCUPACIONAIS

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

MONITORIZAÇÃO DE RUÍDO EM AUTOCARROS URBANOS

Luciana de Oliveira Pedrosa

Orientador: Professora Doutor Maria Luísa Pontes da Silva Ferreira de Matos.....(FEUP)
Coorientador: Professor Doutor Paulo Roberto da Costa.....(U. F. Santa Maria)
Arguente: Professor Doutor Paula Machado de Sousa Carneiro(U. Minho)
Presidente do Júri: Professor Doutor João Manuel Abreu dos Santos Baptista.....(FEUP)

2016



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

AGRADECIMENTOS

A concretização desta dissertação só foi possível com o apoio incondicional de algumas pessoas que merecem ser referidas no espaço dedicado aos agradecimentos.

Em primeiro lugar, ao curso do Mestrado em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, pela disponibilidade de meios que proporcionaram a realização deste trabalho.

À minha orientadora, Professora Maria Luísa Matos, pela orientação sempre presente, disponibilidade e dedicação no decorrer de todo o trabalho, mas também pelo incentivo e capacidade de me conseguir serenar, nos momentos mais inquietantes.

Ao meu coorientador, Professor Paulo Roberto da Costa, pela disponibilidade e apoio na recolha de dados.

Ao diretor do MESHO, Professor João Santos Baptista, pela disponibilidade que sempre demonstrou e pela pertinência das suas sugestões.

Ao Professor Joaquim Góis, pela disponibilidade que sempre demonstrou e apoio no tratamento estatístico dos dados.

À empresa que permitiu a realização deste estudo e a todos os seus colaboradores que com a sua receptividade facilitaram o longo período de amostragem.

À minha família, e amigos por me apoiarem sempre em tudo o que faço e por tornarem possível a concretização de mais uma etapa.

RESUMO

Tendo em conta a crescente de exposição ao ruído, o aumento de fontes de ruído, e consequentemente o aumento dos seus níveis de intensidade torna-se imprescindível o conhecimento dos contextos de exposição e medidas de controlo efetivo. O ruído no local de trabalho é um problema global que afeta os trabalhadores de um vasto conjunto de setores de atividade, entre os quais se encontram os Motoristas de autocarros urbanos.

Pretende-se com este trabalho de investigação efetuar a avaliação da exposição ocupacional ao ruído dos motoristas de autocarros urbanos, tendo em conta diferentes tipos de percursos e de autocarros com diferentes capacidades de lotação. Como objetivo específico pretende-se fazer a verificação da conformidade legal destes postos de trabalho, tentar detetar padrões de ruído em função dos percursos e tipos de pavimento e propor medidas preventivas e/ou corretivas potenciadoras da melhoria das condições de trabalho dos motoristas profissionais.

O estudo desenvolveu-se numa empresa de transportes públicos de passageiros Portuguesa. A população alvo foi composta 12 motoristas (10 homens e 2 mulheres), tendo sido monitorizados quatro percursos distintos e quatro tipos de autocarros: *Mini Bus*, de 2 Pisos, Articulado e *Standard*. Os dispositivos utilizados para monitorização de ruído foi o Sonómetro 01dB Blue Solo da 01dB Metravib e com o calibrador de Marca Rion NC-74. Para a concretização da monitorização de ruído definida, cada motorista foi monitorizado em 2 percursos e em quatro tipos de autocarros. Como estratégia de medição optou-se pela medição baseada em dois ciclos completos do mesmo percurso, em que o nível de pressão sonora contínuo equivalente (L_{Aeq}) era medido em contínuo com períodos de observação com uma duração média, em cada percurso, de aproximadamente 2h 30min.

Face aos parâmetros de referência recolhidos, verifica-se que para cada tipo de autocarro se encontraram níveis médios de L_{Aeq} diferente em cada percurso. Sendo o L_{Aeq} (dB(A)) mais elevado no percurso A, com o autocarro *Mini Bus* e o mais baixo no percurso C com o autocarro do tipo Articulado. Os percursos monitorizados apresentavam características de pavimento bastante distintas, variando entre asfalto, empedrado e piso misto, verificando-se a presença de empedrado, em maior percentagem nos percursos A e B.

Analisando comparativamente a caracterização do pavimento com as médias de L_{Aeq} (dB(A)) recolhidas, para o mesmo tipo de autocarro, em percursos diferentes, verificamos que os percursos com uma maior incidência de piso empedrado, apresentam valores médios de L_{Aeq} superiores. No entanto, o percurso A que tem maior percentagem de piso empedrado em relação ao B não é o que apresenta o valor mais elevado. Observando comparativamente o percurso C com o D, e sabendo que o percurso D apresenta maior percentagem de piso empedrado, os níveis sonoros médios de L_{Aeq} para os tipos de autocarro 2 Pisos, Articulado e *Standard* são respetivamente, 71,4 dB(A), 71,2 dB(A) e 71,7 dB(A). Por tudo isto, podemos afirmar que as características do percurso e tipo de pavimento, influênciam o nível de ruído monitorizado. Analisando os valores de $L_{Ex,8h}$, observamos que os valores obtidos quando afetados pelo valor da incerteza não ultrapassam em nenhuma situação o valor de ação inferior. O valor mais baixo foi registado no percurso C, com o autocarro Articulado e o mais alto no percurso B, com o autocarro *Mini Bus*.

Os dados obtidos foram objeto de tratamento estatístico tendo-se recorrido à Análise em Componentes Principais, teste de Kolmogorov-Smirnov e Análise de Variância que permitiram concluir que o L_{Aeq} varia em função do tipo de autocarro e de percurso, não existindo evidências claras sobre a influência do fator humano (motorista) nos níveis de ruído observados.

Palavras-chave: Ruído ocupacional, autocarros urbanos, condutor.

ABSTRACT

Having regard to noise exposure increased, the increase of noise sources, and consequently increasing their intensity levels becomes imperative to know the exposure settings and effective control measures. The noise in the workplace is a global problem that affects workers in a wide range of sectors of activity, among which are the city bus drivers.

The aim of this research work carry out the evaluation of occupational exposure to noise of the city bus drivers, taking into account different types of routes and buses with different stocking capabilities. Having also as a specific objective to make the verification of legal compliance of city bus drivers jobs, try to detect noise standards in terms of routes and types of urban transport fleet pavement and propose preventive measures and/or potentiate the improvement corrective working conditions of professional drivers.

The study developed in a Portuguese public transport company passengers. The target population comprised 12 drivers (10 men and 2 women) and were monitored four different routes and four types of bus: Mini Bus, 2 floors, Articulated and Standard. The devices used for noise monitoring was 01dB Sound level meter Blue Solo Metravib of 01dB and the Calibrator Rion NC-74.

To achieve the set noise monitoring, each driver was monitored for 2 courses and four types of buses. As measurement strategy was chosen for measurement based on two complete cycles of the same route, where the level equivalent continuous sound pressure level (L_{Aeq}) was measured continuously with observation periods with an average duration on each route, approximately 2 hours 30min.

Given the collected reference parameters, it is found that for each type of bus found to average levels of different equivalent continuous sound level in each route. It is the L_{Aeq} (dB (A)) higher in route A with the Mini Bus and the lowest in the path C with the bus type Articulated. The monitored pathways had quite different pavement characteristics, ranging from asphalt paved floor and mixed, although mainly characterized by the presence of asphalt, verifying the presence of gravelly floor in largest proportion in the routes A and B.

Comparatively analyzing the characterization of pavement with the average L_{Aeq} (dB (A)) collected for the same type of bus in different paths, we find that the routes with a higher incidence of gravelly floor, have a mean equivalent continuous sound level higher. However, the path A which has the highest percentage of gravelly floor with respect to B is not the one with the highest value. On the other hand, observing the route C compared with D and knowing that the route D has a higher percentage of paved floor, average noise levels of L_{Aeq} for the types of bus 2 floors, Articulate and Standard are respectively 71,4 dB (A), 71,2 dB (A) and 71,7 dB (A). For all this, we can say that the route characteristics, type of flooring, influence the level of monitored noise.

Analyzing $L_{Ex,8h}$ values, we observed that the values obtained when affected by the uncertainty value does not exceed under any circumstances the lower action value. The lowest value was recorded in the C route with bus Articulate and the highest in route B, with bus Mini Bus.

The data were statistical treatment object with recourse to the analysis in principal components, Kolmogorov-Smirnov and variance analysis. It was concluded that the L_{Aeq} varies depending on the type of bus and route, with no clear evidence of the influence of the human factor (driver) in the observed noise levels.

Keywords: Occupational noise, urban bus, driver.

ÍNDICE

PARTE 1	1
1. INTRODUÇÃO	3
2 ESTADO DA ARTE.....	5
2.1 Enquadramento técnico e apresentação da empresa	5
2.2 Enquadramento Legal e Normativo	6
2.3 Conhecimento Científico.....	7
2.3.1 Ruído	8
2.3.2 Anatomia do ouvido	11
2.3.3 Causas de ruído num autocarro	12
2.3.4 Metodologias aplicadas à avaliação da exposição ao ruído	13
2.3.5 Principais efeitos da exposição ao ruído.....	16
2.3.6 Medidas de prevenção e controlo do ruído.....	16
3 OBJETIVOS, MATERIAIS E MÉTODOS	19
3.1 Objetivos da Dissertação	19
3.2 Materiais e Métodos	19
3.2.1 Equipamentos de medição utilizados	19
3.2.2 Metodologia usada na recolha de dados	20
3.2.3 Metodologia para análise dos dados	30
PARTE 2	33
4 RESULTADOS.....	35
4.1 Dados monitorizados.....	35
4.2 Tratamento dos dados.....	39
4.3 Avaliação da exposição pessoal diária ao ruído.....	43
4.4 Análise dos dados para deteção de padrões	46
4.5 Análise estatística dos dados	65
4.5.1 Realização de histogramas e estatísticos básicos	66
4.5.2 Análise em Componentes Principais (ACP).....	66
4.5.3 Teste de ajustamento de Kolmogorov-Smirnov	67
4.5.4 Análise de Variância (ANOVA).....	67
5 DISCUSSÃO.....	69
5.1 Dados monitorizados.....	69
5.2 Tratamento dos dados.....	70
5.3 Avaliação da exposição pessoal diária ao ruído.....	71
5.4 Análise dos dados para deteção de padrões	72
5.5 Análise estatística dos dados	73

5.5.1	Resultados obtidos com a realização de histogramas e estatísticos básicos.....	73
5.5.1	Análise em Componentes Principais (ACP).	77
5.5.2	Teste de ajustamento de Kolmogorov-Smirnov (KS).....	80
5.5.3	Teste de ANOVA	81
6	CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS.....	85
6.1	Conclusões	85
6.2	Perspetivas Futuras	87
7	BIBLIOGRAFIA	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama de fluxo de artigos incluídos na revisão.	8
Figura 2 - Problemas identificados no ambiente de trabalho.	9
Figura 3 - Escala de níveis de pressão sonora.	10
Figura 4 – Bandas de oitavas.	11
Figura 5 - Anatomia do ouvido.	11
Figura 6 - Sonómetro 01dB Blue Solo.	19
Figura 7 - Calibrador NC-74.	20
Figura 8 - Percurso A - Ida.	22
Figura 9 - Percurso A - Volta.	22
Figura 10 - Percurso B - Ida.	22
Figura 11 - Percurso B - Volta.	22
Figura 12 - Percurso C - Ida.	22
Figura 13 - Percurso C - Volta.	22
Figura 14 - Percurso D - Ida.	23
Figura 15 - Percurso D – Volta.	23
Figura 16 - Imagem do autocarro – <i>Mini Bus</i>	27
Figura 17 - Imagem do autocarro – 2 Pisos.	27
Figura 18 - Imagem do autocarro – Articulado.	27
Figura 19 - Imagem do autocarro – Standard.	27
Figura 20 – Exemplo do posicionamento do sonometro.	28
Figura 21 - Gráfico de monitorização da amostra EA1.	35
Figura 22 - Gráfico da monitorização da amostra KB1.	35
Figura 23 - Gráfico da monitorização da amostra JC2.	36
Figura 24 - Gráfico da monitorização da amostra JC3.	36
Figura 25 - Gráfico da monitorização da amostra JC4.	36
Figura 26 - Gráfico da monitorização da amostra AD2.	37
Figura 27 - Gráfico da monitorização da amostra FD3.	37
Figura 28 - Gráfico da monitorização da amostra AD4.	38
Figura 29 - Gráfico da análise por tarefas da monitorização EA1.	40
Figura 30 - Gráfico da análise por tarefas da monitorização KB1.	40
Figura 31 - Gráfico da análise por tarefas da monitorização JC2.	40
Figura 32 - Gráfico da análise por tarefas da monitorização JC3.	41
Figura 33 - Gráfico da análise por tarefas da monitorização JC4.	41
Figura 34 - Gráfico da análise por tarefas da monitorização AD2.	41
Figura 35 - Gráfico da análise por tarefas da monitorização FD3.	42
Figura 36 - Gráfico da análise por tarefas da monitorização AD4.	42
Figura 37 - Gráfico com análise do espectro da monitorização AA11.	47
Figura 38 - Gráfico com análise do espectro da monitorização AA12.	47
Figura 39 - Gráfico com análise do espectro da monitorização AA13.	47
Figura 40 - Gráfico com análise do espectro da monitorização AA14.	47

Figura 41 - Gráfico com análise do espectro da monitorização JB11.	48
Figura 42 - Gráfico com análise do espectro da monitorização JB12.	48
Figura 43 - Gráfico com análise do espectro da monitorização JB13.	48
Figura 44 - Gráfico com análise do espectro da monitorização JB14.	49
Figura 45 - Gráfico com análise do espectro da monitorização KC21.	49
Figura 46 - Gráfico com análise do espectro da monitorização KC22.	49
Figura 47 - Gráfico com análise do espectro da monitorização KC23.	50
Figura 48 - Gráfico com análise do espectro da monitorização KC24.	50
Figura 49 - Gráfico com análise do espectro da monitorização KC31.	50
Figura 50 - Gráfico com análise do espectro da monitorização KC32.	50
Figura 51 - Gráfico com análise do espectro da monitorização KC33.	51
Figura 52 - Gráfico com análise do espectro da monitorização KC34.	51
Figura 53 - Gráfico com análise do espectro da monitorização KC41.	51
Figura 54 - Gráfico com análise do espectro da monitorização KC42.	52
Figura 55 - Gráfico com análise do espectro da monitorização KC43.	52
Figura 56 - Gráfico com análise do espectro da monitorização KC44.	52
Figura 57 - Gráfico com análise do espectro da monitorização ED21.	52
Figura 58 - Gráfico com análise do espectro da monitorização ED22.	53
Figura 59 - Gráfico com análise do espectro da monitorização ED23.	53
Figura 60 - Gráfico com análise do espectro da monitorização ED24.	53
Figura 61 - Gráfico com análise do espectro da monitorização ED31.	53
Figura 62 - Gráfico com análise do espectro da monitorização ED32.	54
Figura 63 - Gráfico com análise do espectro da monitorização ED33.	54
Figura 64 - Gráfico com análise do espectro da monitorização ED34.	54
Figura 65 - Gráfico com análise do espectro da monitorização ED41.	55
Figura 66 - Gráfico com análise do espectro da monitorização ED42.	55
Figura 67 - Gráfico com análise do espectro da monitorização ED43.	55
Figura 68 - Gráfico com análise do espectro da monitorização ED44.	55
Figura 69 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização AA11.	56
Figura 70 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização AA12.	56
Figura 71 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização AA13.	57
Figura 72 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização AA14.	57
Figura 73 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização JB11.	57
Figura 74 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização JB12.	57
Figura 75 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização JB13.	58
Figura 76 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização JB14.	58
Figura 77 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização KC21.	58
Figura 78 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização KC22.	59
Figura 79 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização KC23.	59
Figura 80 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização KC24.	59
Figura 81 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização KC31.	59

Figura 82 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização KC32.	60
Figura 83 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização KC33.	60
Figura 84 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização KC34.	60
Figura 85 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização KC41.	60
Figura 86 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização KC42.	61
Figura 87 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização KC43.	61
Figura 88 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização KC44.	61
Figura 89 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização ED21.	62
Figura 90 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização ED22.	62
Figura 91 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização ED23.	62
Figura 92 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização ED24.	62
Figura 93 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização ED31.	63
Figura 94 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização ED32.	63
Figura 95 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização ED33.	63
Figura 96 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização ED34.	63
Figura 97 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização ED41.	64
Figura 98 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização ED42.	64
Figura 99 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização ED43.	64
Figura 100 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização ED44. ...	65
Figura 101 – Gráfico da distribuição de amplitude da monitorização CD2.....	73
Figura 102 – Gráfico da distribuição de amplitude da monitorização KC3.....	73
Figura 103 – Gráfico da distribuição de amplitude da monitorização AA1.	74
Figura 104 – Gráfico da distribuição de amplitude da monitorização DD4.	74
Figura 105 - Histogramas de frequências relativas resultantes da monitorização AA11.....	74
Figura 106 - Histogramas de frequências relativas resultantes da monitorização AA12.....	74
Figura 107 - Histogramas de frequências relativas resultantes da monitorização AA13.....	75
Figura 108 - Histogramas de frequências relativas resultantes da monitorização AA14.....	75
Figura 109 - Histogramas de frequências relativas resultantes da monitorização DD41.....	75
Figura 110 - Histogramas de frequências relativas resultantes da monitorização DD42.....	76
Figura 111 - Histogramas de frequências relativas resultantes da monitorização DD43.....	76
Figura 112 - Histogramas de frequência relativas resultantes da monitorização DD44.	76
Figura 113 – Projecção das variáveis no primeiro plano fatorial (F1, F2).	79
Figura 114 – Projecção das variáveis no segundo plano fatorial (F1, F3).....	79
Figura 115 – Exemplo de aplicação do Teste KS á amostra BD21, que não segue a distribuição normal com $\alpha= 0,05$	80
Figura 116 – Aplicação do Teste KS á amostra DD43 que não segue uma distribuição normal. 81	
Figura 117 – Aplicação do Teste KS á amostra BD24 com evidência de distribuição normal. ..	81

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - CAE da atividade da empresa em estudo.....	5
Tabela 2 - Valores limite de exposição e valores de ação.....	6
Tabela 3 - Medidas de eliminação ou redução de exposição ao ruído.....	6
Tabela 4 - Metodologia de recolha de dados e parâmetros medidos.....	14
Tabela 5 - Compilação dos resultados apresentados pelos autores analisados.....	15
Tabela 6 - Compilação dos resultados apresentados por (Silva & Correia, 2010).....	15
Tabela 7 - Tempos médios dos percursos.....	21
Tabela 8 - Caraterização do tipo de pavimento por Percurso.....	21
Tabela 9 - Caraterização do tipo de pavimento por Viagem.....	21
Tabela 10 - Características dos Motoristas envolvidos no estudo (A a F).....	23
Tabela 11 – Características dos Motoristas envolvidos no estudo (G a L).....	24
Tabela 12 – Patologias apresentadas pelos Motoristas envolvidos no estudo (A a F).....	26
Tabela 13 – Patologias apresentadas pelos Motoristas envolvidos no estudo (G a L).....	26
Tabela 14 - Caraterísticas gerais dos autocarros em estudo.....	27
Tabela 15 - Caraterísticas específicas dos autocarros em estudo.....	27
Tabela 16 - Resumo da monitorização de ruído em autocarros.....	28
Tabela 17 - Caraterização da monitorização do ruído no percurso A, B e C.....	29
Tabela 18 - Caraterização da monitorização do ruído no percurso D.....	30
Tabela 19 – Código atribuído aos dados originais.....	30
Tabela 20 - Resumo dos dados “em bruto” da monitorização de ruído nos percursos C e D.....	38
Tabela 21 - Resumo dos dados “em bruto” da monitorização de ruído nos percursos A e B.....	39
Tabela 22 - Resumo dos dados níveis sonoros contínuos equivalentes (L_{Aeq}) por tarefa, nos percursos A e B.....	42
Tabela 23 - Resumo dos dados níveis sonoros contínuos equivalentes (L_{Aeq}) por tarefa, nos percursos C e D.....	43
Tabela 24 - Folha de cálculo utilizada para inserção de tarefas associada à medição para JC2.....	44
Tabela 25 - Folha de cálculo da incerteza associada à medição de $L_{EX,8h}$, para JC2.....	45
Tabela 26 – Valores de $L_{EX,8h}$ associados a cada monitorização e respetiva incerteza, nos percursos A, B e C.....	45
Tabela 27 – Valores de $L_{EX,8h}$ associados a cada monitorização e respetiva incerteza, no percurso D.....	46
Tabela 28 –Valores de L_{eq} por ocorrências durante as viagens.....	56
Tabela 29 – Valores de L_{eq} por fenómenos durante os primeiros 15min de viagem.....	65
Tabela 30– Excerto dos dados recolhidos nas campanhas de amostragem de ruído e respetiva codificação (15 min).....	65
Tabela 31 – Valores médios de L_{Aeq}	69
Tabela 32 – Valores médios de L_{Aeq} por tarefa e percurso.....	70
Tabela 33 - Valores médios de L_{Aeq} por tarefa e autocarro.....	71
Tabela 34 - Valores médios de $L_{EX,8h}$	71
Tabela 35 – Excerto dos dados iniciais e cálculo dos respetivos indicadores estatísticos.....	77
Tabela 36 – Valores próprios associados aos eixos fatoriais.....	77

Tabela 37 – Coordenadas das variáveis nos eixos fatoriais.....	78
Tabela 38 – Nível de significância <i>versus</i> desvio crítico.....	80
Tabela 39 – Níveis sonoros médios por motorista nos diferentes autocarros.....	82
Tabela 40 – Sumário do tratamento dos dados resultantes da aplicação do Teste de ANOVA. ..	82
Tabela 41 – Resultados obtidos pela aplicação do Teste de ANOVA.....	82
Tabela 42 – Níveis sonoros médios por autocarro para os diferentes motoristas.....	83
Tabela 43 – Sumário do tratamento dos dados resultantes da aplicação do Teste de ANOVA. ..	83
Tabela 44 – Resultados obtidos pela aplicação do Teste de ANOVA.....	83

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo I – Folhas de Campo

Anexo II – Projeção das Monitorizações das Amostras “em bruto”

Anexo III– Projeção das Monitorizações das Amostras após identificação das Tarefas

Anexo IV – Cálculo de Incertezas

Anexo V – Gráficos da análise de espectro da totalidade das monitorizações

Anexo VI - Gráficos da análise dos primeiros 15 minutos do espectro da totalidade das monitorizações

Anexo IVII – Histogramas da distribuição de amplitude para a totalidade das monitorizações

Anexo VIII – Histogramas de frequência relativa por viagem

Anexo IX– Aplicação do teste KS à totalidade dos dados tratados.

SIGLAS/ABREVIATURAS

CAE - Classificação das Atividades Económicas

DL - Decreto-Lei;

HST – Higiene, Segurança no Trabalho

Hz - Hertz, unidade de frequência.

Inc. - Incerteza

ISO - International Organization for Standardization

ISQ – Instituto de Soldadura e Qualidade

L - Lei;

L_A - nível de pressão sonora, ponderado A;

L_{Aeq} - Nível de pressão sonora contínuo equivalente, ponderado A;

L_{eq} - sigla definida no sonómetro e respetivo software que em valor absoluto é igual ao $L_{A,eq}$;

$L_{Aeq,Te}$ - nível de pressão sonora contínuo equivalente, ponderado A, para a duração efetiva do dia de trabalho;

$L_{Aeq,Tn}$ - nível de pressão sonora contínuo equivalente, ponderado A, da amostra n do posto de trabalho;

$L_{EX,8h}$ - nível de exposição ao ruído, ponderado A, normalizado para um valor de exposição diária de 8h de trabalho;

L_{Cpico} - nível de pressão sonora de pico, ponderado C;

Min - minutos

NP - Norma Portuguesa

SD – Desvio padrão (standard deviation)

SHST - Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho;

S/ Inc. – Sem Incerteza

T_e - representa a duração efetiva da exposição durante um dia de trabalho, expressa em horas;

T_0 - duração de referência, $T_0 = 8h$;

U - incerteza expandida;

VAS - Valores de Ação Superiores;

VAI - Valores de Ação Inferiores;

VLE - Valores Limites de exposição;

α – valor de alfa

GLOSSÁRIO

Posto de Trabalho

Atividade profissional geral que é realizada por um trabalhador, composto por todas as tarefas desempenhadas pelo trabalhador durante todo o dia de trabalho¹.

Tarefa

Parte distinta da atividade profissional do trabalhador¹.

¹ NP EN ISO 9612:2011

PARTE 1

1. INTRODUÇÃO

Os motoristas de transportes rodoviário encontram-se habitualmente expostos a diversos perigos e não nos referimos apenas aos perigos da estrada, mas a uma ampla gama de outras questões associadas tanto à condução, como a tarefas não relacionadas com a condução, representando perigos em SSO (Segurança e Saúde Ocupacional). Estes incluem: carga e descarga de autocarros, escorregões, tropeções e quedas ao entrar e sair da cabine, design e manutenção dos autocarros, lesões musculoesqueléticas e distúrbios relacionados com a exposição a vibrações, temperatura nas cabines (quentes e frias), ruído, stresse, horas de trabalho, trabalho por turnos e fadiga, violência por parte dos passageiros, estilo de vida pouco saudável - por exemplo, falta de exercício, maus hábitos alimentares (EU-OSHA, 2011).

São vários os estudos em que a (EU-OSHA, 2011) identifica o ruído como um dos maiores problemas de segurança e saúde ocupacional.

O ruído constitui causa de incómodo e obstáculo às comunicações verbais, podendo provocar fadiga geral e em casos extremos trauma auditivo e alterações fisiológicas extra-auditivas (Miguel, 2014).

Tendo em conta a crescente de exposição ao ruído, o aumento de fontes de ruído, e consequentemente o aumento dos seus níveis de intensidade torna-se imprescindível o conhecimento dos contextos de exposição e medidas de controlo efetivo (Freitas, et al., 2013).

Pretende-se com este trabalho de investigação efetuar a avaliação da exposição ocupacional ao ruído dos motoristas de autocarros urbanos, tendo em conta diferentes tipos de percursos e de autocarros com diferentes capacidades de lotação.

Dada a importância do tema em matéria de Segurança e Saúde no Trabalho, o estudo desenvolvido pretende dar respostas às seguintes hipóteses de investigação:

1. A ultrapassagem de valores de ação ou valores limite de exposição ao ruído estão relacionados com o tipo de percurso, com o tipo de autocarro, ou com a lotação dos mesmos?
2. Será possível identificar padrões em percursos de transporte de passageiros, em função do tipo de pavimento?
3. Em que medida o conhecimento e caracterização do ruído poderão ser utilizados como ferramentas na gestão de pavimentos urbanos?
4. Qual o contributo deste estudo para a melhoria da segurança e saúde dos motoristas profissionais e de que forma o pode fazer?

Em termos estruturais, a dissertação encontra-se organizada em diferentes capítulos.

O capítulo 1 é referente à introdução do trabalho, onde se faz um breve enquadramento do tema e uma contextualização do trabalho desenvolvido.

O capítulo 2 apresenta o estado da arte do tema, que compila a contextualização do estudo, a revisão sistemática da literatura que foi realizada e o enquadramento legal e normativo aplicável à exposição ao agente físico ruído.

No capítulo 3 definem-se os objetivos subjacentes à realização do estudo, assim como se apresentam os materiais necessários e os métodos escolhidos para recolha e avaliação de dados.

O capítulo 4 resume os principais resultados obtidos e a avaliação da exposição pessoal dos motoristas ao ruído. Os restantes resultados ou dados recolhidos que foram imprescindíveis para a concretização numérica e estatística de resultados foram remetidos para anexo.

O capítulo 5 que reúne a discussão e interpretação dos dados obtidos.

Por fim, o capítulo 6 é dedicado às conclusões e perspetivas futuras. Nesta seção resumem-se os principais resultados obtidos e as conclusões mais relevantes e referem-se ainda algumas linhas de orientação para trabalho futuro. A segunda parte deste capítulo justifica-se por limitações

decorrentes do estudo ou mesmo limitações temporais, mas que poderão servir de base para propostas de melhoria num trabalho futuro.

2 ESTADO DA ARTE

2.1 Enquadramento técnico e apresentação da empresa

O presente estudo foi desenvolvido em colaboração com uma empresa de transportes públicos.

Esta apresenta-se como a única empresa de transportes rodoviários de passageiros a nível nacional certificada em simultâneo nos Sistemas de Gestão de Qualidade, Ambiente e Segurança. A certificação em Segurança e Saúde no Trabalho (OSHAS 18001/NP 4397:2007), reflete as práticas assumidas tendo em conta a promoção de boas condições de trabalho para os seus colaboradores e a consequente prestação de um serviço de qualidade.

Este processo de certificação reforçou a estratégia da empresa em termos de responsabilidade social, ficando patente a prioridade de proporcionar as melhores condições de trabalho a todos os colaboradores, para um elevado nível de segurança e saúde.

Pioneira pelo serviço prestado, tem vindo a corresponder constantemente aos desafios de um mercado cada vez mais exigente, implementando modernos processos de gestão orientados para a satisfação do cliente, dando especial ênfase às políticas ambientais e promovendo as boas condições de trabalho para os seus colaboradores.

De acordo com o DL n.º 381/2007, de 14 de novembro, referente à Classificação Portuguesa de Atividades Económicas, Revisão 3 (CAE – Rev. 3), a atividade económica desenvolvida pela empresa de transportes rodoviários de passageiros onde se desenvolveu o trabalho, é classificada no mesmo documento, de acordo com o representado na Tabela 1.

Tabela 1 - CAE da atividade da empresa em estudo.

Secção	Divisão	Grupo	Classe	Subclasse
H	49	493	4931	49310

A empresa onde se desenvolveu o estudo dispõe da maior frota de autocarros urbanos acessíveis em Portugal e disponibiliza aos seus clientes uma sub-rede de linhas com autocarros equipados com rampa e lugar reservado para cadeiras de rodas.

No que diz respeito às variáveis que poderão influenciar os níveis de ruído, foram analisados os parâmetros: tipo de autocarros, percursos (zona urbana ou zona suburbana) e tipos de pavimentos onde os autocarros circulam.

2.2 Enquadramento Legal e Normativo

O diploma normativo que aborda o agente físico (ruído) tratado nesta dissertação é o **Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro** (DL182, 2006) que regula as prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos ao ruído.

Este decreto é aplicável a todas as atividades dos sectores privado e das demais pessoas coletivas de direito público, bem como a trabalhadores por conta própria (*nº 2 do artigo 1º*). Apresenta no *artigo 3º* a definição dos valores limite de exposição e dos valores de ação para a exposição pessoal diária ou semanal de um trabalhador e do nível de pressão sonora de pico, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 - Valores limite de exposição e valores de ação.

Designação	Exposição Pessoal Diária	Nível de Pressão Sonora de Pico
Valor Limite de Exposição	$L_{EX,8h} = 87 \text{ dB(A)}$	$L_{Cpico} = 140 \text{ dB(C)}$
Valor de Ação Superior	$L_{EX,8h} = 85 \text{ dB(A)}$	$L_{Cpico} = 137 \text{ dB(C)}$
Valor de Ação Inferior	$L_{EX,8h} = 80 \text{ dB(A)}$	$L_{Cpico} = 135 \text{ dB(C)}$

Os valores limite de exposição diários não devem, em circunstância alguma, ser ultrapassados, enquanto que a ultrapassagem dos valores de ação implica a tomada de medidas preventivas adequadas à redução do risco para a segurança e saúde dos trabalhadores.

No Anexo I deste documento encontra-se a informação relativa ao modo de proceder para a correta realização da medição de ruído (bem como o cálculo dos valores de ação ou do valor limite de exposição pessoal diária). Verifica-se neste documento de modo implícito a referência à **Norma Portuguesa NP EN ISO 9612:2011 – Acústica: Determinação da exposição ao ruído ocupacional – Método de Engenharia** (NPENISO9612, 2011), quando é feita referência à incerteza da medição, pois esta norma permite fazer o cálculo dessa incerteza, através do ponto nº 13.

Efetuada a avaliação de ruído e tendo em conta os resultados obtidos, um dos deveres do empregador é assegurar a eliminação na fonte ou redução ao mínimo da exposição dos trabalhadores ao ruído como é referido no *artigo 6º*, apresentando-se um resumo de algumas dessas medidas na Tabela 3.

Tabela 3 - Medidas de eliminação ou redução de exposição ao ruído.

Nº	Medidas
1	Rotatividade dos postos de trabalho.
2	Escolha de equipamentos ergonomicamente bem concebidos e que produzam o mínimo de ruído.
3	Conceção, disposição e organização dos locais e postos de trabalho.
4	Informação e formação dos trabalhadores para utilização correta e segura do equipamento.
5	Medidas técnicas: barreiras acústicas, encapsulamento, revestimento com material de absorção sonora, amortecimento e isolamento.
6	Manutenção dos equipamentos de trabalho.
7	Organização do trabalho com limitação da duração e da intensidade de exposição.
8	Horários de trabalho adequados, incluindo períodos de descanso.

2.3 Conhecimento Científico

A pesquisa literária efetuada para o agente físico em estudo foi baseada no PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Statement*).

Os recursos de pesquisa para artigos científicos foram essencialmente a totalidade de Bases de Dados e Revistas Científicas disponíveis para consulta online pela FEUP, tendo sido também incluídos artigos referenciados na bibliografia dos artigos selecionados e analisados.

A pesquisa foi feita através de um conjunto de palavras-chaves pré-definidas, utilizadas em combinações de pares, com recurso ao operador lógico entre palavras-chaves “and”. As palavras-chaves a que se recorreu foram; “*occupational noise*”, “*noise exposure*”, como primeira palavra de pesquisa e “*urban bus*”, “*driver*” como segunda palavra de pesquisa. Estas eram colocadas na zona de pesquisa das Bases de Dados e Revistas Científicas ou na zona de pesquisa avançada sempre que as mesmas permitiam, sendo efetuada a busca por *Título*, *Abstract* e *Keywords* sempre que possível.

De forma a refinar os resultados obtidos na primeira pesquisa, após eliminação dos artigos repetidos era realizada a exclusão dos artigos seguindo uma série de critérios.

Assim para a seleção dos artigos definiram-se os seguintes critérios de exclusão:

- Língua: excluíram-se artigos que não estivessem publicados em inglês;
- Acesso: excluíram-se artigos que não estivessem disponíveis em texto integral;
- Data de publicação: excluíram-se artigos que foram publicados antes de 2010 (assim assegurava-se o que de mais recente se tem desenvolvido nesta área do conhecimento);
- Pertinência do tema: excluíram-se artigos que não abordavam ruído ocupacional em autocarros urbanos e motoristas. Foram ainda excluídos artigos muito específicos de índole médica, de doenças causadas pela exposição ao ruído e que não estivessem diretamente relacionadas com a exposição ocupacional em motoristas de autocarros urbanos.

Por último foram aplicados critérios de elegibilidade em que artigos sem revisão por pares, que não procedem à análise da exposição ao ruído no local de trabalho não eram elegíveis.

Deste modo, os recursos que se revelaram mais produtivos foram, de entre as Bases de Dados, as seguintes: *Academic Search Complete*, *Business Source Complete*, *CiteSeerX*, *MEDLINE (EBSCO)* e *SCOPUS* e de entre as Revistas Científicas, a *AIP Journals*, *BioMed Central Journals*, *Directory of open Access Journals (DOAJ)*, *Informaworld (Taylor and Francis)*, *ScienceDirect (e Journals)* and *Scitation*. Porém a informação relevante para a pesquisa foi encontrada em *Academic Search Complete*, *MEDLINE (EBSCO)*, *SCOPUS* and *Directory of open Access Journals (DOAJ)*.

Tendo em conta a combinação de palavras-chaves as que permitiram mais resultados foram “*occupational noise*” and “*driver*” e “*noise exposure*” and “*driver*”.

Finalizada a pesquisa bibliográfica, contabilizaram-se 2904 artigos como número inicial, dos quais, após retirados os artigos duplicados e da aplicação dos critérios de exclusão e elegibilidade, restaram para ser analisados 10 artigos.

Na Figura 1, apresenta-se o esquema baseado no PRISMA que permite, de uma forma organizada e objetiva, verificar a quantificação da pesquisa bibliográfica descrita anteriormente.

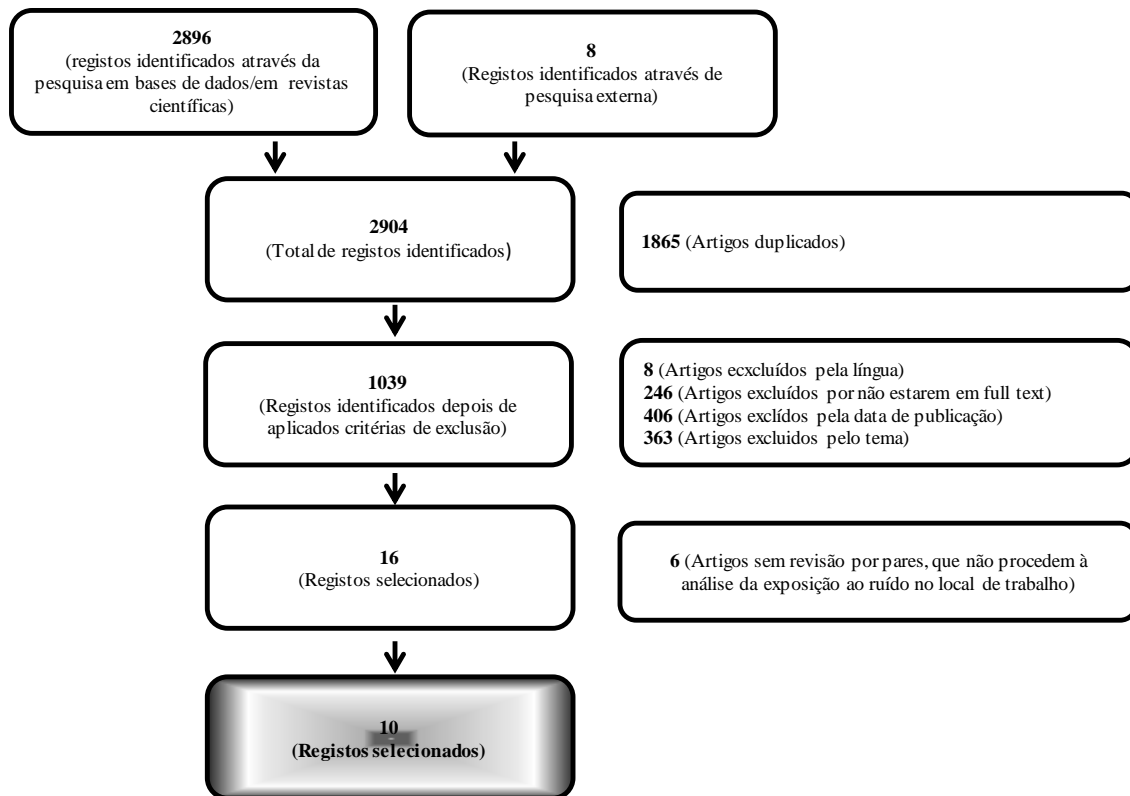


Figura 1 - Diagrama de fluxo de artigos incluídos na revisão.

Os artigos com interesse científico resultantes da pesquisa foram analisados tendo em conta questões que foram consideradas de maior importância para a sua análise como sejam: qualidade e quantidade da amostra tratada, tipo de recolha de dados dos trabalhadores e de dados do posto de trabalho, metodologias aplicadas e parâmetros avaliados, normas utilizadas, tipo de dados apresentados, doenças evidenciadas, entre outros critérios de análise.

2.3.1 Ruído

O ruído é um dos principais agentes físicos a que os trabalhadores estão expostos quer em contexto de trabalho, quer em contexto de lazer.

Do ponto de vista físico, pode definir-se como toda a vibração mecânica estatisticamente aleatória em meio elástico. Do ponto de vista fisiológico, será todo o fenómeno acústico que produz sensação auditiva desagradável ou incomodativa (Miguel, 2014).

Na aplicação de um questionário distribuído a 140 motoristas de autocarros, sobre as perceções dos perigos de segurança e saúde no trabalho, no seu ambiente de trabalho, levou à obtenção dos resultados patentes na Figura 2 (EU-OSHA, 2011).

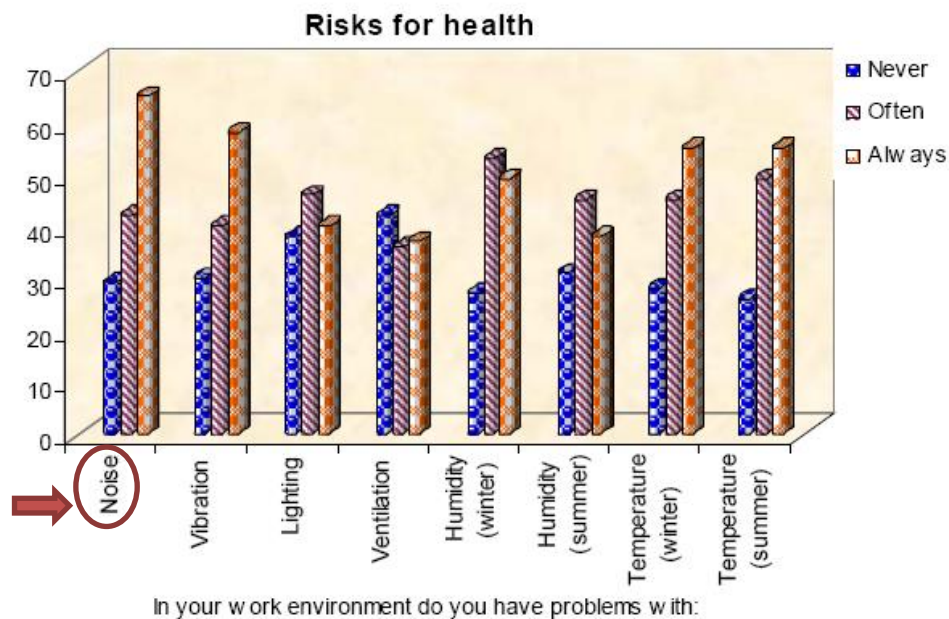


Figura 2 - Problemas identificados no ambiente de trabalho.

Fonte: (EU-OSHA, 2011)

Podemos observar que 70 % dos inquiridos identificou o ruído como um perigo de SST constante no seu ambiente de trabalho.

O ruído para além de representar uma fonte de incómodo para os trabalhadores, constitui a principal causa de perda auditiva relacionada com o trabalho (Freitas, et al., 2013).

As características principais do ruído são o seu nível sonoro e a frequência (se se trata de um som puro) ou espetro (se se trata de um som complexo) (Miguel, 2014).

O nível sonoro resulta de qualquer fonte sonora que emite uma determinada potência acústica, característica e de valor fixo; as vibrações sonoras originadas pela fonte dependem de fatores externos, como a distância, a orientação do recetor, variações de temperatura, tipo de local, etc (Miguel, 2014).

A intensidade das vibrações sonoras ou variações de pressão que lhes estão associadas designa-se por Pressão Sonora e é expressa em newton por metro quadrado ($N \cdot m^{-2}$) ou pascal (Miguel, 2014).

A medida de pressão sonora compreende cerca de 1 milhão de unidades, sendo por este facto representada em escala logarítmica. Além disso, o ouvido humano não tem uma resposta linear em relação aos estímulos, mas sim logarítmica. Por esta razão, a medida dos parâmetros acústicos é feita em escala logarítmica expressa em decibéis (dB).

Por definição, o decibel corresponde ao logaritmo da razão entre o valor de pressão sonora medido e a pressão sonora de referência padronizado e corresponde à mais pequena variação de pressão sonora que o ouvido humano normal pode distinguir em condições normais de audição (Miguel, 2014).

A escala de níveis de pressão sonora, assume as unidades de decibel, dB. Apresenta-se numa vasta gama de pressões sonoras, encontrando-se a escala aceitável compreendida entre 0 dB, considerado o limiar da audição e 140 dB, valor estipulado como o limiar da dor (Freitas, et al., 2013).

Na Figura 3, apresenta-se o usualmente designado termómetro acústico, onde as duas escalas, linear e logarítmica são comparadas, onde se encontram assinaladas algumas situações do quotidiano e os correspondentes níveis de pressão sonora.

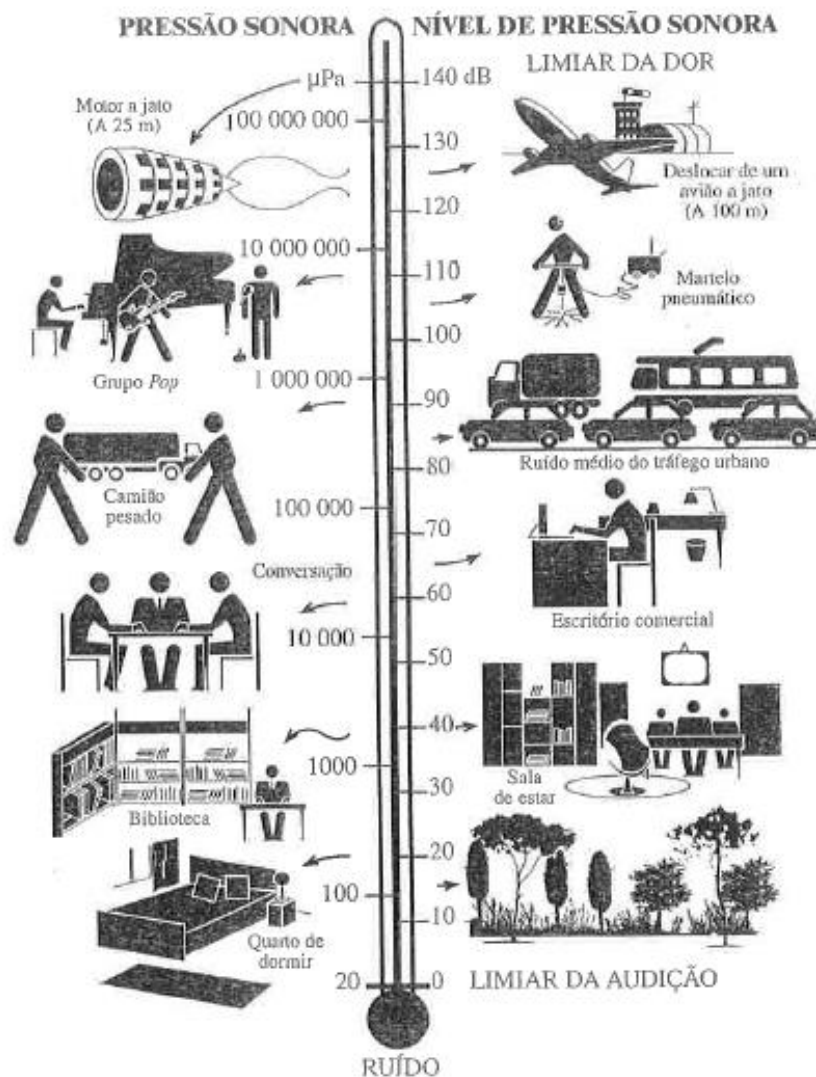


Figura 3 - Escala de níveis de pressão sonora.

Fonte: (Miguel, 2014)

Torna-se perceptível que a escala em decibéis é mais realista, pois o ouvido humano apercebe-se mais da variação percentual do nível sonoro. Considera-se o valor de 1dB, como sendo a variação de pressão sonora mais baixa que o ouvido consegue detetar (Freitas, et al., 2013).

A frequência é definida como o número de variações de pressão da fonte emissora por segundo, expressa em Hertz (Hz). A velocidade de propagação do som num determinado meio é independente da frequência e depende das propriedades físicas do meio (Freitas, et al., 2013).

A escala de frequências é habitualmente dividida em três grupos: os infra-sons (valores abaixo dos 20 Hz), a gama audível (entre 20 e 20.000 Hz) e os ultra-sons (acima de 20.000 Hz). A gama de interesse, ou gama audível, e que é suscetível de causar reação ao nível da audição humana, está dividida em 10 grupos de frequências designados por oitavas. Cada oitava divide-se em 3 grupos, designados por terços de oitava (Miguel, 2014).

Como é impossível na medição do espectro sonoro de uma fonte sonora em toda a gama audível do ouvido humano, medir num espectro contínuo, na prática o que se faz é registar o valor efetivo de pressão sonora em cada banda, dando origem ao espectro de oitavas. Na Figura 4 encontra-se representado um espectro de oitavas onde a frequência central de cada banda é identificada.

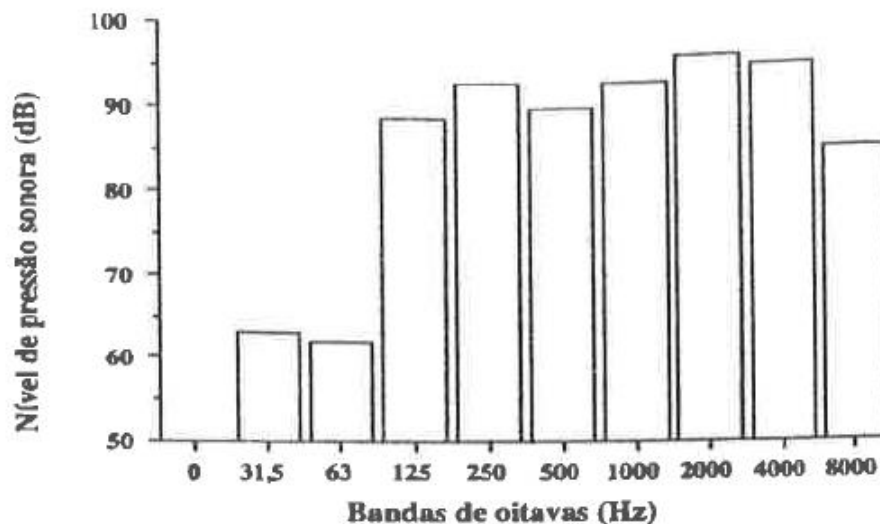


Figura 4 – Bandas de oitavas.

Fonte: (Freitas, et al., 2013)

2.3.2 Anatomia do ouvido

O órgão da audição é composto por três partes: ouvido externo, ouvido médio e ouvido interno, como se encontra representado na Figura 5.

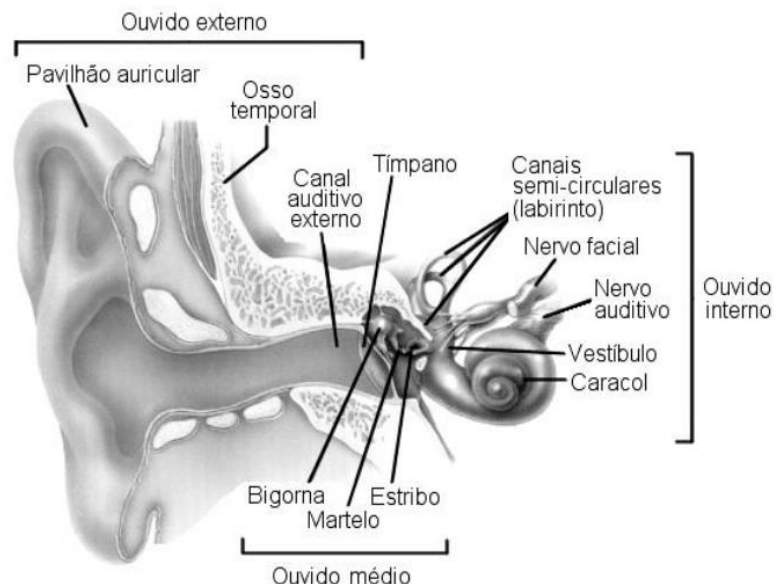


Figura 5 - Anatomia do ouvido.

Fonte: <http://www.inem.pt/files/2/documentos/20121002154034365411.pdf>, acedido a 06-01-2016

O ouvido externo é constituído pelo pavilhão auricular e pelo canal auditivo.

O ouvido médio representa a ligação entre o ouvido externo e o interno. É constituída pela membrana do tímpano que separa o ouvido médio do ouvido externo e pela cavidade do ouvido médio e seu conteúdo (ossículos – martelo, bigorna e estribo).

O ouvido interno está encerrado numa cápsula óssea, sendo um sistema complexo de canais preenchidos por perilinfa e pode ser dividido em dois sistemas; a cóclea ou caracol, que é um órgão de audição e os órgãos de equilíbrio, onde se destacam os canais semicirculares.

Assim, do ponto de vista funcional, o ouvido externo e o ouvido médio estão ligados à recepção de sons e transformação de energia acústica em energia mecânica. O ouvido interno transforma essa energia numa série de impulsos nervosos que vão representar fenómenos acústicos (Miguel, 2014).

Tendo em conta a estrutura do nosso aparelho auditivo e as características do sistema nervoso relacionadas com a audição, o ser humano reage de modo diferente aos sons de diferentes frequências, não obstante um mesmo nível de pressão sonora.

As perdas de audição são em função da frequência e da intensidade do ruído, mais evidentes em sons puros e para frequência elevadas.

A perda auditiva resulta da alteração do ouvido interno, mais especificamente na cóclea, que tem no seu interior um órgão designado de corti, constituído por células ciliadas que são as verdadeiras responsáveis pela audição.

Deste modo, numa primeira fase pode ocorrer fadiga auditiva que se traduz num abaixamento reversível da acuidade auditiva, sendo determinada pelo grau de perda de audição e pelo tempo que o ouvido demora a retomar a audição. Porém, quando a exposição excessiva ao ruído se mantém durante um longo período de tempo surge um défice permanente de acuidade auditiva.

A audiometria é o exame que permite por meio de gráficos identificar eventuais perdas auditivas em relação ao limiar da audição normal.

Sendo diversas as fontes relacionadas com a perda auditiva, que podem ir desde o ruído industrial, a uma explosão na vizinhança do ouvido, assim como o cerume ou corpos estranhos, estas, podem lesar a membrana do tímpano, danificar as células ciliadas ou deslocar a cadeia de ossículos, podendo surgir doenças que podem afetar o ouvido médio ou mesmo o ouvido interno. A audição diminui também fruto do envelhecimento do sistema auditivo, fenómeno designado por presbiacusia (Miguel, 2014).

2.3.3 Causas de ruído num autocarro

Nos artigos analisados os autores identificaram diferentes fatores que contribuem para os níveis de ruído num autocarro.

Assim o nível de exposição ao ruído em autocarros depende de fatores tais como: a idade, o tipo de autocarro, o ruído do motor em altas velocidades, o som do tráfego, a rota do autocarro e o número de pessoas transportadas. Segundo um grande número de autores, o ruído é maioritariamente originado no motor, pelas mudanças de velocidade, presença ou não de pedal, utilização do acelerador e quantidade de pausas (Nassiri, Ebrahimi, Monazzam, Rahimi, & Shalkouhi, 2014), (Nadri, et al., 2012), (Silva & Correia, 2010).

Alguns autores, constataram também que o tipo de motor e os pneus do autocarro são as principais fontes de ruído no interior do mesmo (Nassiri, Ebrahimi, Monazzam, Rahimi, & Shalkouhi, 2014).

Foi também considerada importante a localização do motor, uma vez que os motoristas estão sujeitos a um nível de ruído maior, nos autocarros com motor localizado á frente comparativamente com os que possuem motor traseiro (Portela & Zannin, 2010) (Nassiri, Ebrahimi, Monazzam, Rahimi, & Shalkouhi, 2014), (Silva & Correia, 2010). Para além dos factores já identificados, (Mohammadi, 2015) refere a falta de manutenção adequada e (Silva & Correia, 2010); refere o som da campainha para indicação ao motorista da necessidade de parar na próxima paragem, a abertura e fecho de portas.

Além disso, o tipo de janelas pode influenciar os níveis de ruído, sendo que nas medições realizadas por Damas (Damas, Simões, Figueiredo, & Ferreira, 2012) se verificou uma tendência para níveis mais elevados de ruído em autocarros com janelas que não era possível abrir.

Segundo Universitas (Universitas, 2010), são várias as fontes de ruído aquando da condução de veículos pesados de transporte de passageiros, entre elas: o motor, o escape, o sistema de travagem, a caixa de velocidades, as portas, o sistema de ar condicionado, os passageiros, o sistema de comunicação, o vento e o tráfego rodoviário.

2.3.4 Metodologias aplicadas à avaliação da exposição ao ruído

Na pesquisa efetuada, os métodos adotados pelos autores dos diferentes estudos para medir a exposição ao ruído, foram selecionados de acordo com as seguintes normas:

- ISO 5128:1980, referencial normativo para medir ruído no interior de autocarros automóveis (Nassiri, Ebrahimi, Monazzam, Rahimi, & Shalkouhi, 2014), (Nadri, et al., 2012), (Anuund, Lathi, Fros, & Genell, 2015);
- ISO 9612:2009, referencial normativo para a determinação de exposição ao ruído ocupacional (Portela, Queiroga, Constantini, & Zannin, 2013);
- ISO 1999:1990² (ISO1999, 2013), referencial normativo para a determinação da exposição ao ruído ocupacional e estimativa de perda auditiva induzida por ruído (Portela & Zannin, 2010) (Mohammadi, 2015), (Silva & Correia, 2010);
- Decreto-Lei nº 182/2006 (DL182, 2006), que regulamenta as prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos ao ruído (Damas, Simões, Figueiredo, & Ferreira, 2012).

A maioria dos estudos utilizaram sonómetros para medir a exposição dos motoristas ao ruído, encontrando-se na Tabela 4 a compilação das metodologias de recolha de dados do posto de trabalho e parâmetros de apresentação de resultados encontrados na análise dos artigos selecionados.

Em cada um dos artigos analisados, a interpretação dos resultados baseou-se na legislação do país onde o estudo foi feito. Como resultado, para os diferentes métodos de medição, a apresentação dos resultados é obviamente diferente. Essa diferença é mais perceptível nas Tabela 5 e Tabela 6 que resume os resultados apresentados na bibliografia analisada. No entanto, há uma característica comum, nenhum dos autores apresenta associado aos valores de ruído a respetiva incerteza da medição.

² Correspondência com a ISO 1999:2013

Tabela 4 - Metodologia de recolha de dados e parâmetros medidos.

Autor / Ano	Recolha de dados do posto de trabalho								
	Equipamento		Método de recolha e parâmetro medido	Tipo de resultados apresentados	Norma/Ano		VLE	VAS / VAI	Gama de frequências
	de medição	para calibração			Para medição	Para interpretar os resultados			
(Silva & Correia, 2010)	Dosímetro DOS 500	-	Medição durante toda a viagem. Parâmetro medido - L_{Aeq} .	L_{Aeq} , $L_{Ex,8h}$	ISO 1999:1990	Recomendações da OMS	-	-	-
Portela & Zannin, 2010	Sonómetro Bruel e Kjaer 2238 tipo / classe 1	-	Medições de 5 min dentro do autocarro. Parâmetro medido - média e desvio padrão de L_{Aeq} .	L_{Aeq} , L_{AFmin} , L_{AFmax}	ISO 1999:1990	Legislação Brasileira	-	-	-
Nadri, et al., 2012	Sonómetro modelo CEL450	Calibrador modelo CEL450	Medição durante 10 min. Parâmetro medido - L_{eq} .	SIL, Mean, Min, Max, SD	ISO 5128:1980	Normas ACGIH	-	-	Sim
Damas, Simões, Figueiredo, & Ferreira, 2012	Dosímetro SVANTEK modelo SV102	calibrador SV 30	Medição durante toda a viagem. Parâmetro medido - L_{Cpico} , L_{Aeq} , $L_{Ex,8h}$.	L_{Cpico} , L_{Aeq} , $L_{Ex,8h}$	D.L. 182/2006	D.L 182/2006	S/ Inc.	S/Inc.	1/3 de oitavas.
Portela, Queiroga, Constantini, & Zannin, 2013	Sonómetro Bruel e Kjaer 2238 tipo / classe 1 (precisão $\pm 0,41$ dB (A))	-	Medições de acordo com a norma. Parâmetro medido - L_{eq} , $L_{EX,8h}$	Mean $L_{EX,8h}$, Min $L_{EX,8h}$, Max $L_{EX,8h}$, SD	ISO 9612:2009	Legislação Brasileira referência OMS	-	-	-
Nassiri, Ebrahimi, Monazzam, Rahimi, & Shalkouhi, 2014	Sonómetro Bruel e Kjaer 2250	Calibrador Bruel e Kjaer modelo 4231	Três medições de 5 em 5 min. Parâmetro medido - L_{eq} .	Mean L_{eq} (30 min), Min L_{eq} (30 min), Max L_{eq} (30 min), SD	ISO 5128-1980	Recomendações da OMS de 1999 e do departamento de ambiente do Irão de 2001	-	-	-
Mohamma di, 2015	Sonómetro BK 2238	Calibração de acordo com o recomendado	Medição dentro do autocarro, durante todo o percurso. Parâmetro medido - L_{Aeq} e $L_{EX,8h}$.	L_{NP} , Mean, SD, Min, Max	ISO 1999:1990	Legislação Iraniana	-	-	-

Inc. - Incerteza

S/ Inc. – Sem Incerteza

SD – Desvio padrão (standard deviation)

Tabela 5 - Compilação dos resultados apresentados pelos autores analisados.

Autor/Ano	Autocarro avaliado	L _{Aeq} (dB(A))	L _{AFmin} (dB)	L _{AFmax} (dB)	SD (dB)	Mean (dB)	Max (dB)	Min (dB)	L _{Cpeak} (dB(C))	L _{Ex,8h} (dB(A))	L _{NP} ³ (dB(A))
(Portela & Zannin, 2010)	Standard	80,2	68,5	90,6	2,3						
	Speedy	75,1	66,3	87,3	2,0						
	Mini Bus	78,3	66,6	90,0	2,4						
	Articulated	77,0	63,4	89,8	2,6						
(Nadri, et al., 2012)	457 Benz				2,6	74,3	79,0	69,0			
	355 Benz				2,4	73,3	76,7	69,2			
	Renault				3,6	72,0	76,9	65,9			
	Mega trance				1,2	71,9	73,6	70,0			
(Damas, Simões, Figueiredo, & Ferreira, 2012)	Renault	77,4							122,8	67,1	
	Mercedes	77,0							122,8	67,1	
	Setra	73,4							131,6	64,3	
	MAN	71,8							119,6	61,3	
	DAF	88,2							120,0	76,1	
	Scania	75,1							121,0	63,2	
(Portela, Queiroga, Constantini, & Zannin, 2013) ⁴	Marcop	73,4							118,0	62,2	
	Volvo	80,1							117,6	70,1	
	Standard				2,3	79,0	83,3	75,0			
	Speedy				2,1	73,8	77,2	69,6			
	Mini Bus				2,4	77,1	82,2	72,2			
	Articulated				2,6	77,0	82,1	70,5			
(Nassiri, Ebrahimi, Monazzam, Rahimi, & Shalkouhi, 2014) ⁵	Articulated				1,5	83,6	88,1	83,6			
	Standard				2,2	78,5	83,5	78,5			
	speedy				1,3	76,7	81,7	76,7			
(Mohammadi, 2015)	Mega trance				2,3	78,4	83,0	76,0			84,3
	Benz 475				4,8	82,0	90,0	78,6			93,7
	Benz 355				0,4	98,8	99,5	98,2			99,7
	Benz 475CBG				1,1	89,1	92,0	87,9			91,8
	Renault				2,1	81,7	85,4	79,2			87,0

Tabela 6 - Compilação dos resultados apresentados por (Silva & Correia, 2010)

Percurso	Tipo de veiculo	Ano de fabrico	L _{Aeq} (dB(A))
A	Volks-wagen	2007	83
B	Mercedes-Benz	2004	84
C	Mercedes-Benz	2009	79
D	Mercedes-Benz	2009	78
E	Mercedes-Benz	2003	79
F	1 - Mercedes-Benz	2006	82
	2- Mercedes-Benz	2006	83
	3- Mercedes-Benz	2004	81
G	Mercedes-Benz	2006	80
H	Mercedes-Benz	2004	84
I	Mercedes-Benz	2001	80
J	Mercedes-Benz	2004	81
K	1 - Mercedes-Benz	2009	80
	2- Mercedes-Benz	2006	80
L	Mercedes-Benz	2001	83
M	Mercedes-Benz	2001	81

³ L_{NP} = L_{eq} + 2,5δ (δ=SD) e SD – Desvio padrão (standard deviation)

⁴ Valores apresentados para L_{Ex,8h}
⁵ Valores apresentados para L_{eq} (30 min)

Resultante do processo de análise de dados efetuada, com base na análise dos artigos selecionados, verifica-se que estes apresentam resultados que não possuem dois dos aspetos que melhor garantem a qualidade dos resultados: a rastreabilidade dos dados e a incerteza de medição. Sem eles, os resultados não podem ser considerados fiáveis e não podem ser comparado entre eles (Costa & Arezes, 2012).

No entanto todos os artigos estão limitados pela ausência de alguns parâmetros como sejam: características de piso, hora e duração da recolha de dados, condições meteorológicas, velocidade do veículo, localização do motor e número de passageiros.

2.3.5 Principais efeitos da exposição ao ruído

A exposição prolongada ao ruído ocupacional pode provocar danos físicos, fisiológicos e mentais, interferindo na comunicação e na qualidade de vida. Segundo (Silva & Correia, 2010) a exposição ao ruído pode representar prejuízos para a saúde. A perda auditiva relacionada com o trabalho, é uma das doenças profissionais mais comum e com maior progressão (Lopes, Otowinz, Lopes, Lauris, & Santos, 2012).

O ruído é um fator de desconforto ergonómico que pode causar efeitos sobre a saúde dos motoristas de autocarros (Portela, Queiroga, Constantini, & Zannin, 2013), sendo que a sensação de desconforto é mais evidente em motoristas mais jovens do que nos mais velhos e com tempo de trabalho mais longo. No estudo desenvolvido por (Portela, Queiroga, Constantini, & Zannin, 2013) o grupo com a maior sensação de desconforto devido à exposição ao ruído, evidenciou-se como sendo o único com mais problemas de saúde decorrentes da exposição ao ruído.

Paralelamente o ruído pode afetar o desempenho na condução e ser causa de sonolência no motorista (Anuund, Lathi, Fros, & Genell, 2015).

O ruído além de afetar a audição, pode ser causa, de fadiga, nervosismo e dor de cabeça. Em cinquenta motoristas inquiridos, quando organizados em conjuntos de sete motoristas, seis grupos relataram sentir dor de cabeça devido ao ruído no autocarro (Mohammadi, 2015).

Embora não seja um efeito direto na saúde, o ruído pode interferir com o discurso. Situando-se a fala humana entre os 200 Hz e os 6000Hz, quando o ruído produzido nas frequências mais baixas é maior do que o ruído produzido nas frequências mais altas em cerca de 50 a 60 dB(A) e a exposição ao ruído se faz nos limites do discurso, este pode interferir com a fala (Nadri, et al., 2012).

Outro efeito é a fadiga do condutor. Segundo o (Universitas, 2010) em transporte urbano, a fadiga do condutor está frequentemente associada à complexidade do trânsito, ao movimento de passageiros, ao ruído em meio urbano e a outros fatores ambientais.

Em suma, o efeito mais visível do ruído manifesta-se sobre a audição, mas podem surgir outros problemas físicos e psicológicos, nomeadamente problemas digestivos, distúrbios no sono diminuição da concentração, dores de cabeça, etc. (Universitas, 2010).

2.3.6 Medidas de prevenção e controlo do ruído

A fim de contribuir para um melhor ambiente de trabalho para estes profissionais, foram compiladas algumas medidas de prevenção e controlo de ruído identificadas na pesquisa bibliográfica realizada. Estas podem atuar a diferentes níveis.

Algumas das medidas de prevenção e controlo do ruído que foram identificadas inserem-se no grupo das medidas do âmbito da engenharia. Medidas tais como, o controle de ruído em relação ao motor e pneus nos autocarros (Nassiri, Ebrahimi, Monazzam, Rahimi, & Shalkouhi, 2014) e a

preferência pela utilização de autocarros com motor traseiro (Portela, Queiroga, Constantini, & Zannin, 2013) são algumas das medidas encontradas.

No estudo de Portela, 2013, este ressalta a importância de realizar mudanças organizacionais (Portela, Queiroga, Constantini, & Zannin, 2013). Considerando que uma vez que, para um bom desempenho, os motoristas devem gozar de boa saúde, horários controlados e condições de trabalho apropriado, tal como (Lopes, Otowinz, Lopes, Lauris, & Santos, 2012) propõe no seu estudo.

Porém, é imperativo a realização de exames audiométricos para avaliar eventuais perdas auditivas. Segundo (Lopes, Otowinz, Lopes, Lauris, & Santos, 2012), indivíduos que participaram no seu estudo para avaliar a perda auditiva induzida por ruído nos motoristas, afirmavam não sentir qualquer zumbido, apresentando no entanto audiogramas anormais.

Considerando que a PAIR (Perda Auditiva Induzida por Ruído) é evitável, justifica-se a importância do envolvimento coordenado e multidisciplinar, não só da saúde e segurança, mas também das questões que envolvem a preservação da saúde dos trabalhadores (Lopes, Otowinz, Lopes, Lauris, & Santos, 2012).

Os níveis de ruído a que os motoristas de autocarros estão expostos não têm só origem no seu local de trabalho. Pelo facto de o autocarro estar em movimento, as características do ruído também mudar com esse movimento, condicionado pelo ruído ambiente circundante. Assim, nestas condições, o seu controlo não é uma tarefa fácil (Damas, Simões, Figueiredo, & Ferreira, 2012).

No entanto, tendo em linha de conta que qualquer falha cometida por estes profissionais pode ter repercussões bastante graves, não só para a sua integridade física como para a de terceiros, a manutenção de condições de trabalho saudáveis e seguras para os motoristas de transportes coletivos de passageiros deverá ser uma preocupação constante (Damas, Simões, Figueiredo, & Ferreira, 2012).

O controlo do ruído pode ser feito através da implementação de medidas construtivas ou de engenharia. As medidas organizacionais/administrativas têm como objetivo a redução da exposição do motorista ao ruído, em termos temporais e/ou espaciais (Universitas, 2010).

Assim segundo (Universitas, 2010), o controlo do ruído pode ser feito através da implementação de medidas construtivas ou de engenharia (atuando sobre a fonte produtora de ruído e vias de propagação) como por exemplo:

- Utilizando materiais que absorvam o ruído do motor e da caixa de velocidades;
- Substituindo peças metálicas por outras de plástico ou de borracha;
- Substituindo peças defeituosas e/ou gastas;
- Insonorizando a cabine e instalando painéis absorventes e barreiras entre o motorista e os passageiros;
- Colocando silenciadores de ruído no tubo de escape;
- Colocando silenciadores nos travões de estacionamento;
- Adequando o posicionamento do sistema de comunicação, de modo a permitir a sua audição a baixo volume;
- Mantendo todo o equipamento/dispositivos nas melhores condições de funcionamento, através de manutenção periódica.

Relativamente às medidas organizacionais/administrativas, estas podem passar pela:

- Reorganização dos horários de trabalho e promoção de rotação entre veículos, de forma a diminuir o tempo de exposição (ex.: os motoristas devem alternar entre os autocarros com motor à frente e os com motor traseiro);
- Introdução de um programa de conservação da audição;
- Realização, periódica, de exames médicos e audiométricos;
- Informação/formação dos trabalhadores acerca dos riscos e efeitos do ruído;
- Realização de controlos periódicos dos níveis de ruído.

Sendo também importante alterar alguns comportamentos durante a tarefa de condução e nas atividades do dia-a-dia:

- Manutenção do posto de trabalho livre de objetos soltos que, com a trepidação do veículo, produzem pequenos ruídos;
- Não utilização do telemóvel durante a tarefa de condução (desvia atenção e pode aumentar o risco de acidente);
- Evitar conduzir com a janela aberta;
- Manutenção do volume do rádio baixo;
- Evitar a condução prolongada;
- Fazer pausas regulares;
- Respeitar os dias de folga;
- Evitar estar exposto a níveis de ruído elevados nas atividades de lazer e em casa;
- Caso se detetem problemas de saúde, consultar profissionais competentes (médico do trabalho).

3 OBJETIVOS, MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Objetivos da Dissertação

Face ao problema colocado e baseada na pesquisa bibliográfica efetuada pretende-se com esta tese averiguar a relação da exposição ocupacional ao ruído dos motoristas de autocarros urbanos, tendo em conta o facto de efetuarem diferentes tipos de percursos, utilizarem diferentes tipos de autocarros e com as diferentes capacidades de lotação dos mesmos.

Para além do objetivo geral, como objetivo específico pretende-se:

- Fazer a verificação da conformidade legal dos postos de trabalho dos motoristas de autocarros urbanos;
- Detetar padrões de ruído em função dos percursos e tipos de pavimento da frota de transportes urbanos;
- Propor medidas preventivas e/ou corretivas potenciadoras da melhoria das condições de trabalho dos motoristas profissionais.

3.2 Materiais e Métodos

Neste capítulo são descritos os procedimentos metodológicos no que respeita, essencialmente, à recolha de dados no local e à posterior análise dos mesmos.

3.2.1 Equipamentos de medição utilizados

O dispositivo utilizado para monitorização de ruído nos autocarros desta investigação foi o Sonómetro 01dB Blue Solo da 01dB Metravib, representado na Figura 6. Trata-se de um sonómetro integrador com classe de exatidão 1.



Figura 6 - Sonómetro 01dB Blue Solo.

No que concerne à regulamentação em vigor para as medições de ruído, o sonómetro SOLO cumpre com os requisitos do Decreto-Lei nº 182/2006 (DL182, 2006).

De forma a cumprir com os requisitos legais é necessário proceder à calibração anual efetuada por entidades acreditadas. A entidade responsável pela verificação metrológica do sonómetro utilizado

foi o ISQ – Instituto de Soldadura e Qualidade, bem com pela calibração do calibrador de Marca Rion NC-74 (Figura 7).



Figura 7 - Calibrador NC-74.

Após efetuadas as monitorizações recorreu-se a um *software* para retirar e realizar o tratamento dos dados, que foi o “dBTrait versão 5.1” que permite gerir as medições feitas, obter um relatório rápido e simples, bem como os parâmetros para caracterização da exposição pessoal ao ruído nomeadamente o L_{Eq} , $L_{EX,8h}$ e o L_{Cpico} .

É ainda possível com este *software* fazer a ilustração, através de gráficos que apresentam espectros e distribuições de amplitude de acordo com as variáveis pretendidas, permitindo também exportar os dados para o *Microsoft Excel*, através do qual podem ser efetuados outros cálculos que sejam pretendidos.

3.2.2 Metodologia usada na recolha de dados

Definição dos percursos, da amostra de motoristas e autocarros

Antes de se proceder à recolha de dados propriamente dita foi necessário definir os percursos onde iriam ser realizadas as medições, selecionar os tipos de autocarros e a amostra de motoristas para conduzir os autocarros durante os percursos pré-definidos.

Assim foram selecionados quatro percursos distintos (denominados de A, B, C e D).

O percurso A é percorrido totalmente num troço urbano, enquanto os restantes percursos (B, C e D) são constituídos por troços urbanos intercalados com troços em zonas mais suburbanas.

A extensão dos percursos também é distinta, sendo os percursos A e B mais curtos e os percursos C e D mais longos. Os tempos médios de percurso (considere-se percurso uma viagem de Ida ou uma viagem de Volta) foram obtidos através do tratamento no *software* dos dados recolhidos e posteriormente validados no *Excel* e encontram-se representados na Tabela 7.

Os percursos apresentam heterogeneidade relativamente ao tipo de pavimento, apresentando todos troços em asfalto e troços em empedrado. A representatividade de cada um dos tipos de pavimentos presentes nos diferentes percursos está patente na Tabela 8 e uma análise de maior pormenor encontra-se na Tabela 9, onde se encontra representado cada um dos tipos de pavimentos nas diferentes viagens.

Tabela 7 - Tempos médios dos percursos.

	A	B	C	D
Monitorizado	1:32:44	1:57:07	3:07:46	3:09:59
Do percurso	1:13:15	1:23:32	2:50:31	2:50:18
Da 1ª Ida	00:15:57	00:18:15	00:44:41	00:38:39
Da 1ª Volta	00:21:17	00:23:57	00:42:41	00:39:41
Da 2ª Ida	00:16:36	00:20:46	00:46:37	00:41:28
Da 2ª Volta	00:19:24	00:20:34	00:39:01	00:41:31
Intervalos ⁶	00:19:21	00:33:31	00:17:12	00:27:41

Tabela 8 - Caracterização do tipo de pavimento por Percurso.

Percurso	Tipo de pavimento		
	% Asfalto	% Empedrado	% Piso Misto
A	56,4	41,9	1,7
B	68,0	32,0	0
C	95,6	4,4	0
D	93,5	6,5	0

A deslocação do autocarro em piso misto, representa a circulação do autocarro com cada par de rodas lateral a deslocar-se sob piso de asfalto e outro par de rodas lateral a deslocar-se sob piso empedrado.

Tabela 9 - Caracterização do tipo de pavimento por Viagem.

Percurso	Viagem	Tipo de pavimento		
		% Asfalto	% Empedrado	% Piso Misto
A	Ida	58,0	38,5	3,4
	Volta	54,8	45,2	0
B	Ida	73,2	26,8	0
	Volta	62,8	37,2	0
C	Ida	92,6	7,4	0
	Volta	98,6	1,4	0
D	Ida	90,6	9,4	0
	Volta	96,4	3,6	0

De forma a consolidar as diferenças dos percursos, nas Figura 8 à Figura 15 apresentam-se os mapas⁷ referentes aos percursos em análise.

Nas Figura 8 e Figura 9 está representado o mapa relativo ao percurso A, no que se refere à Ida e Volta.

Nas Figura 10 e Figura 11 está representado o mapa relativo ao percurso B, no que se refere à Ida e Volta.

Nas Figura 12 e Figura 13 está representado o mapa relativo ao percurso C, no que se refere à Ida e Volta.

Nas Figura 14 e Figura 15 está representado o mapa relativo ao percurso D, no que se refere à Ida e Volta.

Tendo sido previamente definidos os percursos, prepararam-se folhas de campo para apoio à recolha de dados, a qual contemplava um pequeno questionário a aplicar aos motoristas, para recolha de dados sociodemográficos, algumas questões pertinentes sobre o tema em estudo e também a indicação das paragens definidas em cada percurso, com campos livres, para anotação de acontecimentos mais relevantes. Os modelos de folhas de campo, utilizadas para os diferentes percursos encontram-se no Anexo I.

⁶ O tempo médio representado corresponde aos intervalos entre viagens durante a monitorização.

⁷ <https://www.google.pt/maps> (acedido a 6-1-2016)

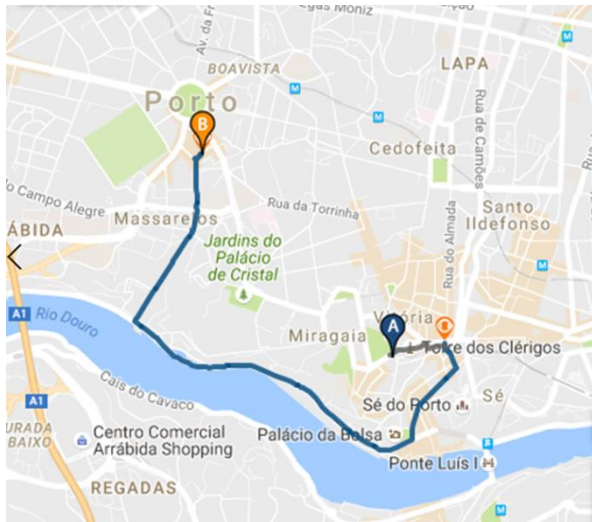


Figura 8 - Percurso A - Ida

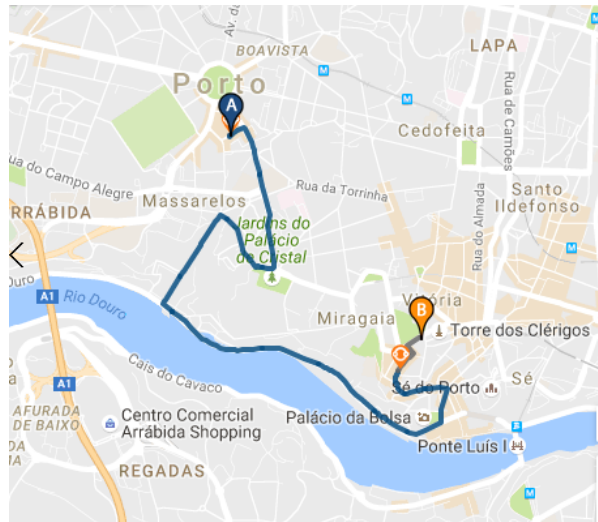


Figura 9 - Percurso A - Volta

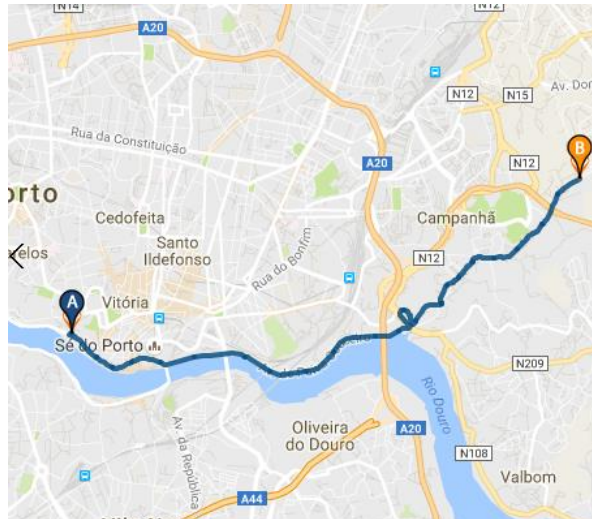


Figura 10 - Percurso B - Ida

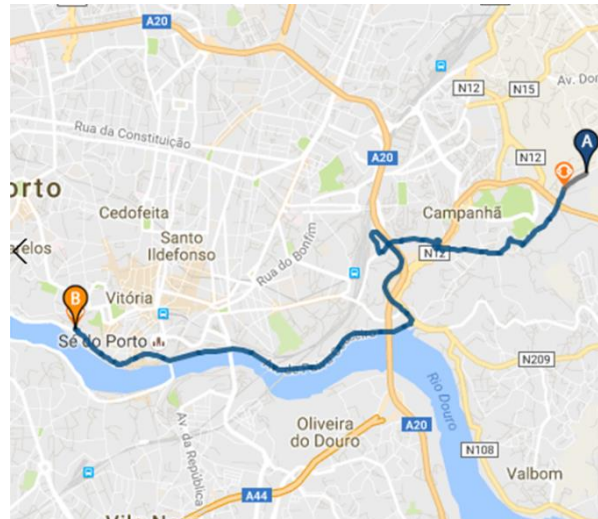


Figura 11 - Percurso B - Volta

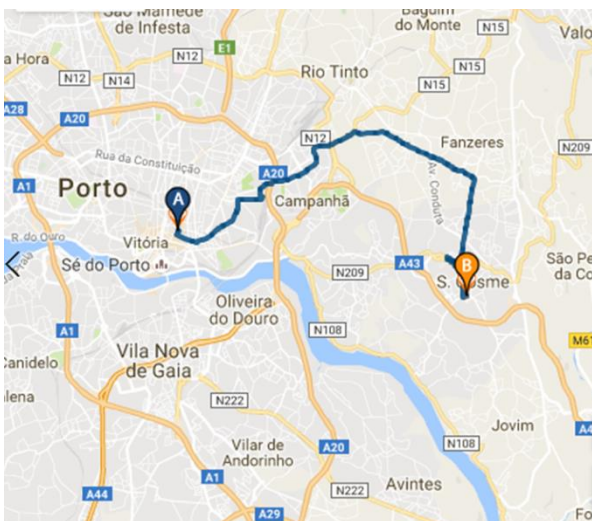


Figura 12 - Percurso C - Ida

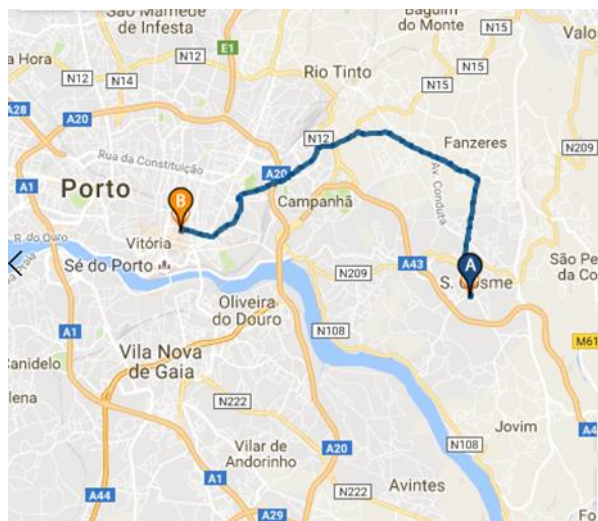


Figura 13 - Percurso C - Volta

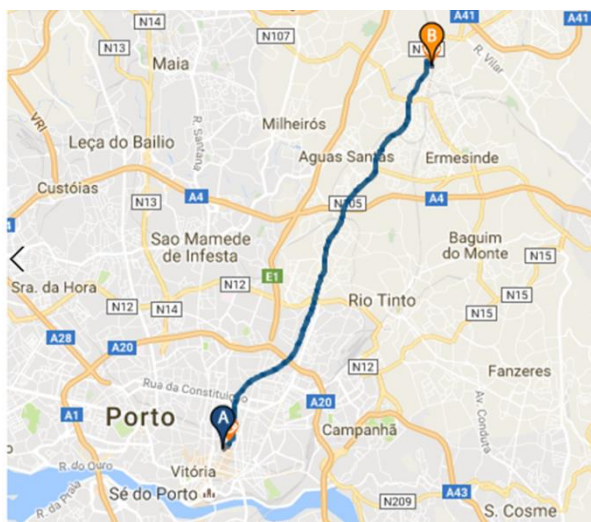


Figura 14 - Percurso D - Ida

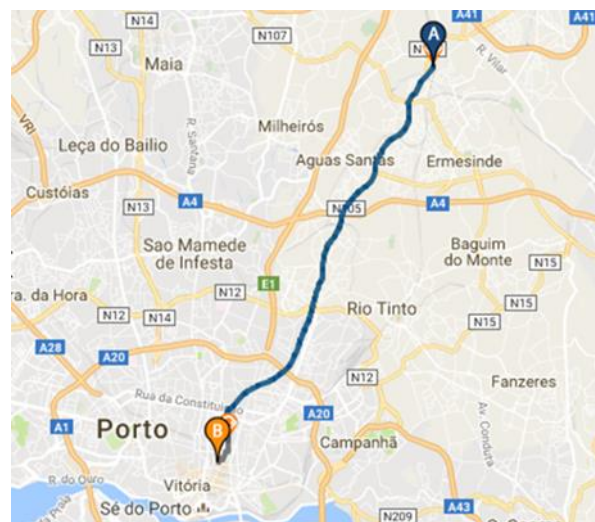


Figura 15 - Percurso D – Volta

No que concerne aos motoristas, a amostra foi constituída por 12 (doze) motoristas, identificados para efeito de tratamento de dados de A a L, dos quais dez eram do género masculino e dois do género feminino. Para a concretização da monitorização de ruído definida, cada um deles realizou dois ciclos de medição ou seja quatro viagens, duas viagens de Ida e duas viagens de Volta, nos respetivos percursos, com todos os diferentes tipos de autocarros envolvidos no estudo. Ressalva-se que 6 (seis) motoristas (5 homens e 1 mulher) da amostra circulavam no percurso A e C e os restantes 6 (seis) circulavam no percurso B e D. A caracterização da amostra que fez parte da monitorização, realizada com apoio da folhas de campo, consta na Tabela 10 e Tabela 11.

Tabela 10 - Características dos Motoristas envolvidos no estudo (A a F).

Caraterísticas	A	B	C	D	E	F
Género	Masc.	Masc.	Masc.	Fem.	Masc.	Masc.
Idade (anos)	41	47	43	40	46	44
Peso	67,7	82,8	87,5	65,3	104,8	74,5
Altura (cm)	176	172	174	160	173	170
Escolaridade (ano)	12º	9º	9º	9º	6º	9º
Categoria profissional	Técnico de tráfego, receita e condução	Técnico de condução	Motorista	Motorista	Motorista	Motorista
Horas de trabalho diárias	06:40	06:40	06:40	06:40	06:40	06:40
Tempo de serviço na empresa (anos)	19	20	19	6	19	23
Tempo de serviço no posto de trabalho em estudo (anos)	19	20	19	22	19	25
Profissão anterior	Técnico de alarmes	Serralheiro mecânico	Eletricista	Motorista	Cozinheiro	Motorista
Tipo de autocarros já conduzidos	Todos	Todos + viaturas militares	Todos + trator e autocarros de mercadorias	Todos (menos motos)	Ligeiros, ligeiros, pesados (mercadorias e passageiros), motos	Ligeiros e autocarros

Tabela 11 – Características dos Motoristas envolvidos no estudo (G a L).

Caraterísticas	G	H	I	J	K	L
Género	Masc.	Masc.	Masc.	Fem.	Masc.	Masc.
Idade (anos)	41	44	41	37	42	39
Peso	91,6	82,2	76,6	86,1	95,3	89,5
Altura (cm)	169	165	182	165	173	170
Escolaridade (ano)	6º	9º	11º	11º	9º	9º
Categoria profissional	Motorista	Motorista	Motorista	Motorista	Motorista	Motorista
Horas de trabalho diárias	06:40	06:40	06:40	06:40	06:40	06:40
Tempo de serviço na empresa (anos)	16	17	17	7	17	17
Tempo de serviço no posto de trabalho em estudo (anos)	16	17	17	7	17	17
Profissão anterior	Serralheiro	Serralheiro	Motorista	Operadora de posto de abastecimento	Marceneiro	Serralheiro
Tipo de autocarros já conduzidos	Todos	Autocarros, carrinhas de transporte	Todos	Ligeiros, pesados de passageiros	Ligeiros e camiões	Todos e camiões

Tendo por base os dados das Tabela 10 e Tabela 11, apresentam-se nos Gráfico 1 a Gráfico 4 algumas das características dos motorista em estudo, no que concerne ao género, idade, habilitações literárias e tempo de serviço na empresa.

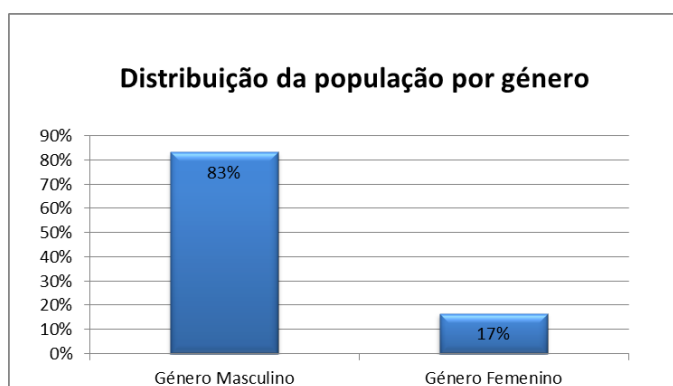


Gráfico 1 – Caraterização da amostra de motoristas por género.

Podemos observar uma percentagem muito superior do género masculino, face ao feminino. Um comportamento em tudo equivalente ao relatado nos artigos originários do Irão, (Nassiri, Ebrahimi, Monazzam, Rahimi, & Shalkouhi, 2014), (Mohammadi, 2015) e (Nadri, et al., 2012) que avaliam exclusivamente motoristas homens.

Noutro ponto de vista, o artigo de (Anuund, Lathi, Fros, & Genell, 2015), que descreve uma simulação para avaliação de ruído numa cabine, em contexto laboratorial, a população avaliada têm igual percentagem de género.

Os Gráfico 2 e Gráfico 3, apresentam a distribuição em termos de faixa etária e de tempo de serviço, verificando-se que só um autor (Portela, Queiroga, Constantini, & Zannin, 2013) analisa este tipo de dados. Em termos de idade, no presente estudo, a média de idades é de 42 anos, sendo o máximo de 47 anos e o mínimo de 37 anos.

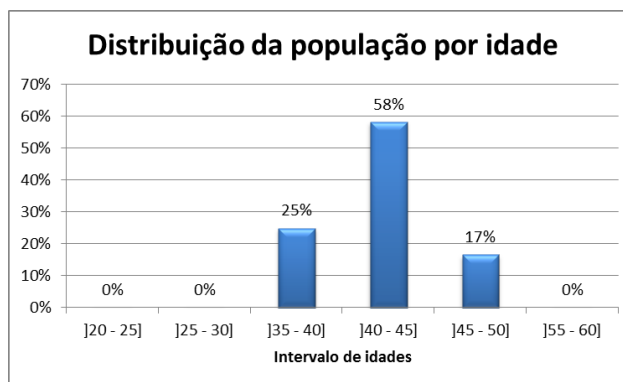


Gráfico 2 – Caraterização da amostra de motoristas por idade.

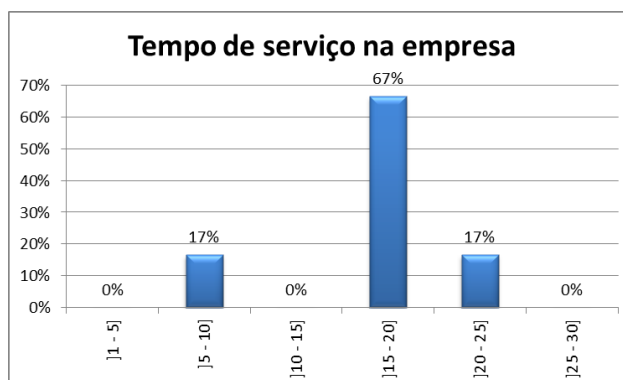


Gráfico 3 – Caracterização da amostra de motoristas pelo tempo de serviço na empresa.

No Gráfico 4 apresenta-se a distribuição da população avaliada relativamente às habilitações literárias.

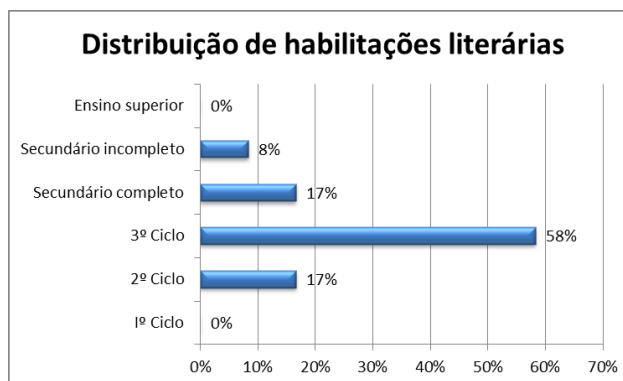


Gráfico 4 - Caracterização da amostra de motoristas por habilitações literárias

Nas Tabela 12 e Tabela 13 encontram-se compiladas as patologias identificadas pelos motoristas quando lhes foi aplicado o questionário.

Da observação da Tabela 12 e Tabela 13 podemos inferir que a maioria dos Motoristas face à exposição ao ruído sente “um médio “ desconforto. Salienta-se também, que estes se lembravam de já ter frequentado formação no âmbito de HST, porém desconhecem a periodicidade da mesma.

Já no que diz respeito à prática de exercício físico, metade na nossa mostra, pratica e outra parte não.

Tabela 12 – Patologias apresentadas pelos Motoristas envolvidos no estudo (A a F).

Caraterísticas	A	B	C	D	E	F
Queixas de saúde que apresenta	Não	Não	Não	Não	Não	Hérnia discal 2
Patologias antes de exercer a profissão associada ao Ruído	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Patologias decorrentes da profissão associada ao Ruído	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Problemas oftalmológicos	Não	Não	Sim (estigmatismo)	Não	Não	Não
Uso de óculos / lentes / graus	-	-	óculos / 0,25			
Uso de medicação	Não	Não	Não	Não	Sim	Não
Qual?					Diabetes e tensão (Zemorix e lipril)	
Atividade física	Não	Não	Sim (caminhada 2x/semana)	Todos os dias (caminhada)	Não	Sim (caminhada 1x/semana)
Tempo de exposição a ruído (anos)	19	20	19	22	19	25
Perceção ao desconforto causado pelo ruído	Média	Média	Fraca	Média	Nada	Forte
Formação em HST	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Periodicidade	Desconhecia	Anual	Desconhecia	Anual	Desconhecia	3 anos

Tabela 13 – Patologias apresentadas pelos Motoristas envolvidos no estudo (G a L).

Caraterísticas	G	H	I	J	K	L
Queixas de saúde que apresenta	Não	Às vezes	Não	Não	Não	Não
Patologias antes de exercer a profissão associada ao Ruído	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Patologias decorrentes da profissão associada ao Ruído	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Problemas oftalmológicos	Não	Sim	Não	Não	Não	Não
Uso de óculos / lentes / graus			óculos			
Uso de medicação	Não	Não		Não	Sim	Não
Qual?					Colesterol	
Atividade física	Não	Todos os dias (corrida)	Sim 2x/semana	Às vezes	Não	Não
Tempo de exposição ao ruído (anos)	21	29	17	7	22	30
Perceção ao desconforto causado pelo ruído	Média	Média	Nada	Fraca	Nada	Forte
Formação em HST	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Periodicidade	Desconhecia	Desconhecia	2 em 2 anos	Anual	Desconhecia	2 em 2 anos

Relativamente à amostra de autocarros para a realização da monitorização de ruído, é constituída por quatro tipos de autocarros: *Mini Bus*, de 2 Pisos, Articulados e *Standard*, que a partir de agora passam a ser designados respetivamente, autocarro tipo 1, 2, 3 e 4. Todos eles apresentam características diferentes nomeadamente no que diz respeito à capacidade de lotação. As Tabela 14 e Tabela 15, resumem as características dos autocarros envolvidos no estudo.

Os Mini Bus apenas circulavam nos percursos A e B, enquanto que os autocarros de 2 Pisos, Articulado e Standard circulavam nos percursos C e D. De forma a melhor visualizar as diferenças relativas aos autocarros, apresentam-se as imagens dos autocarros intervenientes no estudo, nas Figura 16 a Figura 19.

Tabela 14 - Características gerais dos autocarros em estudo.

Tipo de autocarro	Marca	Modelo	Ano de fabrico	Tipo de combustível	Potência (KM) (CV)	Cilindrada
<i>Mini Bus</i>	VOLKSWAGEN	Crafter	2012	Diesel	120 - 161	2461
2 Pisos	MAN	LEON CITY	2011	Diesel	235-315	10518
Articulado	VOLVO	B9LA	2010	Diesel	266-356	9365
<i>Standard</i>	MERCEDES	CITARO	2000	Diesel	205-275	6370

Tabela 15 - Características específicas dos autocarros em estudo.

Tipo de autocarro	Localização do motor	Localização da porta	Existência de ar condicionado	Tipo caixa de velocidades	Lotação		Cadeira de rodas
					Sentado	Em Pé	
<i>Mini Bus</i>	Na frente	Frente e traseira	Sim	Manual	15 15	5 2	0 1
2 Pisos	Atrás	Frente, meio e traseiras	Sim	Automática	91 91	36 33	0 1
Articulado	Atrás	Frente, meio e traseiras	Sim	Automática	48	99	1
<i>Standard</i>	Atrás	Frente e traseira	Sim	Automática	34	61	1



Figura 16 - Imagem do autocarro – *Mini Bus*.



Figura 17 - Imagem do autocarro – 2 Pisos.



Figura 18 - Imagem do autocarro – Articulado.



Figura 19 - Imagem do autocarro – Standard.

Da empresa pública de transportes urbanos onde se realizou o estudo, do número total de 424 autocarros que formavam a frota da empresa, foram avaliados 32 autocarros, cuja distribuição se encontra presente na Tabela 16, tendo sido da responsabilidade da empresa essa seleção dos autocarros.

Tabela 16 - Resumo da monitorização de ruído em autocarros.

	Tipo de autocarros			
	Mini Bus	2 Pisos	Articulado	Standard
Nº de autocarros monitorizados	3	9	10	10
Nº de motoristas avaliados	12	12	12	12
Nº de percursos avaliados	2	2	2	2
Nº de viagens monitorizadas por percurso	4	4	4	4
Nº de viagens por motorista	(4*12)	(4*12)	(3+(4*11)) ⁸	4*12

Em suma, cada motorista foi monitorizado em 2 percursos e em quatro tipos de autocarros. Mais concretamente, foi monitorizado uma vez num percurso como o *Mini Bus* e três vezes noutra percurso com os restantes tipos de autocarros.

No decorrer da amostragem realizada foi anotada a velocidade média a que o autocarro se deslocava, sempre que era justificável pela alteração do percurso. As alterações mais importantes de percurso eram anotadas nas folhas de campo, estavam ligadas às seguintes condições:

- Mudança de piso: de asfalto para empedrado;
 - Inclinações: ascendentes ou descendentes;
 - Existência de percursos planos;
 - Paragens: para entrada/saída de passageiros, devido ao trânsito, ao fecho de semáforo, à necessidade de fazer cumprir com as regras de código a estrada (cedência de passagem, cruzamentos, entroncamentos, passadeiras, sinais de STOP, veículos em marcha de urgência...).
- Como complemento à amostragem foram anotadas também os valores da temperatura no interior do autocarro.

Monitorização do ruído

Para proceder à monitorização do ruído o sonómetro era colocado o mais próximo possível (entre 10 e 30 cm) da orelha mais exposta do trabalhador e de forma a não interferir com a atividade desenvolvida. Na Figura 20 está ilustrado o posicionamento do sonómetro.

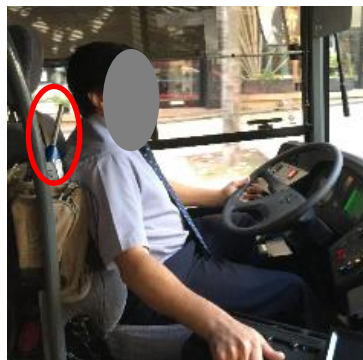


Figura 20 – Exemplo do posicionamento do sonómetro

Como estratégia de medição optou-se pela medição baseada em dois ciclos completos do mesmo percurso, em que o nível de pressão sonora era medido em contínuo. Procedia-se ao ajuste do sistema de medição no local da medição por intermédio de uma operação de calibração acústica de todo o sistema de medição, antes de cada série de medições diárias e no final. Este ajuste de sistema de medição tinha como critério de controlo de qualidade o facto de que se o valor no final

⁸ Num motorista apenas foi possível monitorizar 3 viagens.

da série de medições diferisse mais de 0,5 dB, relativamente á leitura no início da série, os resultados dessa série de medições eram rejeitados.

A recolha de dados decorreu de 7 de outubro a 23 de novembro de 2015.

Nas Tabela 17 e Tabela 18 apresentam-se o resumo das monitorizações, das quais constam informações referentes ao condutor do autocarro, a data, o horário de medição e os tempos de medição por percurso.

Tabela 17 - Caraterização da monitorização do ruído no percurso A, B e C.

Percurso	Condutor	Tipo de autocarro	Dia de medição	Horário de medição	Tempo total de medição
A	A	<i>Mini Bus</i>	07-10-2015	11:24 – 12:53	1:28:18
	B		07-10-2015	13:10 – 14:36	1:26:00
	C		08-10-2015	11:35 – 12:05	1:34:03
	D		08-10-2015	13:18 – 14:59	1:40:50
	E		09-10-2015	11:23 – 12:54	1:30:41
	F		09-10-2015	12:59 – 14:36	1:36:33
B	G	<i>Mini Bus</i>	11-11-2015	09:54 – 11:49	1:54:32
	H		11-11-2015	13:54 – 15:43	1:49:36
	I		23-11-2015	12:49 – 14:45	1:46:36
	J		12-11-2015	13:53 – 15:46	1:53:21
	K		17-11-2015	07:53 – 09:49	1:56:07
	L		17-11-2015	15:48 – 18:01	2:12:30
C	G	2 Pisos	14-10-2015	16:02 – 19:19	3:16:59
	H		15-10-2015	13:26 – 15:54	2:28:07
	I		14-10-2015	12:30 – 15:30	3:00:00
	J		15-10-2015	16:06 – 19:22	3:25:47
	K		15-10-2015	09:07 – 12:11	3:04:32
	L		14-10-2015	09:03 – 12:03	3:00:00
C	G	Articulado	16-10-2015	12:42 – 15:45	3:03:02
	H		21-10-2015	12:31 – 15:43	3:12:53
	I		16-10-2015	09:03 – 12:10	3:06:52
	J		16-10-2015	15:58 – 19:23	3:25:10
	K		21-10-2015	15:58 – 19:16	3:17:24
	L		21-10-2015	09:00 – 12:12	3:11:36
C	G	<i>Standard</i>	22-10-2015	09:05 12:12	3:05:04
	H		23-10-2014	16:00 – 19:19	3:18:59
	I		23-10-2015	12:31 – 15:40	3:08:52
	J		23-10-2015	16:07 – 19:18	3:11:18
	K		22-10-2015	12:35 – 15:40	3:05:04
	L		23-11-2015	08:59 – 12:06	3:07:32

Tabela 18 - Caracterização da monitorização do ruído no percurso D.

Percurso	Condutor	Tipo de autocarro	Dia de medição	Horário de medição	Tempo total de medição
D	A	2 Pisos	28-10-2015	09:00 – 11:53	2:53:46
	B		28-10-2015	14:18 – 17:46	3:27:20
	C		29-10-2015	08:55 – 11:55	2:59:32
	D		29-10-2015	14:07 – 17:31	2:59:38
	E		30-10-2015	08:57 – 11:58	3:01:19
	F		30-10-2015	14:08 – 17:35	3:27:19
D	A	Articulado	13-11-2015	08:55 – 11:58	3:02:37
	B		12-11-2015	08:56 – 11:56	3:00:13
	C		04-11-2015	14:09 – 17:44	3:35:14
	D		03-11-2015	08:54 – 11:52	2:57:40
	E		03-11-2015	14:06 – 17:25	3:19:28
	F		04-11-2015	08:50 – 11:56	2:58:07
D	A	Standard	17-11-2015	10:25 – 13:43	3:18:35
	B		10-11-2015	08:54 – 11:51	2:56:47
	C		05-11-2015	14:03 – 17:24	3:21:17
	D		06-11-2015	14:10 – 17:28	3:17:22
	E		06-11-2015	08:50 – 11:48	2:57:25
	F		05-11-2015	08:56 – 11:57	3:01:10

3.2.3 Metodologia para análise dos dados

A metodologia utilizada para o tratamento de dados recolhidos pelo sonómetro é a prevista na Norma NP EN ISO 9612:2011. – Determinação da exposição ao ruído ocupacional – Método de Engenharia (NPENISO9612, 2011), em complemento à informação disponível no Decreto-Lei n.º 182/2006.

Com recurso ao *software* podemos tratar todas as amostras na íntegra, com a duração total das mesmas, ou separadamente por cada ciclo.

Foi também utilizado o *Microsoft Excel* para aplicação de testes estatísticos (estatísticos básicos, Análise em Componentes Principais, Teste de Ajustamento de Kolmogorov-Smirnov e Teste de Análise de Variância).

Os passos metodológicos implicaram a identificação/codificação dos dados recolhidos, por forma a manter o anonimato, quer dos trabalhadores avaliados, quer dos percursos estudados, assim como do tipo de autocarro e da viagem em análise. Os códigos atribuídos contemplam 4 dígitos, Deste modo o código estipulado para cada acontecimento, é constituído por quatro caracteres, cujo significado, se encontra representado na Tabela 19.

Tabela 19 – Código atribuído aos dados originais.

Caráter	Variável Identificada
1º	Motorista
2º	Percurso
3º	Tipo de autocarro
4º	Viagem efetuada

Seguem-se alguns exemplos da aplicação do código:

- **AC21** – Motorista **A**, no percurso **C**, no autocarro de **dois pisos**, sendo a viagem efetuada a **primeira Ida**;
- **BB13** – Motorista **B**, no percurso **B**, no autocarro **Mini Bus**, sendo a viagem efetuada a **segunda Ida**;
- **FD32** – Motorista **F**, no percurso **D**, no autocarro **articulado**, sendo a viagem efetuada a **primeira Volta**

PARTE 2

4 RESULTADOS

4.1 Dados monitorizados

Decorrida a recolha de dados, dispúnhamos de 42 amostras para analisar. Assim, com apoio do *software* procedeu-se à passagem e análise dos dados em estado bruto.

A título de exemplo apresenta-se nas Figura 21 à Figura 28, exemplos das amostras recolhidas para cada percurso e tipo de autocarro que apresentavam diferenças dignas de destaque, antes de serem sujeitas a tratamento. As restantes amostras recolhidas para cada percurso e tipo de autocarro, encontram-se no Anexo II.

Na

Figura 21, apresenta-se a monitorização realizada no percurso A, com o motorista E no autocarro *Mini Bus*.

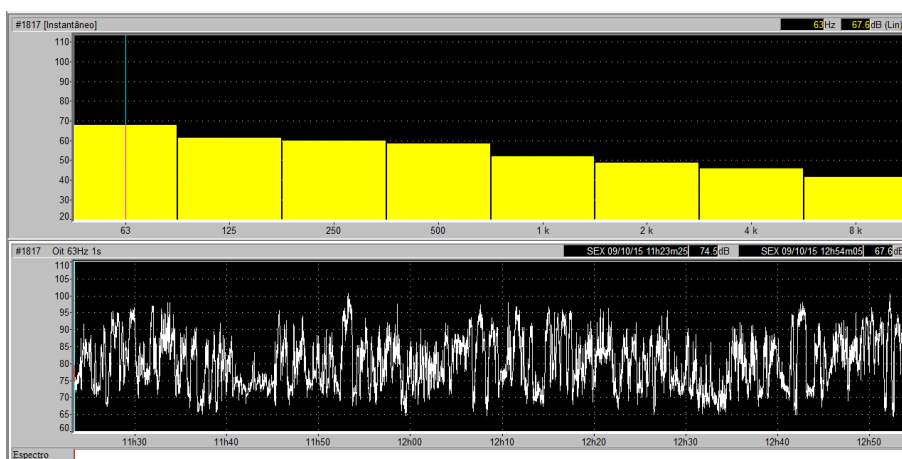


Figura 21 - Gráfico de monitorização da amostra EA1.

Na Figura 22, apresenta-se a monitorização realizada no percurso B, com o motorista K no autocarro *Mini Bus*.

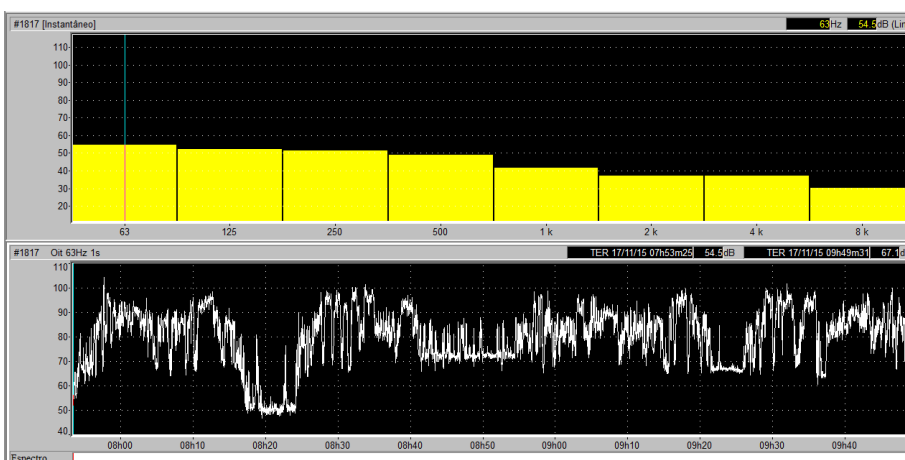


Figura 22 - Gráfico da monitorização da amostra KB1.

Na Figura 23 apresenta-se a monitorização realizada no percurso C, como motorista J, no autocarro 2 Pisos.

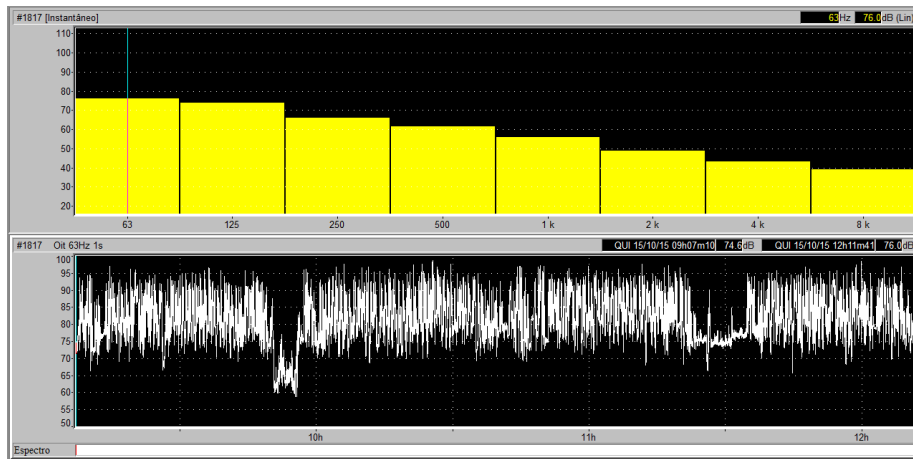


Figura 23 - Gráfico da monitorização da amostra JC2.

Na Figura 24 apresenta-se a monitorização, realizada no percurso C, como motorista J, no autocarro Articulado.

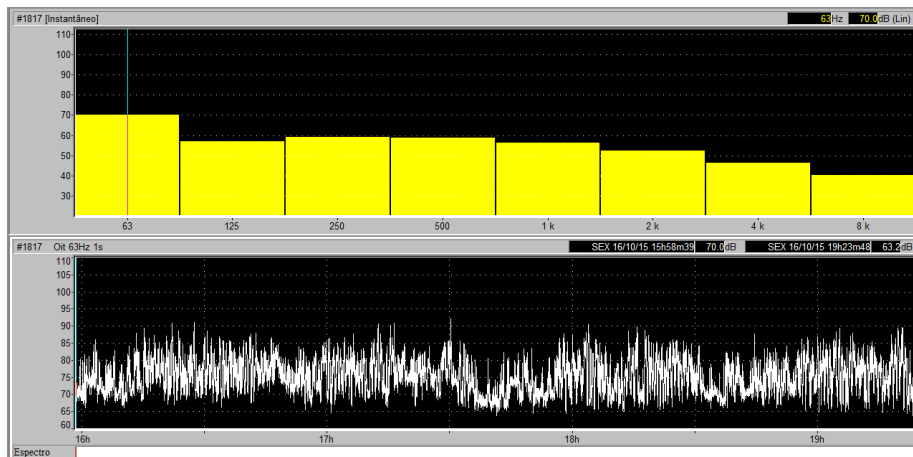


Figura 24 - Gráfico da monitorização da amostra JC3.

Na Figura 25 apresenta-se a monitorização, realizada no percurso C, como motorista J, no autocarro *Standard*.

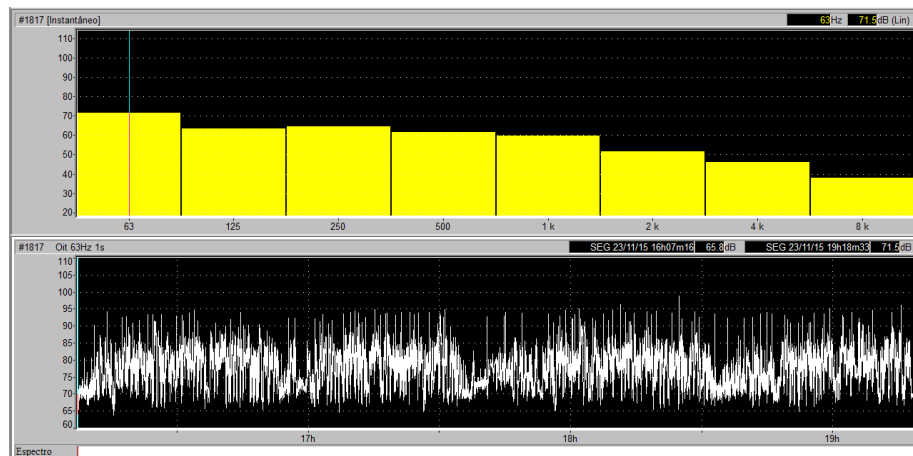


Figura 25 - Gráfico da monitorização da amostra JC4.

Na Figura 26 apresenta-se a monitorização realizada no percurso D, como motorista A, no autocarro 2 Pisos.

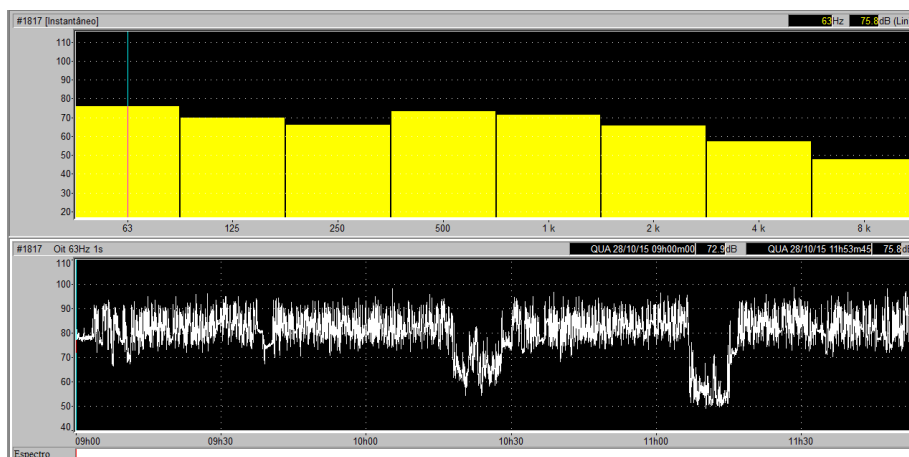


Figura 26 - Gráfico da monitorização da amostra AD2.

Na Figura 27 apresenta-se a monitorização realizada no percurso D, como motorista F, no autocarro Articulado.

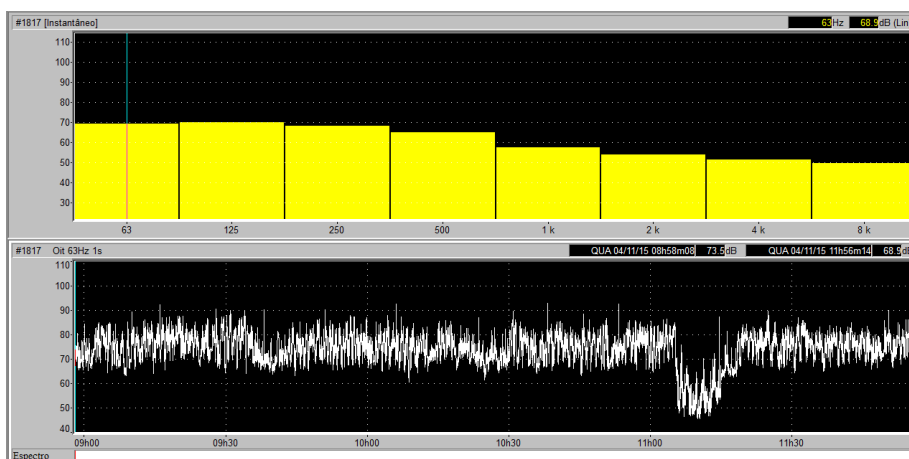


Figura 27 - Gráfico da monitorização da amostra FD3.

Na Figura 28 apresenta-se a monitorização realizada no percurso D, como motorista A, no autocarro *Standard*.

Recorrendo ao *software* dB Trait e tendo em conta os dados em bruto, procedeu-se à compilação dos parâmetros de maior importância para análise dos níveis de ruído, cujos resumos se apresentam nas Tabela 20 - Resumo dos dados “em bruto” da monitorização de ruído nos percursos C e D. Tabela 20 e Tabela 21.

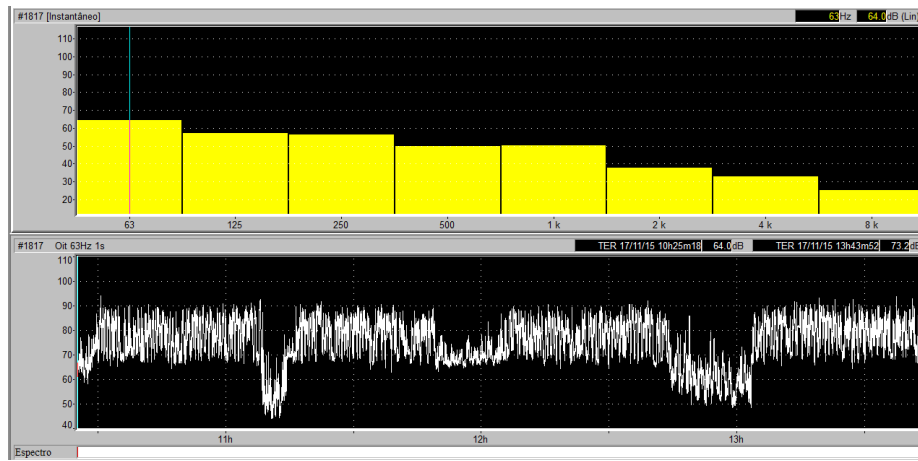


Figura 28 - Gráfico da monitorização da amostra AD4.

Tabela 20 - Resumo dos dados “em bruto” da monitorização de ruído nos percursos C e D.

Percurso	Condutor	Tipo de autocarro	L _{Aeq} (dB (A))	L _{Aeq min} (dB (A))	L _{Aeq máx} (dB (A))	L _{Cpico} (dB (C))
C	L	2 Pisos	70,4	47,7	93,6	120,9
	I		70,9	50,9	88,8	123,0
	G		68,7	47,2	91,0	122,1
	K		70,1	45,9	84,3	121,8
	H		69,5	44,9	86,4	123,2
	J	70,4	44,0	94,4	125,4	
C	L	Articulado	69,3	40,5	91,4	121,5
	I		70,9	50,9	88,8	123
	G		68,4	47,1	88,8	119,6
	K		69,8	8,6	102,0	141,7
	H		70,1	41,5	92,5	120,7
	J	70,8	52,6	89,2	125,1	
C	L	Standard	73,1	8,9	104,1	141
	I		71,8	54,3	86,1	119,5
	G		70,3	51,7	89,3	123,2
	K		72,3	56,3	100,1	118,2
	H		71,7	47,4	87,5	120,1
	J	70,2	54,6	99,3	121,7	
D	A	2 Pisos	69,1	39,9	100,2	124,7
	B		68,4	50,9	89,4	120
	C		72,8	46,8	95,0	119,8
	D		69,2	33,0	91,0	120,4
	E		70,2	49,2	94,3	123,9
	F	74,8	44,5	90,0	122,8	
D	A	Articulado	67,7	37,8	86,1	122,7
	B		69,9	38,0	93,1	123,6
	C		75,6	34,9	94,3	120,7
	D		70,0	53,1	99,7	123,6
	E		66,9	37,8	97,8	125,7
	F	70,8	35,5	102,1	125,6	
D	A	Standard	69,9	33,2	87	119,9
	B		71,3	37,5	95,0	115,7
	C		74,5	35,2	92,7	120,0
	D		71,9	37,9	99,5	124,2
	E		70,4	56,6	93,6	121,8
	F	69,8	45,0	100,5	124,3	

Tabela 21 - Resumo dos dados “em bruto” da monitorização de ruído nos percursos A e B.

Percurso	Condutor	Tipo de autocarro	L _{Aeq} (dB (A))	L _{Aeq min} (dB (A))	L _{Aeq máx} (dB (A))	L _{Cpico} (dB (C))
A	A	Mini Bus	70,3	48,6	83,6	123,8
	B		72,0	54,0	86,1	124,6
	C		72,3	55,1	95,5	123,2
	D		72,8	54,4	92,2	126,4
	E		71,3	53,0	100,4	121,7
	F		71,8	46,1	101,0	123,2
B	G	Mini Bus	70,2	36,1	87,0	125,9
	H		75,5	47,6	88,5	123,7
	I		70,2	30,7	83,9	125,7
	J		72,0	35,0	84,6	124,8
	K		68,5	32,1	83,5	125,1
	L		73,7	35,6	90,6	124,1

4.2 Tratamento dos dados

De forma a trabalhar os dados recolhidos, procedeu-se ao tratamento dos mesmos, realizando a sua análise por tarefas. Assim, foram identificadas cinco tarefas principais:

- Intervalo entre viagens;
- 1^a Ida;
- 1^a Volta;
- 2^a Ida;
- 2^a Volta.

As tarefas identificadas dividem-se em operacionais (1^a Ida; 1^a Volta; 2^a Ida e 2^a Volta) e não operacionais (Intervalo entre viagens).

Esta identificação de tarefas foi feita com o apoio da folha de campo utilizada para recolha de informações relevantes, cujos modelos se encontram no Anexo I.

Recorrendo ao *software* dB Trait, procedeu-se à identificação das tarefas através de um esquema de cores. Em que à tarefa “Intervalo entre viagens” corresponde o azul, às tarefas “1^a Ida e 2^a Ida” o amarelo e às tarefas “1^a Volta e 2^a Volta” o amarelo.

A título de exemplo apresenta-se nas Figura 29 à Figura 36, exemplos do tratamento das amostras por tarefas, correspondendo respetivamente, aos dados em bruto apresentados nas Figura 21 à Figura 28, para cada percurso e tipo de autocarro. Todas as outras situações avaliadas encontram-se no Anexo.

Na Figura 29, apresenta-se a análise por tarefas da monitorização realizada no percurso A, com o motorista E no autocarro *Mini Bus*.

Na Figura 30, apresenta-se a análise por tarefas da monitorização realizada no percurso B, com o motorista K no autocarro *Mini Bus*.

Na Figura 31 apresenta-se a análise por tarefas da monitorização realizada no percurso C, com o motorista J no autocarro de 2 Pisos.

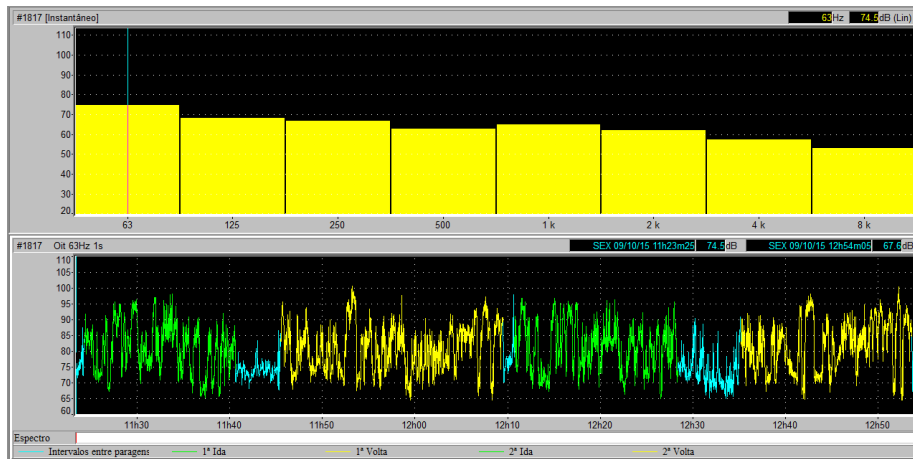


Figura 29 - Gráfico da análise por tarefas da monitorização EA1.

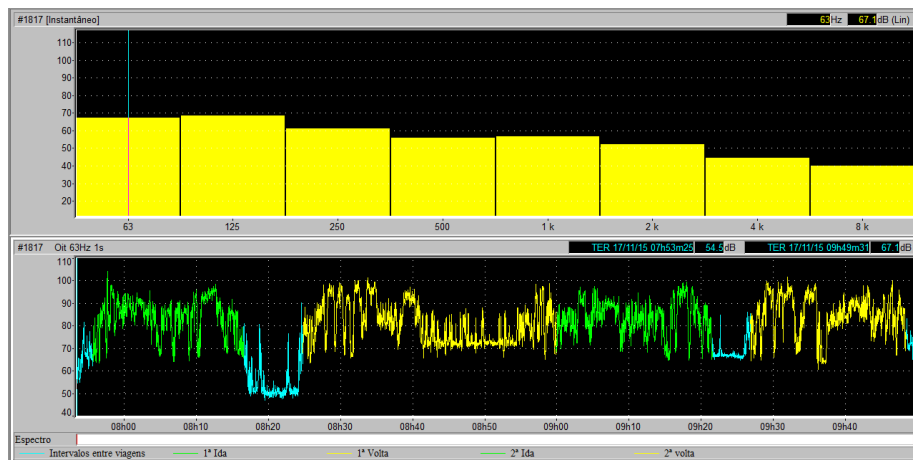


Figura 30 - Gráfico da análise por tarefas da monitorização KB1.

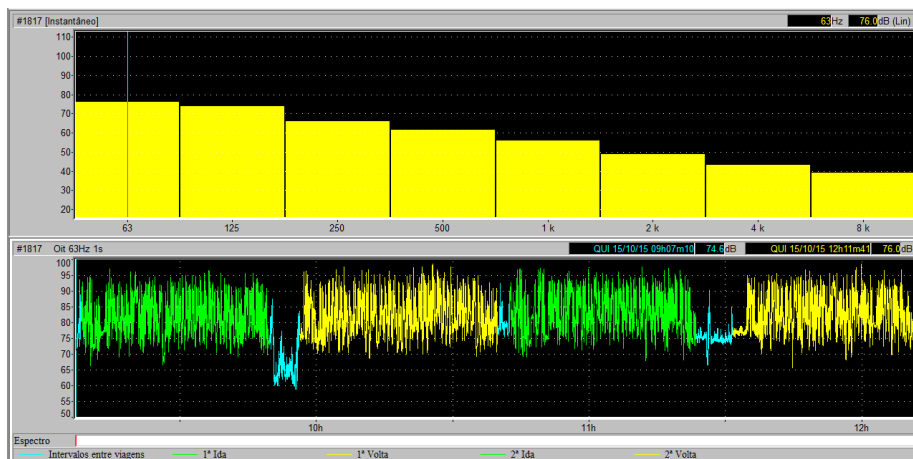


Figura 31 - Gráfico da análise por tarefas da monitorização JC2.

Na Figura 32 apresenta-se a análise por tarefas da monitorização realizada no percurso C, com o motorista J no autocarro Articulado.

Na Figura 33 apresenta-se a análise por tarefas da monitorização realizada no percurso C, com o motorista J no autocarro *Standard*.

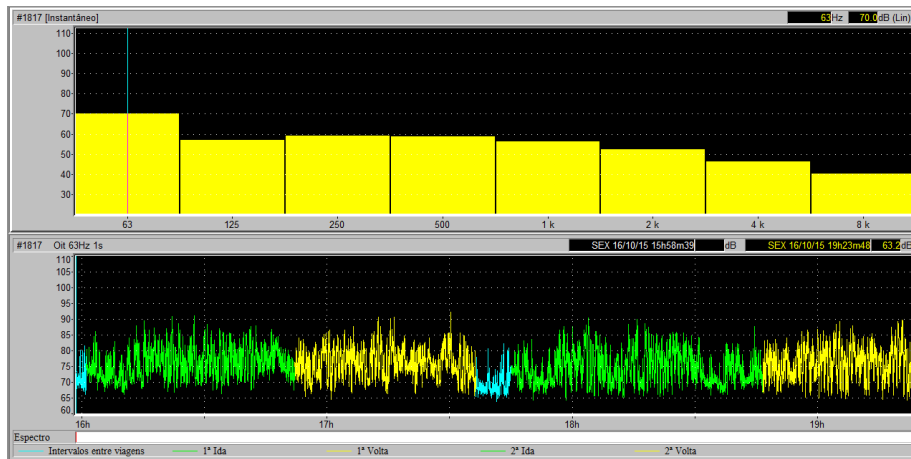


Figura 32 - Gráfico da análise por tarefas da monitorização JC3.

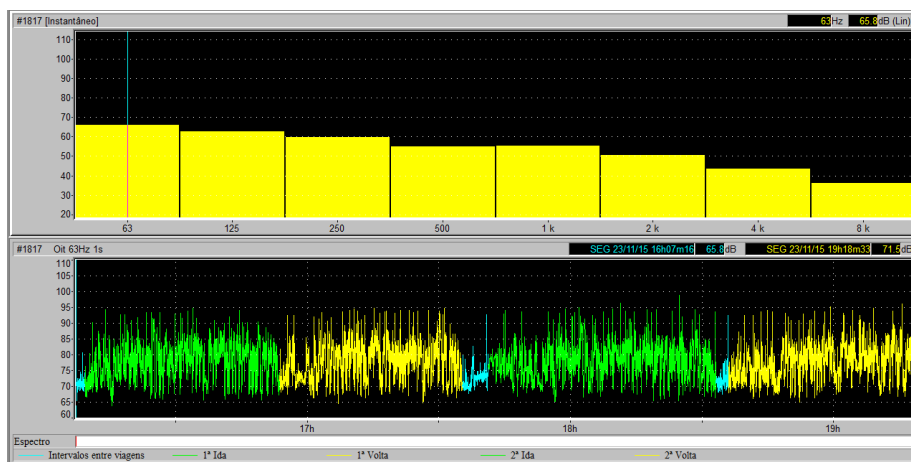


Figura 33 - Gráfico da análise por tarefas da monitorização JC4.

Na Figura 34 apresenta-se a análise por tarefas da monitorização realizada no percurso D, com o motorista A no autocarro de 2 Pisos.

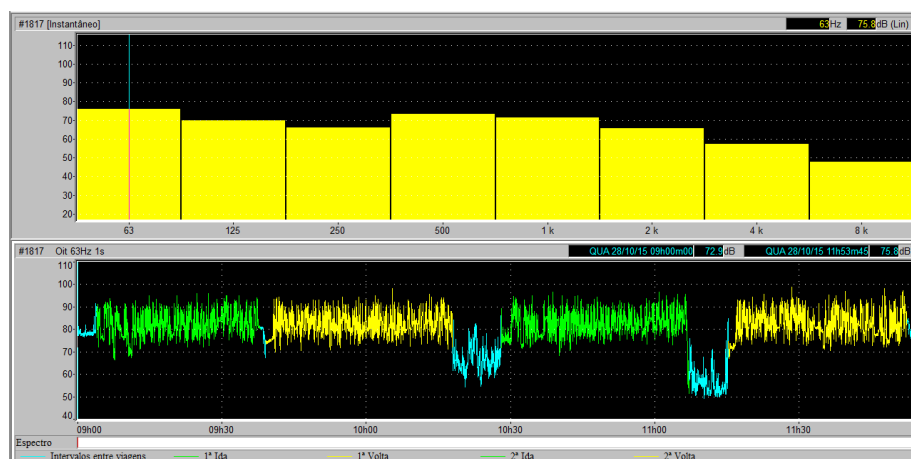


Figura 34 - Gráfico da análise por tarefas da monitorização AD2.

Na Figura 35, apresenta-se a análise por tarefas da monitorização realizada no percurso D, com o motorista F no autocarro Articulado.

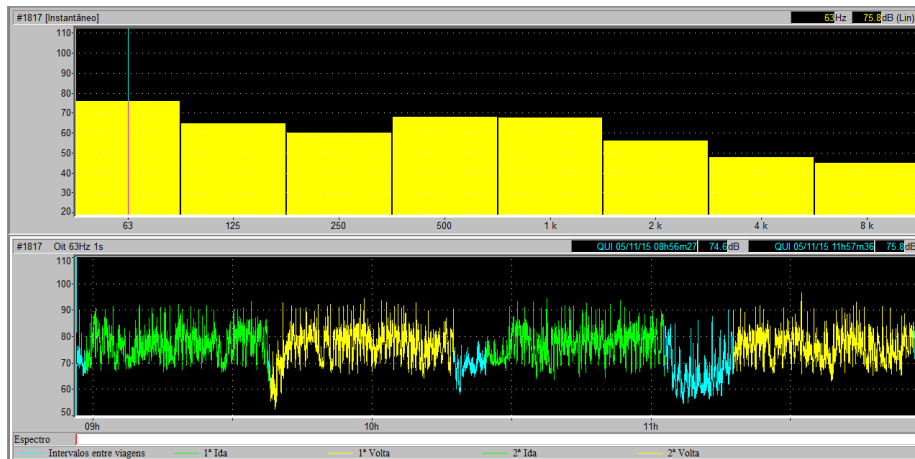


Figura 35 - Gráfico da análise por tarefas da monitorização FD3.

Na Figura 36, apresenta-se a análise por tarefas da monitorização realizada no percurso D, com o motorista A no autocarro *Standard*.

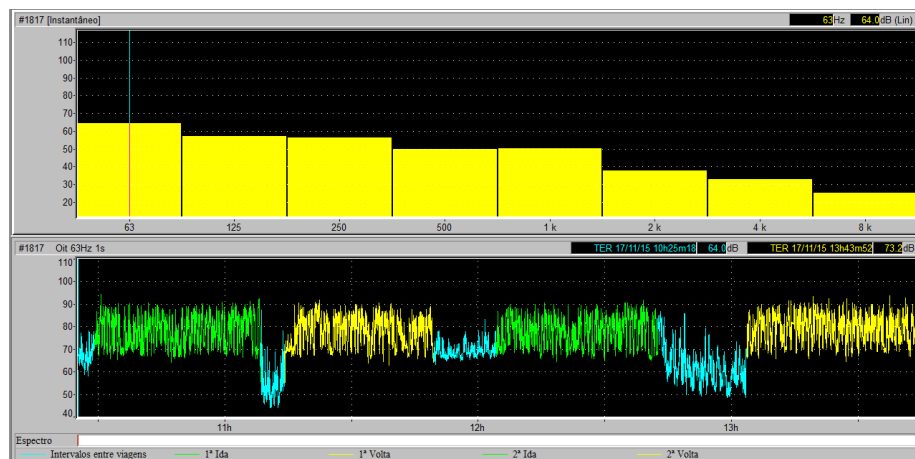


Figura 36 - Gráfico da análise por tarefas da monitorização AD4.

Com apoio do *software* dB Trait e tendo em conta os dados já tratados por tarefa, procedeu-se à compilação dos valores do nível sonoro contínuo equivalente registado em cada tarefa, cujo resumo se apresenta na Tabela 22 e Tabela 23.

Tabela 22 - Resumo dos dados níveis sonoros contínuos equivalentes (L_{Aeq}) por tarefa, nos percursos A e B.

Percurso	Condutor	Tipo de autocarro	Intervalos entre viagens	1ª Ida	1ª Volta	2ª Ida	2ª Volta
A	A	Mini Bus	66,6	70,8	70,7	69,0	72,2
	B		71,1	72,5	71	72,3	72,9
	C		72,0	72,8	72,3	72,9	71,5
	D		72,3	71,6	73,3	72,7	73,2
	E		70,1	69,6	70,3	71,1	73,7
	F		68,4	71,4	71,2	72,4	73,9
B	G	Mini Bus	66,0	69,9	72,2	70,5	71,3
	H		72,7	77,1	76,6	75,3	75,8
	I		62,5	70,2	72,6	69,8	73,9
	J		62,8	72,4	74,1	71,9	74,4
	K		62,0	68,4	68,7	68,4	70,3
	L		70,3	73,5	77,4	72,8	73,4

Tabela 23 - Resumo dos dados níveis sonoros contínuos equivalentes (L_{Aeq}) por tarefa, nos percursos C e D.

Percurso	Condutor	Tipo de autocarro	Intervalos entre viagens	1ª Ida	1ª Volta	2ª Ida	2ª Volta
C	L	2 Pisos	70,7	69,9	70,1	70,8	70,7
	I		71,9	70,7	71,8	74,0	72,7
	G		69,6	69,3	68,4	68,1	68,9
	K		66,1	69,6	71,3	71,3	68,8
	H		67,1	⁹	69,4	70,1	69,5
	J		66,9	72,5	69,9	69,3	69,7
C	L	Articulado	66,4	70,1	69,0	70,0	69,5
	I		70,1	70,7	70,4	71,2	71,7
	G		67,6	67,5	69,1	68,4	68,6
	K		70,4	68,0	68,5	68,5	72,8
	H		68,4	72,4	69,7	68,4	69,1
	J		70,6	72,4	71,1	69,7	69,1
C	L	Standard	76,2	72,1	72,1	72,4	71,5
	I		69,1	71,0	70,8	74,3	71,0
	G		66,7	69,9	70,0	70,3	71,5
	K		73,6	72,5	71,5	71,8	73,3
	H		70,9	70,4	70,4	72,2	73,4
	J		73,2	70,5	69,6	69,1	70,6
D	A	2 Pisos	71,4	68,9	68	68,9	68,6
	B		71,2	67,3	67,5	68,5	67,4
	C		69,3	69,4	74,0	74,5	72,9
	D		70,4	67,3	68,2	67,9	71,6
	E		68,4	69,6	68,1	70,0	72,2
	F		74,6	73,0	75,1	74,9	75,7
D	A	Articulado	67,7	66,6	67,2	68,9	67,5
	B		68,8	67,8	67,0	70,4	72,5
	C		76,1	76,2	73,4	72,8	77,1
	D		73,1	70,9	68,1	67,9	68,1
	E		67,6	66,4	66,6	65,0	68,4
	F		73,7	67,1	69,3	67,6	72,8
D	A	Standard	66,4	70,3	70,9	70,3	70,7
	B		69,2	71	70	73	70,8
	C		73,3	75,2	68,5	73,2	78,0
	D		75,0	70,5	72,2	69,7	71,4
	E		73,5	69,8	68,8	69,7	71,6
	F		73,3	68,9	68,2	68,7	69,4

4.3 Avaliação da exposição pessoal diária ao ruído

O *software* dB Trait, revelou-se uma ferramenta de apoio importante para análise das amostras recolhidas, pois para além de permitir a recolha dos parâmetros relevantes anteriormente mencionados, também permite proceder ao cálculo do valor de $L_{EX,8h}$, no entanto o valor recolhido revelava-se insuficiente para cumprir com os requisitos legais para avaliação da exposição pessoal diária ao ruído, uma vez que não eram tidas em consideração as fontes de incerteza.

Assim com o objetivo de avaliar a exposição ao ruído dos motoristas, proceder-se à validação do cálculo do parâmetro $L_{EX,8h}$, realizado segundo a norma (NP EN ISSO 9612:2011). Uma vez que esta tece linhas orientadoras para o cálculo da incerteza e fornece um ficheiro *excel* que permite fazer o cálculo automático da incerteza de medição, confirma também o valor de $L_{EX,8h}$. Assim, a determinação da incerteza de medição e o valor de $L_{EX,8h}$ foi feita segundo o “Anexo C” da NP EN ISO 9612:2011 (NPENISO9612, 2011).

Para determinar a incerteza ($U(L_{EX,8h})$), e com base num tempo de exposição efetivo $T_e=8$, identificaram-se as seguintes fontes de incerteza:

⁹ Não foi possível monitorizar a 1ª ida

- u_2 fonte de incerteza padrão, devido ao equipamento de medição que é de classe 1, cujo valor estipulado é 0,7;

- u_3 fonte de incerteza relativa à posição do microfone, cujo valor pré definido é 1;

- Para cada tarefa (intervalo entre viagens, 1ª Ida, 1ª Volta, 2ª Ida e 2ª Volta) foi tido em conta um período de duração médio de 1,6.

Na Tabela 24 está representado um exemplo da primeira folha de cálculo utilizada para inserção dos níveis de L_{Aeq} por tarefa e na Tabela 25 está ilustrado um exemplo do cálculo da incerteza e $L_{EX,8h}$, tendo sido aplicado a todas os dados recolhidos, cuja complicação de resultados se apresenta nas Tabela 26 e Tabela 27, apresentando-se no Anexo IV o respetivo cálculo das incertezas.

Tabela 24 - Folha de cálculo utilizada para inserção de tarefas associada à medição para JC2.

ISO 9612		Evaluation of measurement uncertainties (Annex C)				Task-based measurement									
Data	For each task :	Use yellow cells	to enter the measured values L_p, A, eqT, mi and (if needed) a task name												
		Use green cells	to enter daily duration, in hours (ex : 7,5 for 7 h 30 min) ; indicate, at least, one value,												
		Use violet cells	to enter u_2 , uncertainty due to measuring instrumentation (see Annex C, Table C.5 : $u_2 = 0,7$ or $1,5$ dB)												
Results obtained from the input of data Daily noise level $L_{EX,8h} = 70.0$ Tasks defined Number 5 Duration total (h) 8.0	Task name	Task 1		Task 2		Task 3		Task 4		Task 5		Task 6		Task 7	
		Intervalos entre viagens		1ª Ida		1ª Volta		2ª Ida		2ª Volta					
	Sample number	Noise Levels (dB)	Task duration (h)	Noise Levels (dB)	Task duration (h)	Noise Levels (dB)	Task duration (h)	Noise Levels (dB)	Task duration (h)	Noise Levels (dB)	Task duration (h)	Noise Levels (dB)	Task duration (h)	Noise Levels (dB)	Task duration (h)
	1	66.9	1.60	72.5	1.60	69.9	1.60	69.3	1.60	69.7	1.60				
	2														
	3														
	4														
	5														
	6														
	7														
	8														
	9														
	10														
	11														
	12														
13															
14															
15															
Measur. Instrum.	u_2		u_2		u_2		u_2		u_2		u_2		u_2		
	0.7		0.7		0.7		0.7		0.7		0.7		0.7		
Number of measured values	1		1		1		1		1		0		0		
$L_{p,A,eqT,m}$: Energy average	66.9		72.5		69.9		69.3		69.7						
Standard uncertainty u_{1a}	0.0		0.0		0.0		0.0		0.0						
T_m : Duration of task m (h)	1.6		1.6		1.6		1.6		1.6						
Standard uncertainty u_{1b}	0.0		0.0		0.0		0.0		0.0						

Tabela 25 - Folha de cálculo da incerteza associada à medição de $L_{EX,8h}$, para JC2.

ISO 9612 Evaluation of measurement uncertainties (Annex C)
Task-based measurement

Uncertainties calculations

All values are calculated from the Task-input-data sheet

Daily noise exposure level		70.0	dB	Number of tasks					5	
Expanded uncertainty		1.0	dB	Total daily duration (h)					8.0	
Uncertainty budget	(reference)	Symbols, relations	Task 1	Task 2	Task 3	Task 4	Task 5	Task 6	Task 7	
Noise level	Standard uncertainty	(C.6)	$u_{1a,m}$	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0		
	Sensitivity coefficient	(C.4)	$c_{1a,m}$	0.10	0.35	0.19	0.2	0.2		
Duration	Standard uncertainty	(C.7)	$u_{1b,m}$	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0		
	Sensitivity coefficient	(C.5)	$c_{1b,m}$	0.26	0.96	0.53	0.5	0.5		
Uncertainty contribution of noise levels			$c_{1a,m} \cdot u_{1a,m}$	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0		
Uncertainty contribution of tasks durations			$c_{1b,m} \cdot u_{1b,m}$	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0		
Uncert. contr. of measuring instrumentation			$c_{1a,m} \cdot u_{2,m}$	0.07	0.25	0.14	0.1	0.1		
Uncert. contr. of measurement position			$c_{1a,m} \cdot u_3$	0.10	0.35	0.19	0.2	0.2		
Results			Task name	Task 1	Task 2	Task 3	Task 4	Task 5	Task 6	Task 7
				Intervalos	1ª Ida	1ª Volta	2ª Ida	2ª Volta		
Mean Noise level (dB)		(9.3 : (7))	$L_{p,A,eqT,m}$	66.9	72.5	69.9	69.3	69.7		
Duration (h)		(9.2 : (5))	Tm	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6		
Contribution of task m to $L_{EX,8h}$		(9.4 : (8))	$L_{EX,8h,m}$	59.9	65.5	62.9	62.3	62.7		
Uncertainty contribution	Noise level		$(c_{1a,m} \cdot u_{1a,m})^2$	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0		
	Duration		$(c_{1b,m} \cdot u_{1b,m})^2$	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0		
	Measuring instrumentation		$(c_{1a,m} \cdot u_{2,m})^2$	0.00	0.06	0.02	0.0	0.0		
	Measurement position		$(c_{1a,m} \cdot u_3)^2$	0.01	0.13	0.04	0.0	0.0		
	Sum per task m		$u^2(L_{EX,8h})_m$	0.01	0.19	0.06	0.0	0.1		
Sum for all tasks		(C.3)	$u^2(L_{EX,8h}) =$	0.35						
Combined standard uncertainty			$u(L_{EX,8h})$	0.6	dB	Expanded uncertainty				
Daily noise exposure level		(C.2)	$L_{EX,8h} =$	70.0	dB	$U(L_{EX,8h}) = 1,65 \cdot u(L_{EX,8h}) =$				
						1.0 dB				

Tabela 26 – Valores de $L_{EX,8h}$ associados a cada monitorização e respetiva incerteza, nos percursos A, B e C.

Percurso	Condutor	Tipo de autocarro	$L_{EX,8h}$	Incert.	$L_{EX,8h} + \text{incert.}$	$L_{EX,8h} - \text{incert.}$
A	A	Mini Bus	70,2	1,0	71,2	69,2
	B		72,0	0,9	68,5	71,1
	C		72,3	0,9	73,2	71,4
	D		72,7	0,9	73,6	71,8
	E		71,2	1,0	72,2	70,2
	F		71,8	1,0	72,8	70,8
B	G	Mini Bus	70,4	1,0	71,4	69,4
	H		75,7	0,9	76,6	74,8
	I		71,1	1,1	72,2	70,0
	J		72,5	1,0	73,5	71,5
	K		68,3	1,0	69,3	67,3
	L		74,1	1,0	75,1	73,1
C	G	2 Pisos	70,5	0,9	71,4	69,6
	H		72,4	0,9	73,3	71,5
	I		68,9	0,9	69,8	68,0
	J		69,8	1,0	70,8	68,8
	K		69,2	1,0	70,2	68,2
	L		70,0	1,0	71,0	69,0
C	G	Articulado	69,2	0,9	70,1	68,3
	H		70,9	0,9	71,8	70,0
	I		68,3	0,9	69,2	67,4
	J		70,0	1,0	71,0	69,0
	K		69,9	1,0	70,9	68,9
	L		70,7	0,9	71,6	69,8
C	G	Standard	73,2	1,0	74,2	72,2
	H		71,6	1,0	72,6	70,6
	I		69,9	0,9	70,8	69,0
	J		72,6	0,9	73,5	71,7
	K		71,6	0,9	72,5	70,7
	L		70,9	1,0	71,9	69,9

Tabela 27 – Valores de $L_{EX,8h}$ associados a cada monitorização e respetiva incerteza, no percurso D.

Percurso	Condutor	Tipo de autocarro	$L_{EX,8h}$	Incert.	$L_{EX,8h} + \text{incert.}$	$L_{EX,8h} - \text{incert.}$
D	A	2 Pisos	69,4	0,9	70,3	68,5
	B		68,7	1,0	69,7	67,7
	C		72,6	1,0	73,6	71,6
	D		69,4	1,0	70,4	68,4
	E		69,9	1,0	70,9	68,9
	F		74,7	0,9	75,6	73,8
D	A	Articulado	67,6	0,9	68,5	66,7
	B		69,8	1,0	70,8	68,8
	C		75,4	1,0	76,4	74,4
	D		70,2	1,0	71,2	69,2
	E		66,9	0,9	67,8	66,0
	F		70,9	1,1	72,0	69,8
D	A	Standard	69,9	0,9	70,8	69,0
	B		71,0	0,9	71,9	70,1
	C		74,6	1,8	76,4	72,8
	D		72,2	1,0	73,2	71,2
	E		71,0	1,0	72,0	70,0
	F		70,2	1,0	71,2	69,2

4.4 Análise dos dados para deteção de padrões

Como um dos objetivos deste trabalho engloba a deteção de padrões de propagação de ruído, houve a necessidade de preparar os dados para esse fim. Assim, procedeu-se à análise de cada espectro, correspondente a cada tarefa individualmente, nomeadamente 1ª Ida, 1ª Volta, 2ª Ida e 2ª Volta, denominadas de agora em diante respetivamente 1, 2, 3 e 4, uma vez que o *software* dB Trait, permitia, extrair o espectro correspondente a cada uma das tarefas, da monitorização global.

Para a análise do espectro foi tido em conta os pontos mais relevantes, tendo por base as anotações realizadas na ficha de campo, que constam do Anexo I. Tendo-se seguido atribuído um código de cores que representava cada uma das observações.

Os pontos tidos em consideração para análise do espectro foram:

- Deslocação em empedrado (verde), asfalto (amarelo) ou piso misto (bordô, circulação em simultâneo em asfalto e empedrado);
- Inclinações: ascendentes (azul claro) ou descendentes (amarelo torrado);
- Paragem para entrada/saída de passageiros (rosa);
- Semáforo (vermelho);
- Trânsito (cinzento, corresponde a momentos de paragem de circulação devido a diversos fatores, como congestionamento na circulação, carros mal-estacionados);
- Passadeira (azul escuro, corresponde a momentos de paragem para passagem de peões);
- Cedência de passagem (verde escuro, corresponde ao respeito pelas regras de trânsito em que se inclui cedências de passagem, cruzamentos e sinais de STOP).

A análise dos espectros foi realizada em bandas de 1/3 oitava, na frequência de 63 Hz, que era a banda que melhor exprimir visualmente os fenómenos atrás descritos com apoio das anotações das fichas de campo.

Da Figura 37 à Figura 40 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso A, no autocarro *Mini Bus*.

Assim, na Figura 37 exemplificam-se as ocorrências durante o percurso A, no autocarro *Mini Bus*, durante a 1ª Ida, com o motorista A.

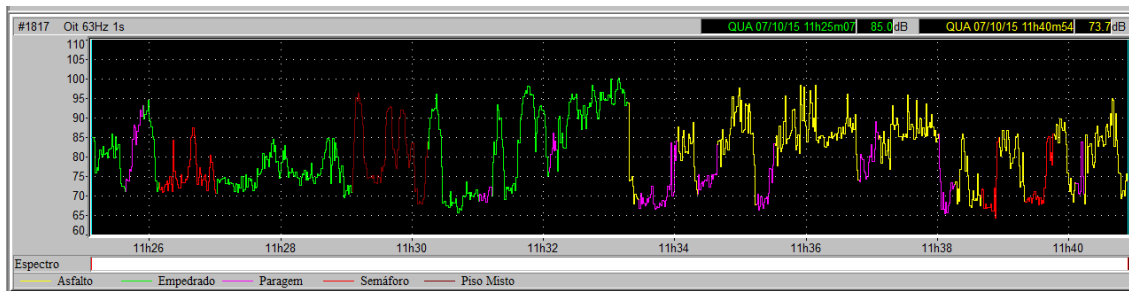


Figura 37 - Gráfico com análise do espectro da monitorização AA11.

Na Figura 38 exemplificam-se as ocorrências durante o percurso A, no autocarro *Mini Bus*, durante a 1ª Volta, com o motorista A.

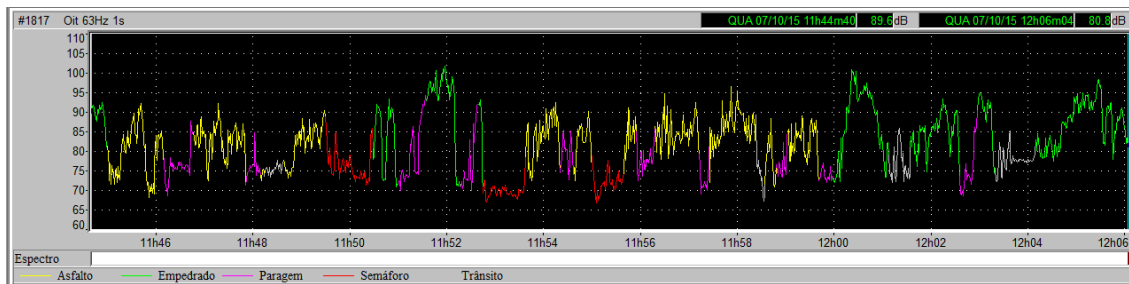


Figura 38 - Gráfico com análise do espectro da monitorização AA12.

Na Figura 39 exemplificam-se as ocorrências durante o percurso A, no autocarro *Mini Bus*, durante a 2ª Ida, com o motorista A.

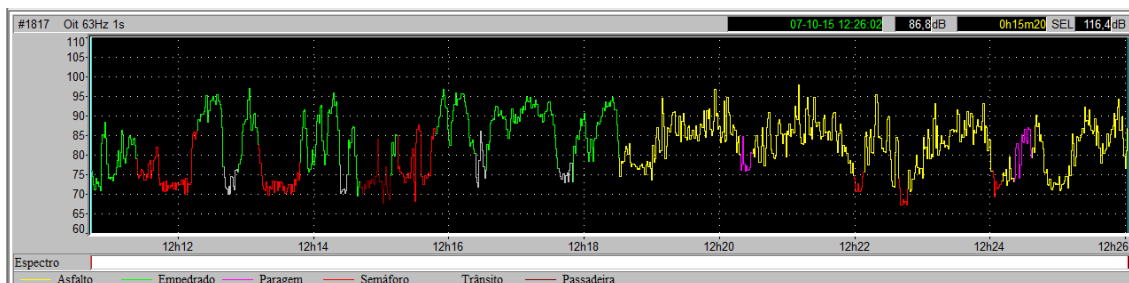


Figura 39 - Gráfico com análise do espectro da monitorização AA13.

Na Figura 40 exemplificam-se as ocorrências durante o percurso A, no autocarro *Mini Bus*, durante a 2ª Volta, com o motorista A.

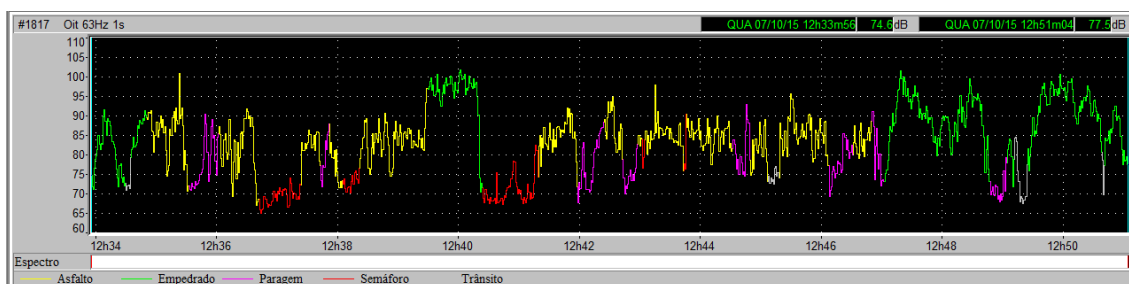


Figura 40 - Gráfico com análise do espectro da monitorização AA14.

No Anexo V encontram-se os gráficos com a análise do espectro da totalidade das monitorizações. Nas Figura 41 a Figura 44, encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso B, no autocarro *Mini Bus*.

Assim, na Figura 41 exemplificam-se as ocorrências durante o percurso B, no autocarro *Mini Bus*, durante a 1ª Ida, com o motorista J.

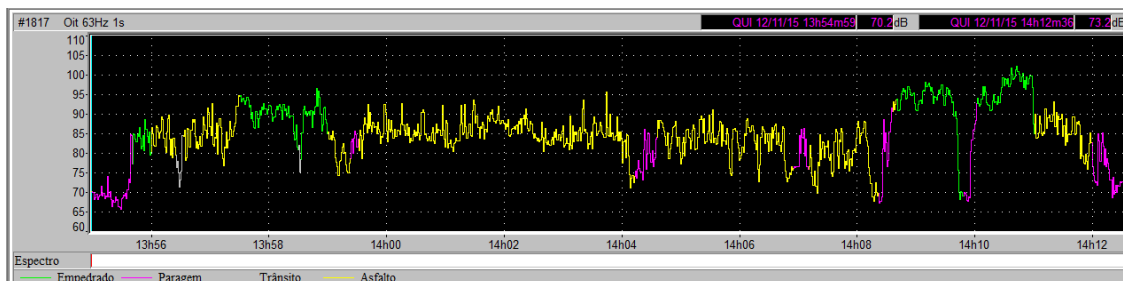


Figura 41 - Gráfico com análise do espectro da monitorização JB11.

Na Figura 42 exemplificam-se as ocorrências durante o percurso B, no autocarro *Mini Bus*, durante a 1ª Volta, com o motorista J.

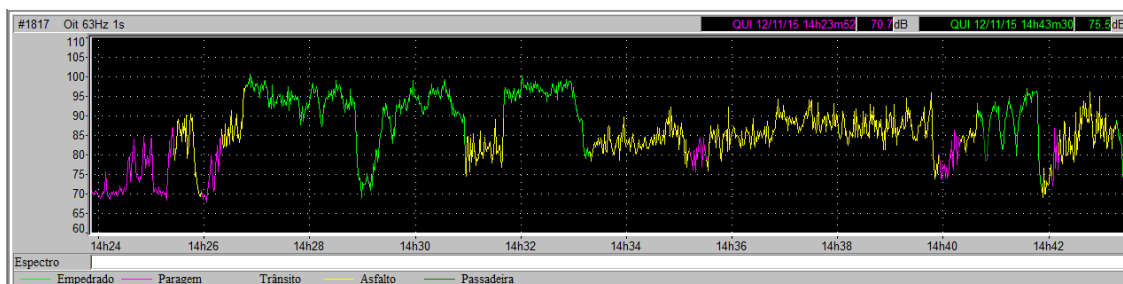


Figura 42 - Gráfico com análise do espectro da monitorização JB12.

Na Figura 43 exemplificam-se as ocorrências durante o percurso B, no autocarro *Mini Bus*, durante a 2ª Ida, com o motorista J.

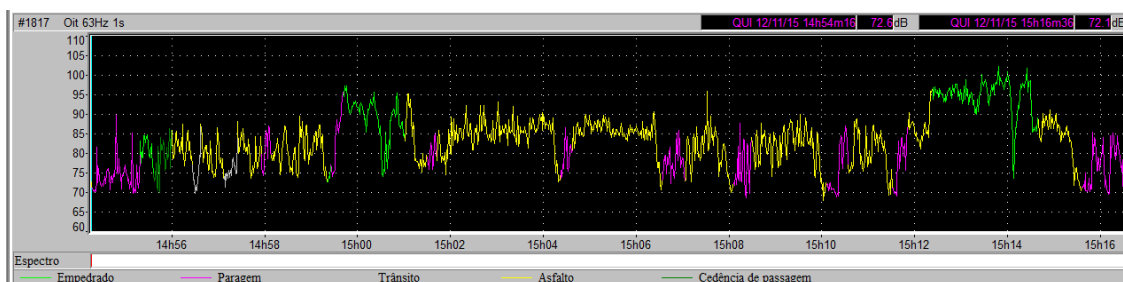


Figura 43 - Gráfico com análise do espectro da monitorização JB13.

Na Figura 44 exemplificam-se as ocorrências durante o percurso B, no autocarro *Mini Bus*, durante a 2ª Volta, com o motorista J.

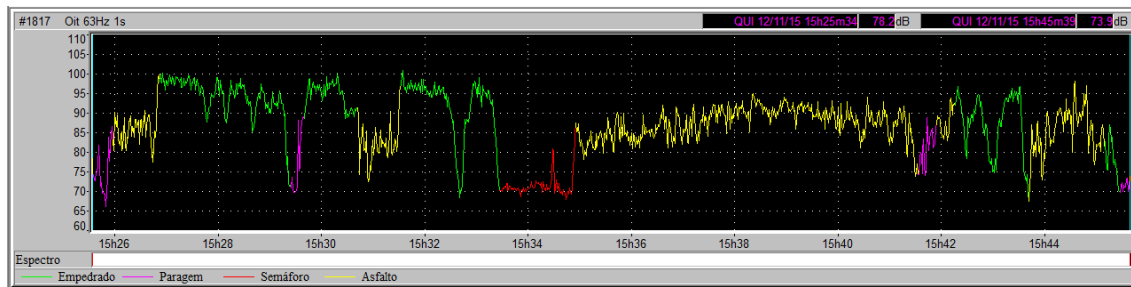


Figura 44 - Gráfico com análise do espectro da monitorização JB14.

Nas Figura 45 a Figura 48 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso C, no autocarro de 2 Pisos.

Assim, na Figura 45 exemplificam-se as ocorrências durante o percurso C, no autocarro de 2 Pisos, durante a 1ª Ida, com o motorista K.

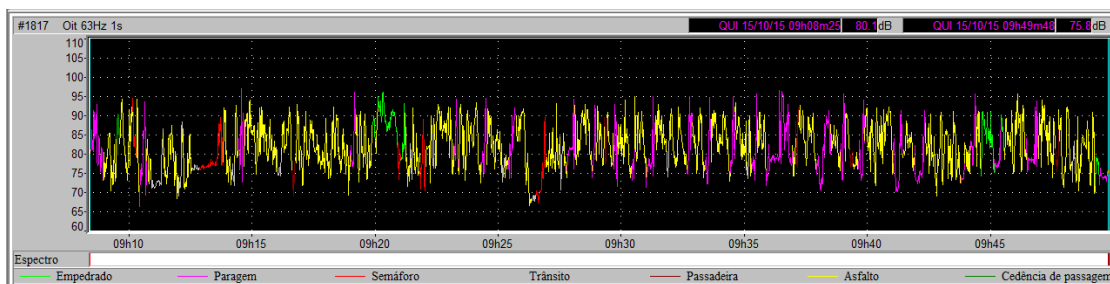


Figura 45 - Gráfico com análise do espectro da monitorização KC21.

Na Figura 46 exemplificam-se as ocorrências durante o percurso C, no autocarro de 2 Pisos, durante a 1ª Volta, com o motorista K.

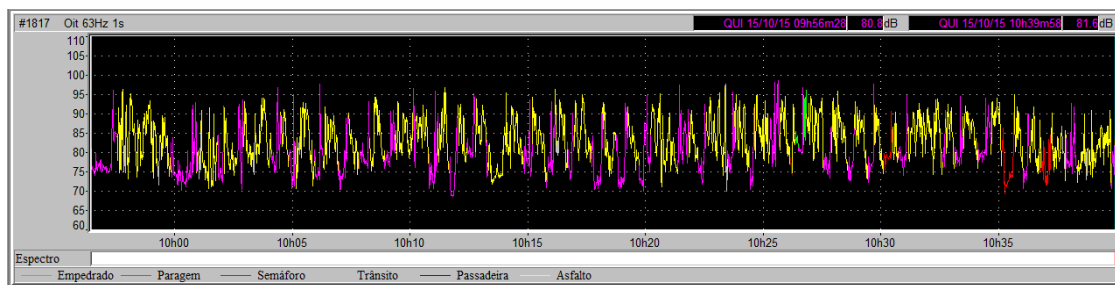


Figura 46 - Gráfico com análise do espectro da monitorização KC22.

Na Figura 47 exemplificam-se as ocorrências durante o percurso C, no autocarro de 2 Pisos, durante a 2ª Ida, com o motorista K.

Na Figura 48 exemplificam-se as ocorrências durante o percurso C, no autocarro de 2 Pisos, durante a 2ª Volta, com o motorista K.

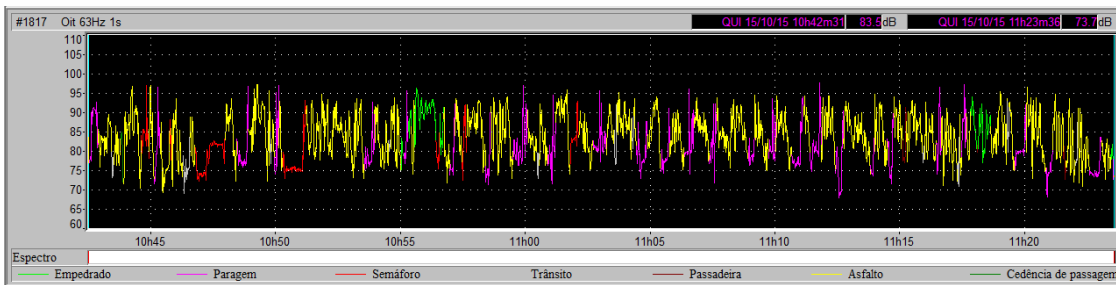


Figura 47 - Gráfico com análise do espectro da monitorização KC23.

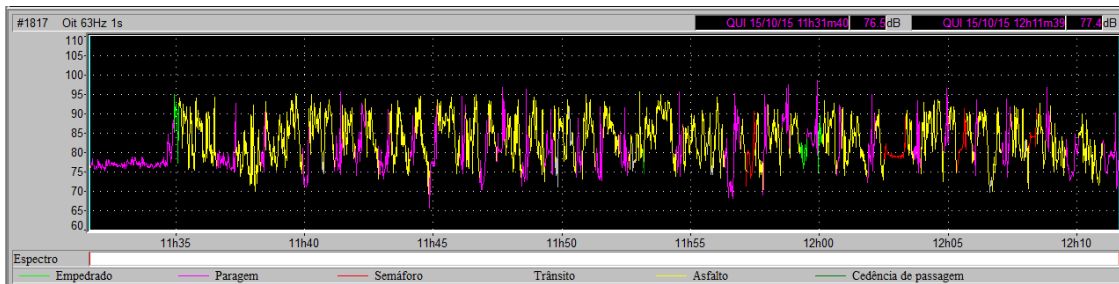


Figura 48 - Gráfico com análise do espectro da monitorização KC24.

Nas Figura 49 à Figura 52 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso C, no autocarro Articulado.

Assim na Figura 49 exemplificam-se as ocorrências durante o percurso C, no autocarro de Articulado, durante a 1ª Ida, com o motorista K.

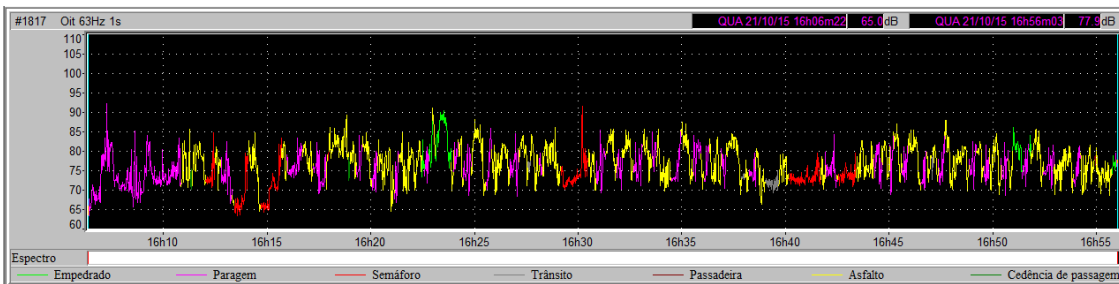


Figura 49 - Gráfico com análise do espectro da monitorização KC31.

Na Figura 50 exemplificam-se as ocorrências durante o percurso C, no autocarro de Articulado, durante a 1ª Volta, com o motorista K.

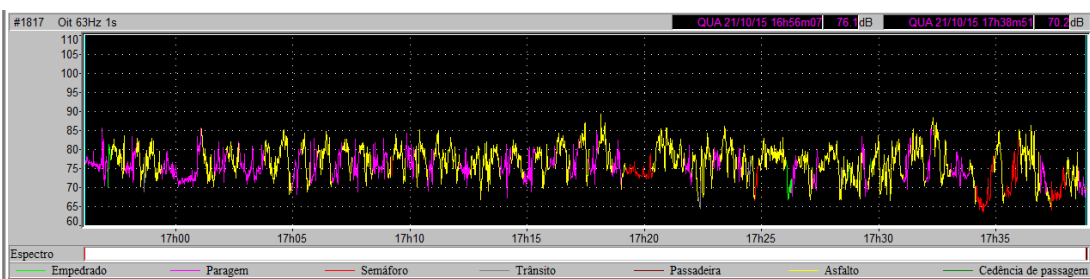


Figura 50 - Gráfico com análise do espectro da monitorização KC32.

Na Figura 51 exemplificam-se as ocorrências durante o percurso C, no autocarro de Articulado, durante a 2ª Ida, com o motorista K.

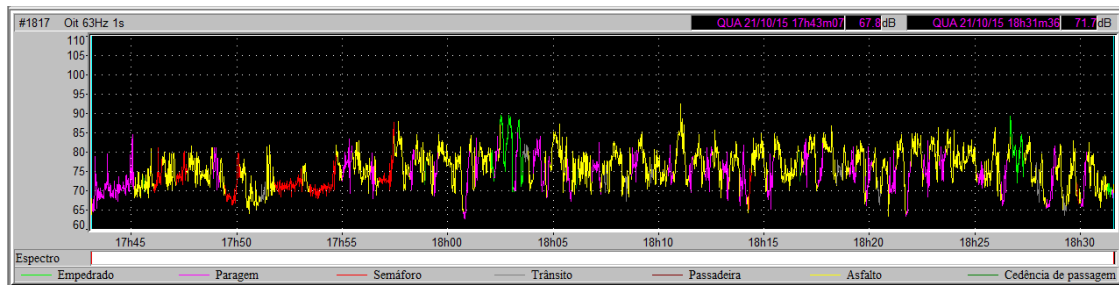


Figura 51 - Gráfico com análise do espectro da monitorização KC33.

Na Figura 52 exemplificam-se as ocorrências durante o percurso C, no autocarro de Articulado, durante a 2ª Volta, com o motorista K.

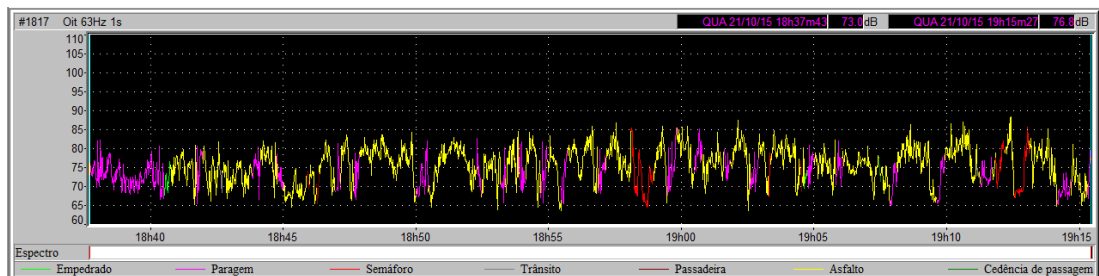


Figura 52 - Gráfico com análise do espectro da monitorização KC34.

Nas Figura 53 à Figura 56 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso C, no autocarro *Standard*. Assim, na Figura 53 exemplificam-se as ocorrências durante o percurso C, no autocarro de *Standard*, durante a 1ª Ida, com o motorista K.

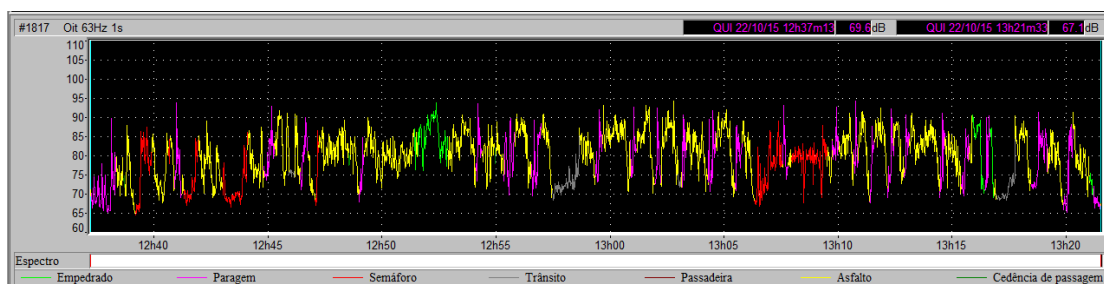


Figura 53 - Gráfico com análise do espectro da monitorização KC41.

Na Figura 54 exemplificam-se as ocorrências durante o percurso C, no autocarro de *Standard*, durante a 1ª Volta, com o motorista K.

Na Figura 55 exemplificam-se as ocorrências durante o percurso C, no autocarro de *Standard*, durante a 2ª Ida, com o motorista K.

Na Figura 56 exemplificam-se as ocorrências durante o percurso C, no autocarro de *Standard*, durante a 2ª Volta, com o motorista K.

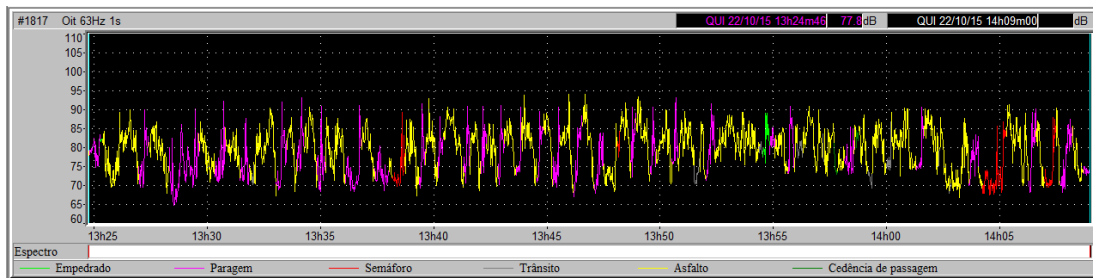


Figura 54 - Gráfico com análise do espectro da monitorização KC42.

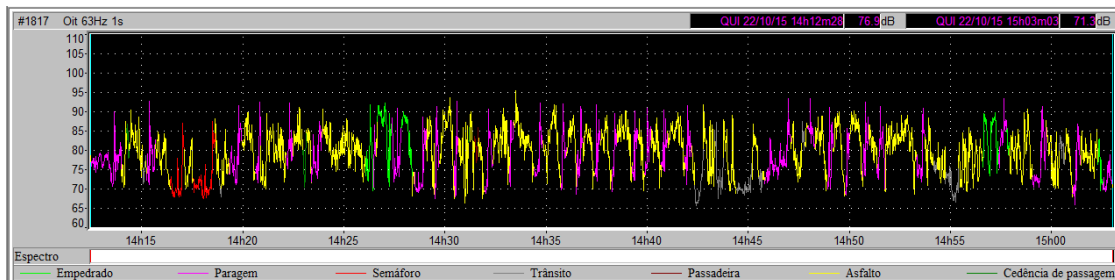


Figura 55 - Gráfico com análise do espectro da monitorização KC43.

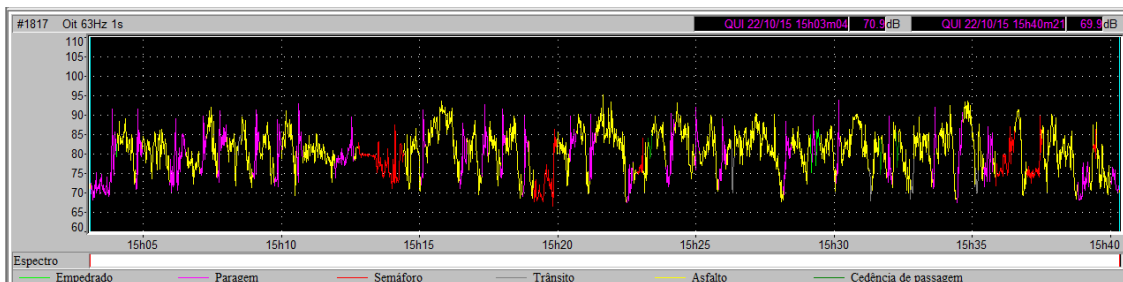


Figura 56 - Gráfico com análise do espectro da monitorização KC44.

Nas Figura 57 a Figura 60 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso D, no autocarro de 2 Pisos.

Assim, na Figura 57 exemplificam-se as ocorrências durante o percurso D, no autocarro de 2 Pisos, durante a 1ª Ida, com o motorista E.

Na Figura 58 exemplificam-se as ocorrências durante o percurso D, no autocarro de 2 Pisos, durante a 1ª Volta, com o motorista E.

Na Figura 59 exemplificam-se as ocorrências durante o percurso D, no autocarro de 2 Pisos, durante a 2ª Ida, com o motorista E.

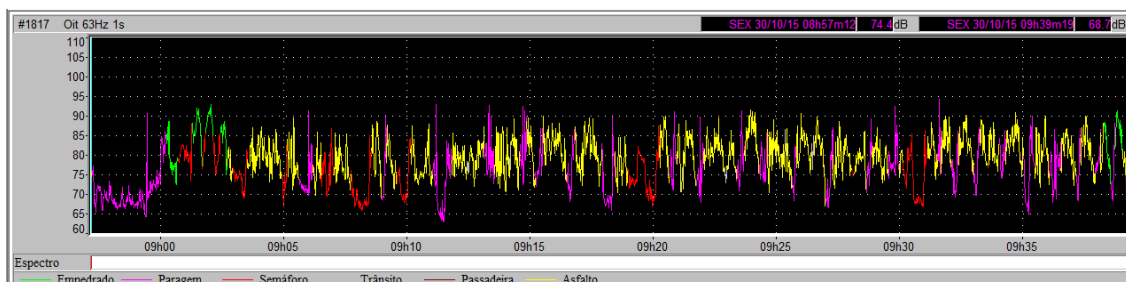


Figura 57 - Gráfico com análise do espectro da monitorização ED21.

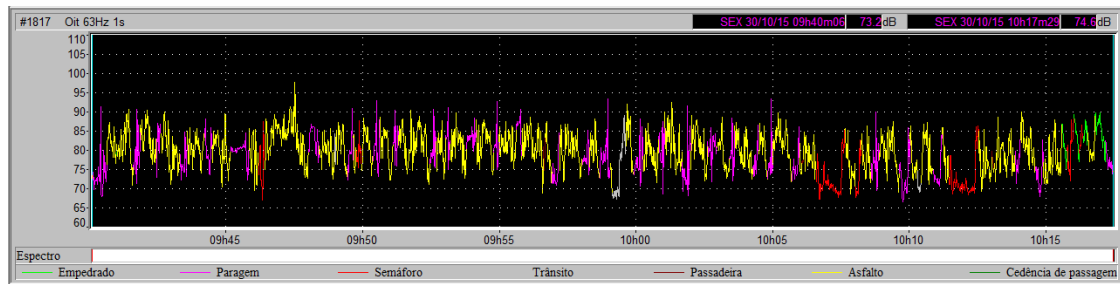


Figura 58 - Gráfico com análise do espectro da monitorização ED22.

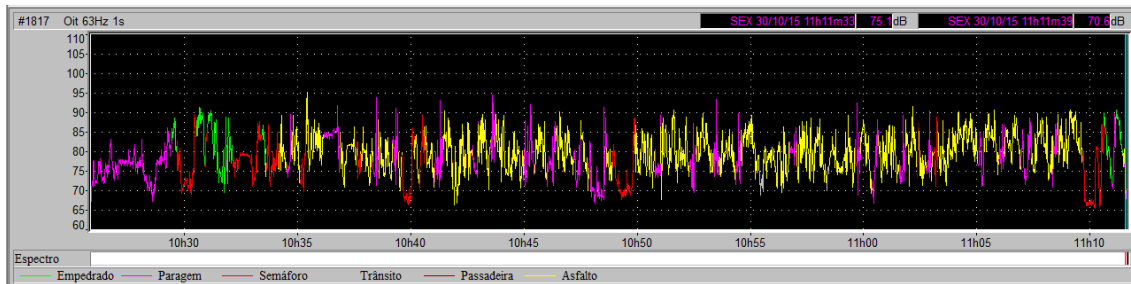


Figura 59 - Gráfico com análise do espectro da monitorização ED23.

Na Figura 60 exemplificam-se as ocorrências durante o percurso D, no autocarro de 2 Pisos, durante a 2ª Volta, com o motorista E

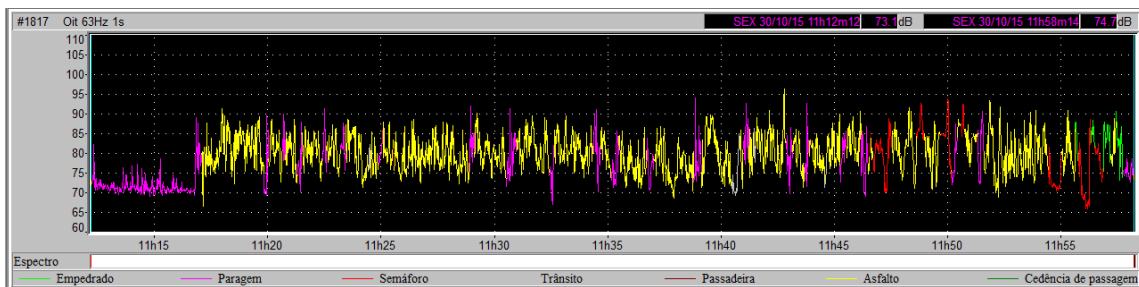


Figura 60 - Gráfico com análise do espectro da monitorização ED24.

Nas Figura 61 a Figura 64 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso D, no autocarro Articulado.

Assim, na Figura 61 exemplificam-se as ocorrências durante o percurso D, no autocarro Articulado, durante a 1ª Ida, com o motorista E.

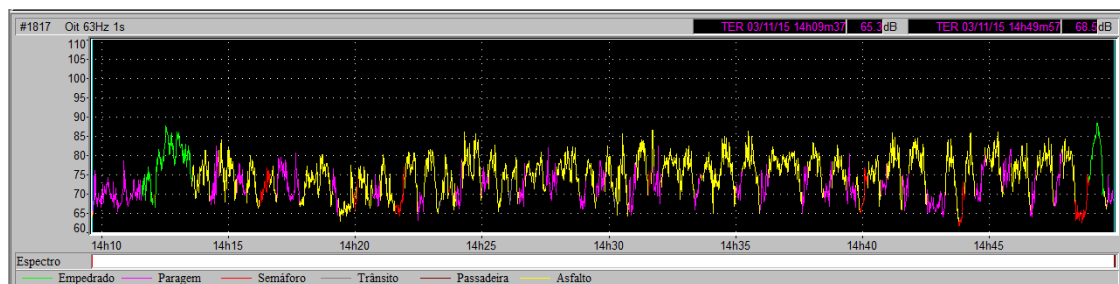


Figura 61 - Gráfico com análise do espectro da monitorização ED31.

Na Figura 62 exemplificam-se as ocorrências durante o percurso D, no autocarro Articulado, durante a 1ª Volta, com o motorista E.

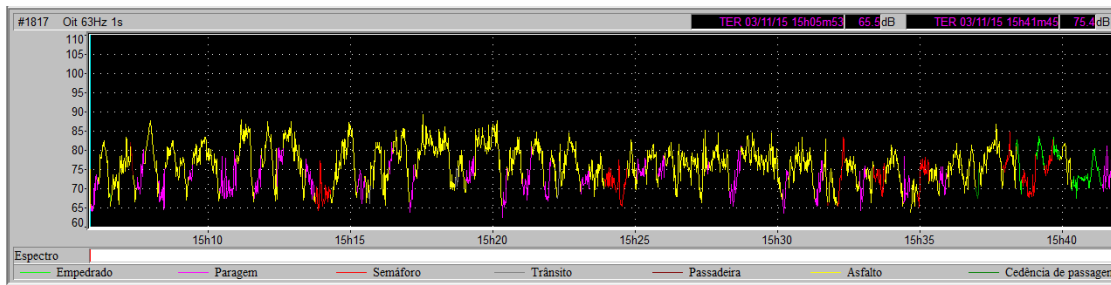


Figura 62 - Gráfico com análise do espectro da monitorização ED32.

Na Figura 63 exemplificam-se as ocorrências durante o percurso D, no autocarro Articulado, durante a 2ª Ida, com o motorista E.

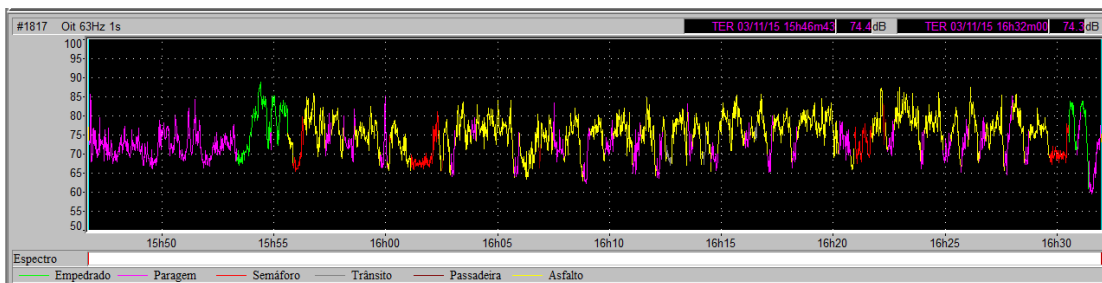


Figura 63 - Gráfico com análise do espectro da monitorização ED33.

Na Figura 64 exemplificam-se as ocorrências durante o percurso D, no autocarro Articulado, durante a 2ª Volta, com o motorista E.

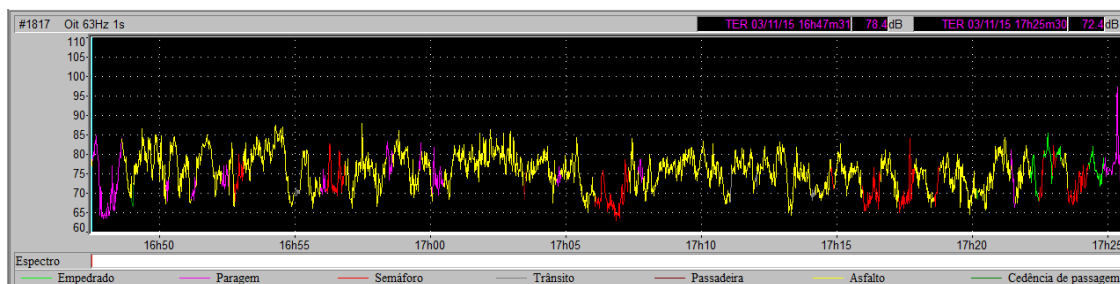


Figura 64 - Gráfico com análise do espectro da monitorização ED34.

Nas Figura 65 a Figura 64 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso D, no autocarro *Standard*. Assim, na Figura 65 exemplificam-se as ocorrências durante o percurso D, no autocarro *Standard*, durante a 1ª Ida, com o motorista E.

Na Figura 66 exemplificam-se as ocorrências durante o percurso D, no autocarro *Standard*, durante a 1ª Volta, com o motorista E.

Na Figura 67 exemplificam-se as ocorrências durante o percurso D, no autocarro *Standard*, durante a 2ª Ida, com o motorista E.



Figura 65 - Gráfico com análise do espectro da monitorização ED41.

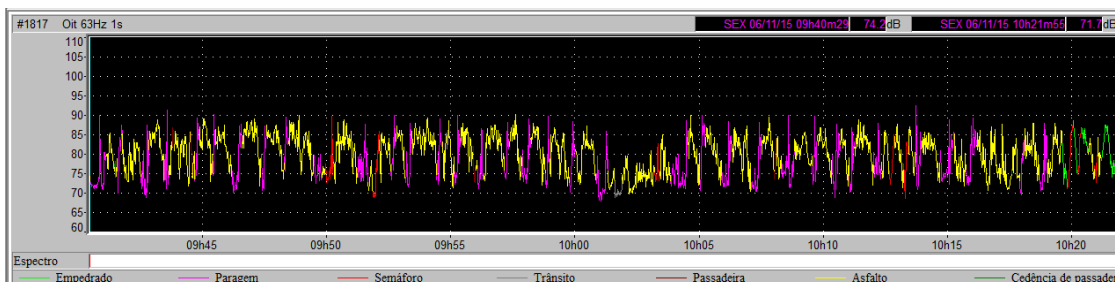


Figura 66 - Gráfico com análise do espectro da monitorização ED42.

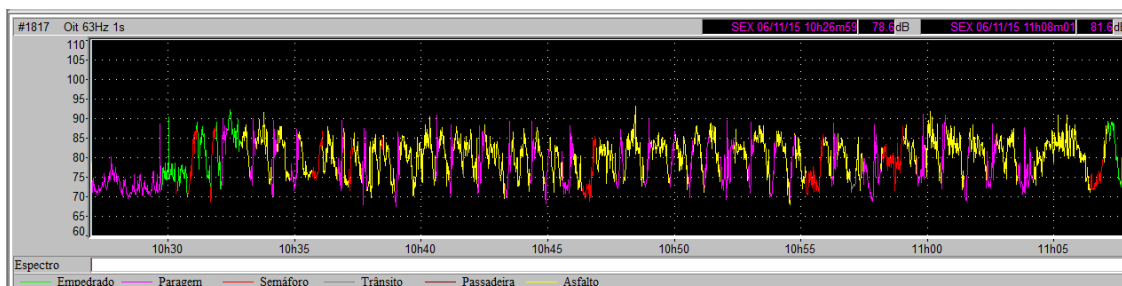


Figura 67 - Gráfico com análise do espectro da monitorização ED43.

Na Figura 68 exemplificam-se as ocorrências durante o percurso D, no autocarro *Standard*, durante a 2ª Volta, com o motorista E. A análise que se apresentou foi efetuada nas mesmas condições para todas amostras.

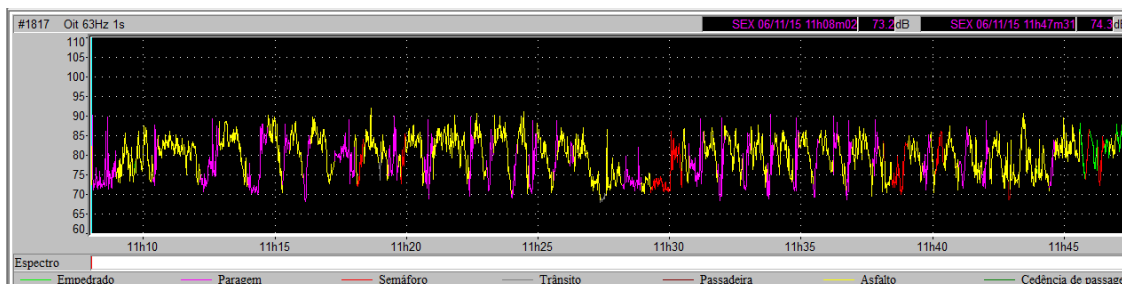


Figura 68 - Gráfico com análise do espectro da monitorização ED44.

De forma a observar numericamente os valores de L_{Eq} , observados em cada momento identificado, nas ocorrências identificadas no decorrer da viagem, quer em período de deslocação, período de paragem, com apoio do software dB Trait, procedeu-se à compilação dos valores para cada uma das diferentes observações, em resumo na Tabela 28.

Tabela 28 –Valores de L_{eq} por ocorrências durante as viagens.

Codificação	AA11	AA12	AA13	AA14	BA11	...	FD42	FD43	FD44
Asfalto	71,6	68,9	69,1	71,4	72,6	...	69,0	69,0	69,9
Empedrado	72,0	73,9	71,1	75,1	73,8	...	67,9	70,3	69,2
Paragem	67,7	66,4	67,8	68,0	71,8	...	67,8	68,2	69,7
Semáforo	63,0	67,7	62,8	64,3	70,7	...	62,3	65,2	63,9
Piso Misto	70,9	-	-	-	-	...	-	-	-
Trânsito	-	67,7	60,1	62,8	-	...	63,3	64,0	63,1
Passadeira	-	-	58,5	-	68,6	...	-	-	70,1
Travagem	-	-	-	-	-	...	-	-	-
Cedência de passagem	-	-	-	-	-	...	62,7	-	69,1

Porém, de forma a progredir na análise dos dados, permitindo uma análise de pormenor, procedeu-se à análise dos primeiros 15 minutos de cada espectro, identificando outros fenómenos importantes que se passaram durante esse período da monitorização, tais como, a deslocação em subida ou descida, a circulação numa rotunda, circulação em túnel ou em via rápida e cuja representação se encontra nas Figura 69 à Figura 72 nas quais se exemplifica a análise da caracterização do piso e de outras ocorrências durante o percurso A, no autocarro *Mini Bus*.

Assim, na Figura 69 exemplificam-se a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso A, no autocarro *Mini Bus*, durante a 1ª Ida, com o motorista A.

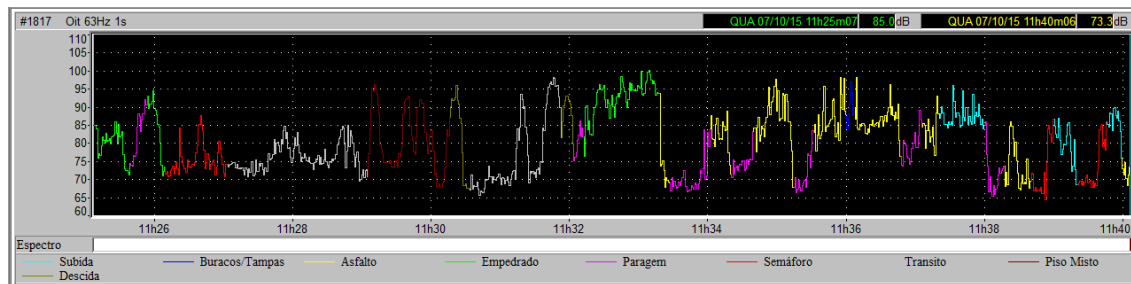


Figura 69 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização AA11.

Na Figura 70 exemplificam-se a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso A, no autocarro *Mini Bus*, durante a 1ª Volta, com o motorista A.

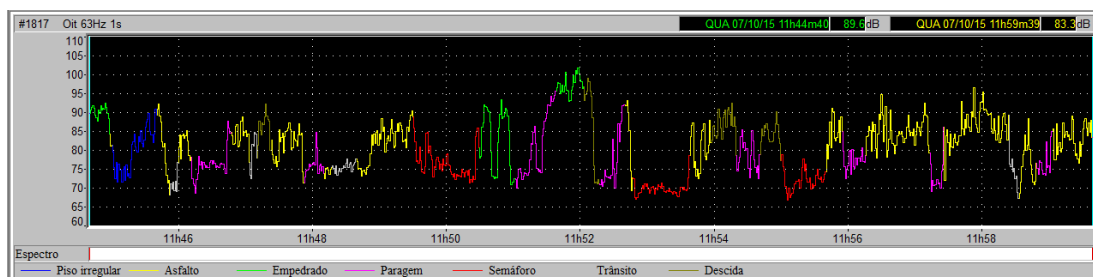


Figura 70 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização AA12.

Na Figura 71 exemplificam-se a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso A, no autocarro *Mini Bus*, durante a 2ª Ida, com o motorista A.

Na Figura 72 exemplificam-se a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso A, no autocarro *Mini Bus*, durante a 2ª Volta, com o motorista A.

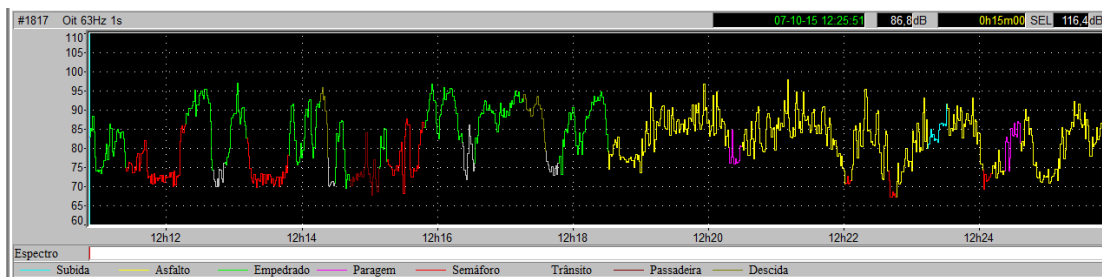


Figura 71 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização AA13.

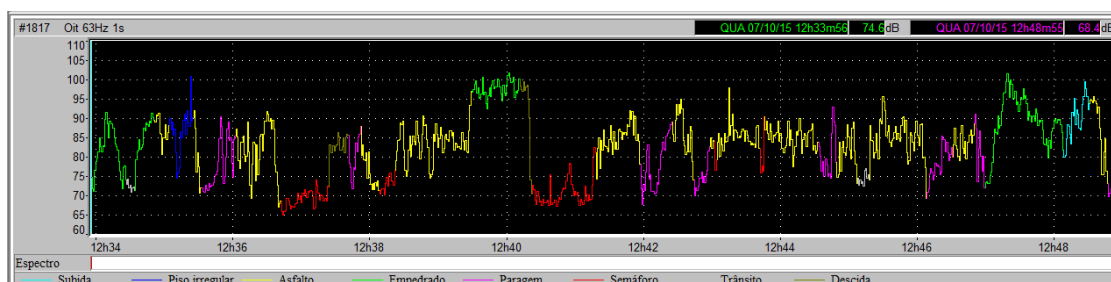


Figura 72 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização AA14.

No Anexo VI encontram-se os gráficos relativos aos primeiros 15 minutos do espectro da totalidade das monitorizações.

Nas Figura 73 à Figura 76 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso B, no autocarro *Mini Bus*. Assim, na Figura 73 exemplificam-se as ocorrências durante o percurso B, no autocarro *Mini Bus*, durante a 1ª Ida, com o motorista J.

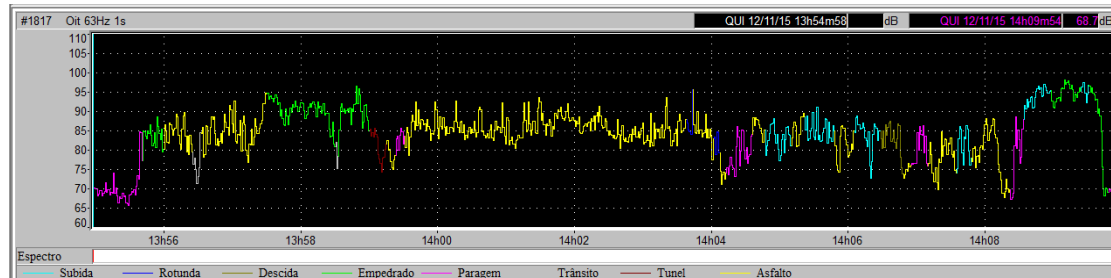


Figura 73 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização JB11.

Na Figura 74 exemplificam-se a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso B, no autocarro *Mini Bus*, durante a 1ª Volta, com o motorista J.



Figura 74 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização JB12.

Na Figura 75 exemplificam-se a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso B, no autocarro *Mini Bus*, durante a 2ª Ida, com o motorista J.

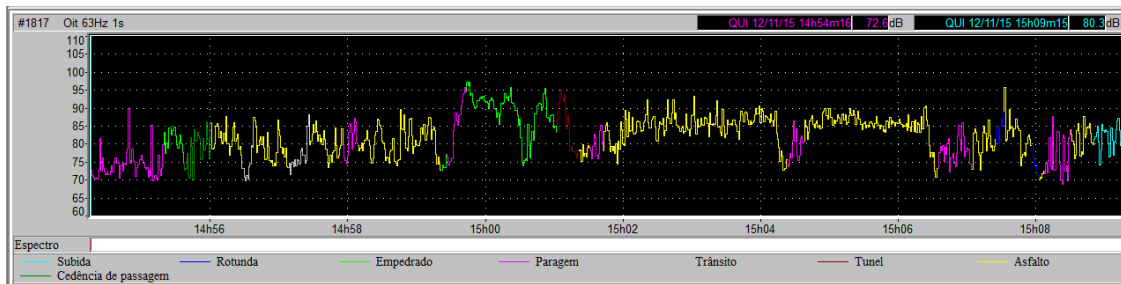


Figura 75 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização JB13.

Na Figura 76 exemplificam-se a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso B, no autocarro *Mini Bus*, durante a 2ª Volta, com o motorista J.

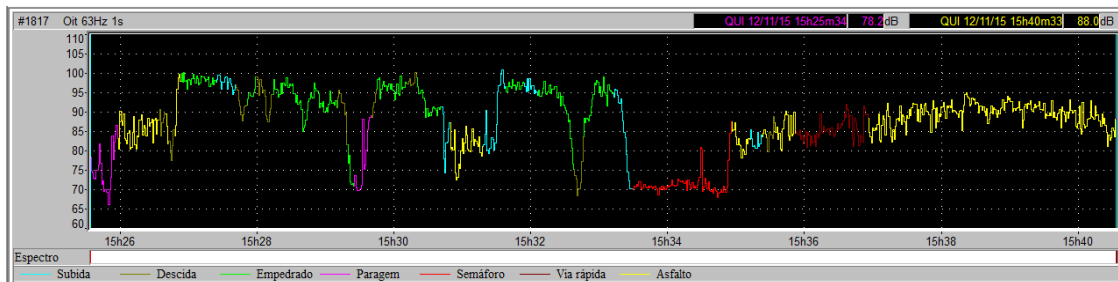


Figura 76 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização JB14.

Nas Figura 77 à Figura 80 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso C, no autocarro de 2 Pisos. Assim, na Figura 77 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso C, no autocarro de 2 Pisos, durante a 1ª Ida, com o motorista K.

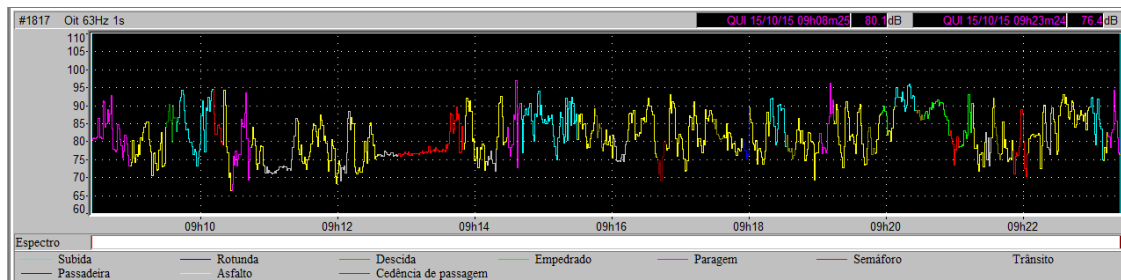


Figura 77 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização KC21.

Na Figura 78 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso C, no autocarro de 2 Pisos, durante a 1ª Volta, com o motorista K.

Na Figura 79 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso C, no autocarro de 2 Pisos, durante a 2ª Ida, com o motorista K.

Na Figura 80 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso C, no autocarro de 2 Pisos, durante a 2ª Volta, com o motorista K.

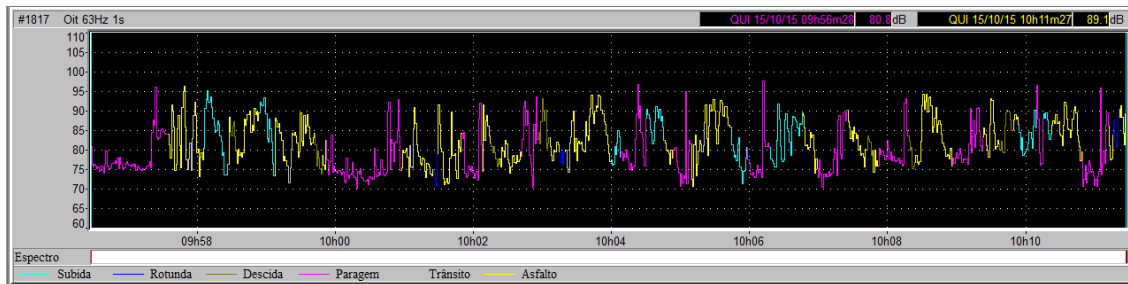


Figura 78 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização KC22.

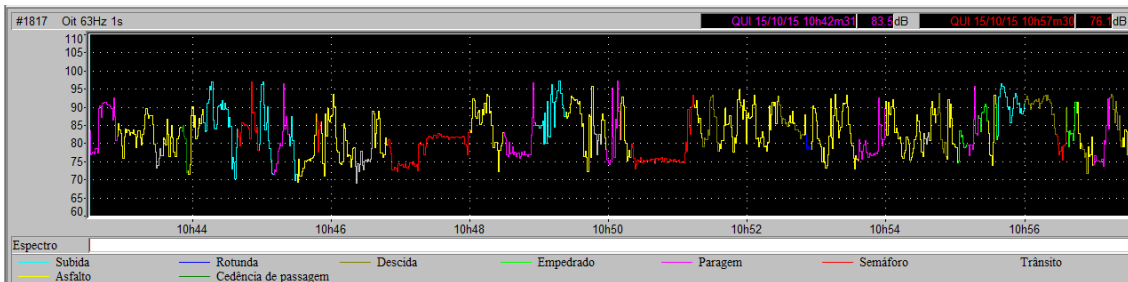


Figura 79 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização KC23.

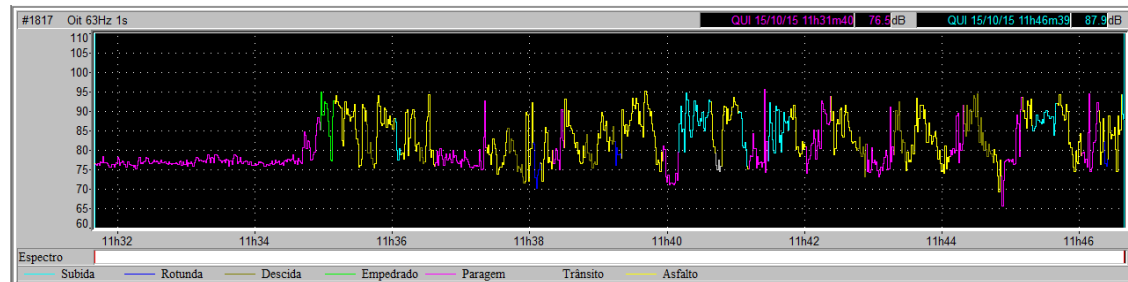


Figura 80 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização KC24.

Nas Figura 81 à Figura 84 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso C, no autocarro Articulado. Assim, na Figura 81 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso C, no autocarro Articulado, durante a 1ª Ida, com o motorista K.

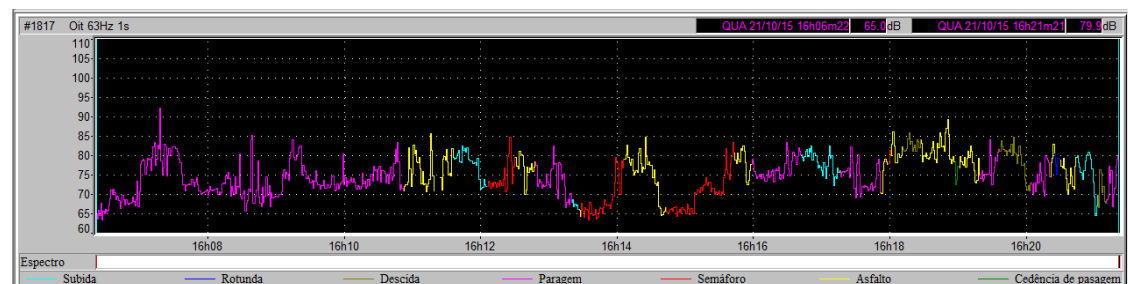


Figura 81- Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização KC31.

Na Figura 82 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso C, no autocarro Articulado, durante a 1ª Volta, com o motorista K.

Na Figura 83 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso C, no autocarro Articulado, durante a 2ª Ida, com o motorista K.

Na Figura 84 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso C, no autocarro Articulado, durante a 2ª Volta, com o motorista K.

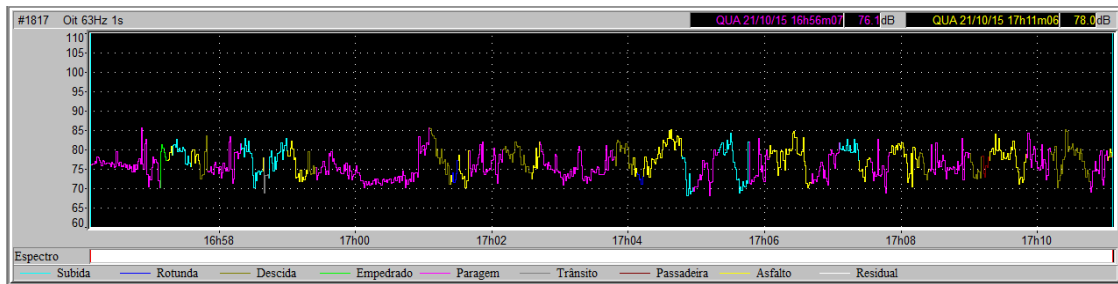


Figura 82 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização KC32.

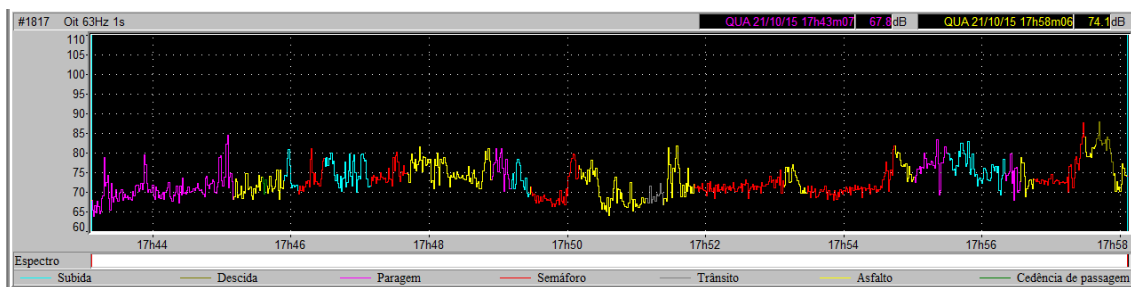


Figura 83 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização KC33.

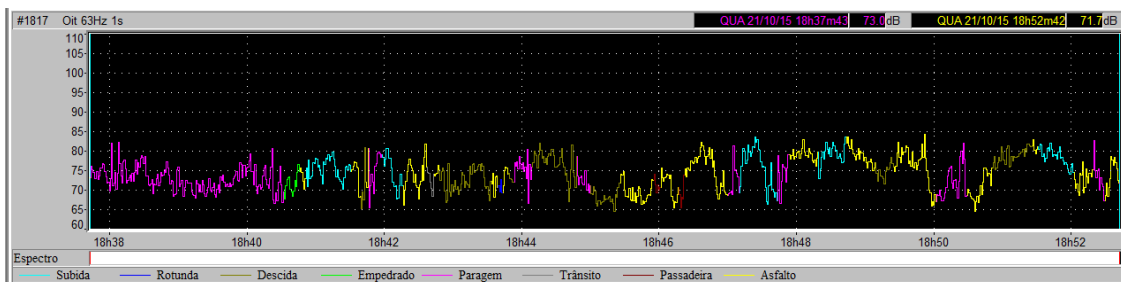


Figura 84 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização KC34.

Nas Figura 85 à Figura 88 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso C, no autocarro *Standard*. Assim, na Figura 85 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso C, no autocarro *Standard*, durante a 1ª Ida, com o motorista K.

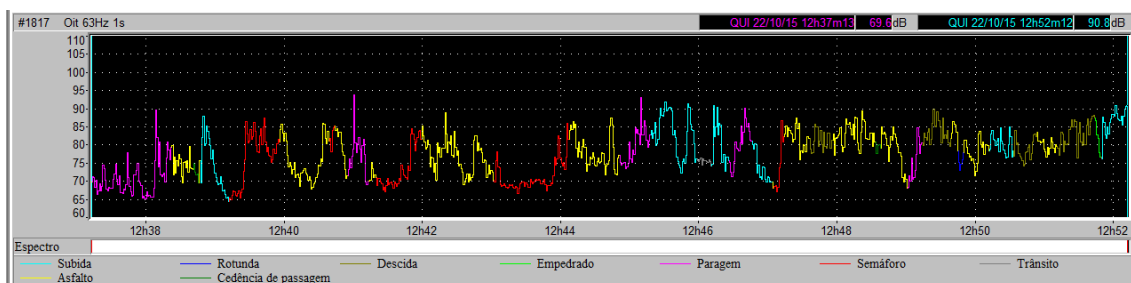


Figura 85 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização KC41.

Na Figura 86 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso C, no autocarro *Standard*, durante a 1ª Volta, com o motorista K.

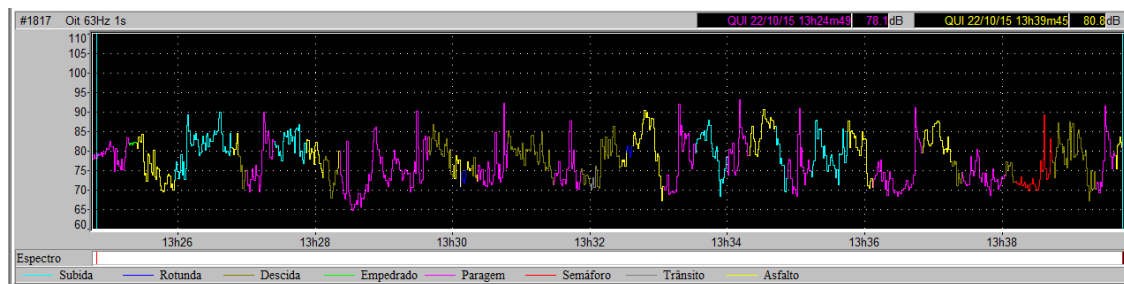


Figura 86 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização KC42.

Na Figura 87 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso C, no autocarro *Standard*, durante a 2ª Ida, com o motorista K.

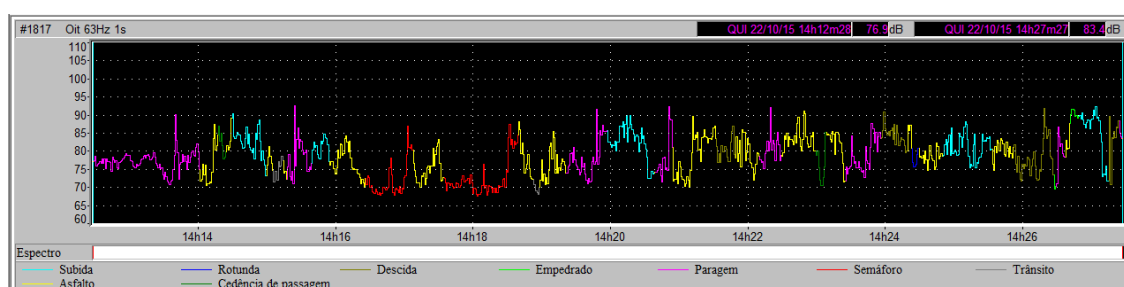


Figura 87 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização KC43.

Na Figura 88 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso C, no autocarro *Standard*, durante a 2ª Volta, com o motorista K.

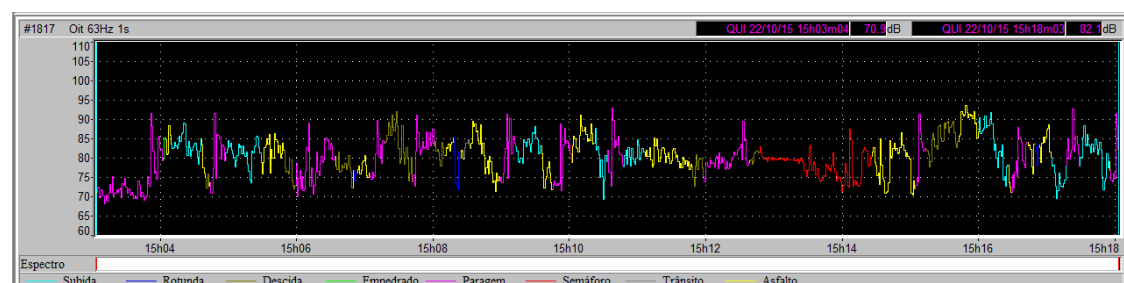


Figura 88 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização KC44.

Nas Figura 89 à Figura 92 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso D, no autocarro de 2 Pisos. Assim, na Figura 89 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso D, no autocarro de 2 Pisos, durante a 1ª Ida, com o motorista E.

Na Figura 90 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso D, no autocarro de 2 Pisos, durante a 1ª Volta, com o motorista E.

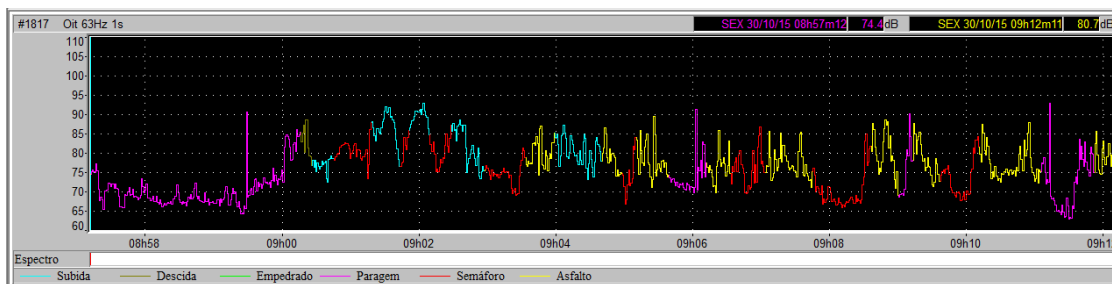


Figura 89 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização ED21.

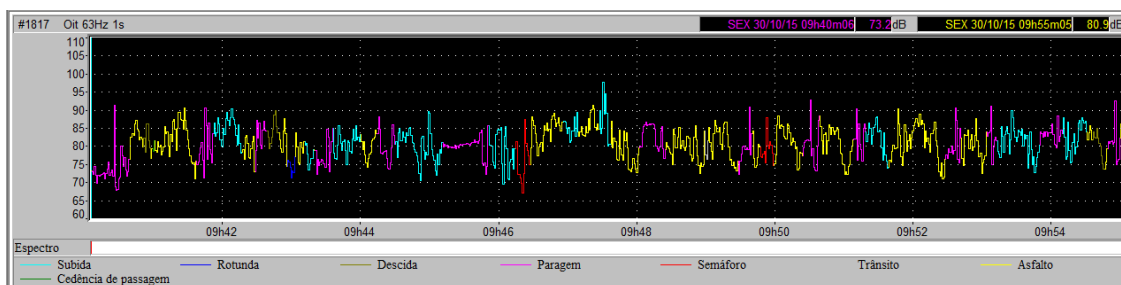


Figura 90 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização ED22.

Na Figura 91 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso D, no autocarro de 2 Pisos, durante a 2ª Ida, com o motorista E.

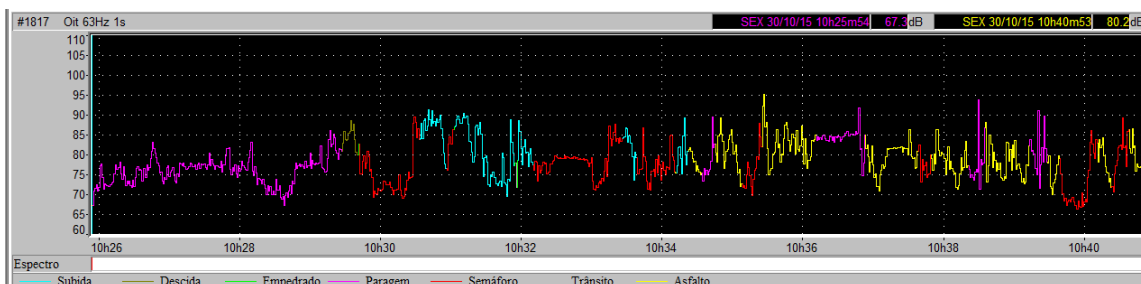


Figura 91 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização ED23.

Na Figura 92 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso D, no autocarro de 2 Pisos, durante a 2ª Volta, com o motorista E.

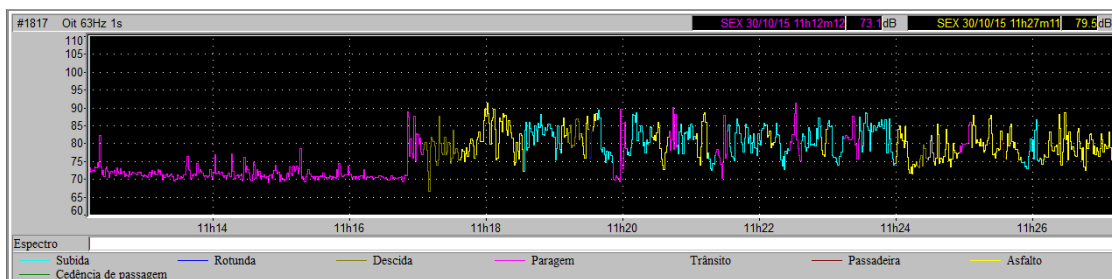


Figura 92 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização ED24.

Nas Figura 93 à Figura 96 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso D, no autocarro de Articulado. Assim, na Figura 93 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso D, no autocarro de Articulado, durante a 1ª Ida, com o motorista E.

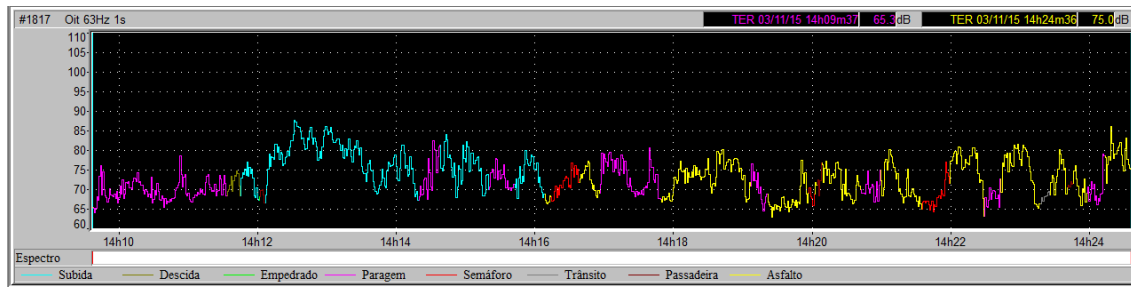


Figura 93 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização ED31.

Na Figura 94 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso D, no autocarro Articulado, durante a 1ª Volta, com o motorista E.

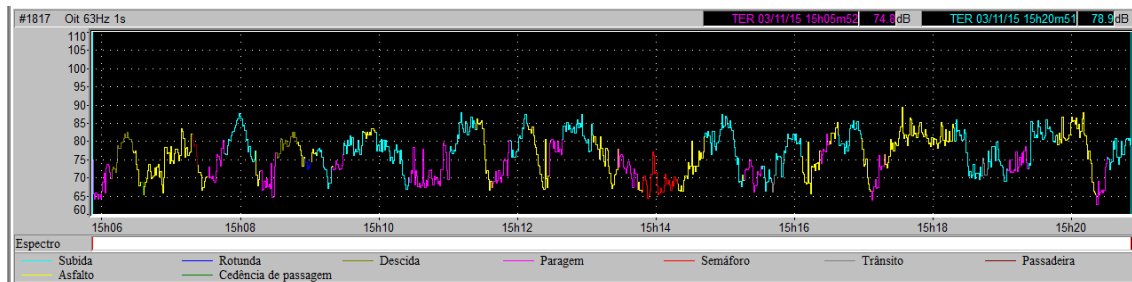


Figura 94 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização ED32.

Na Figura 95 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso D, no autocarro Articulado, durante a 2ª Ida, com o motorista E.

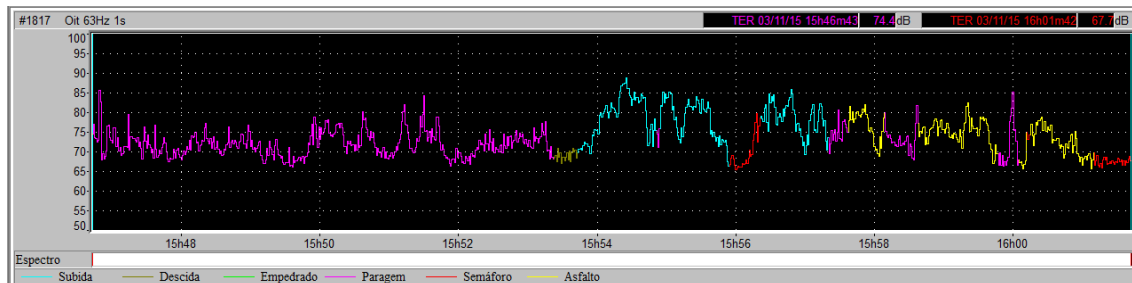


Figura 95 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização ED33.

Na Figura 96 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso D, no autocarro Articulado, durante a 2ª Volta, com o motorista E.

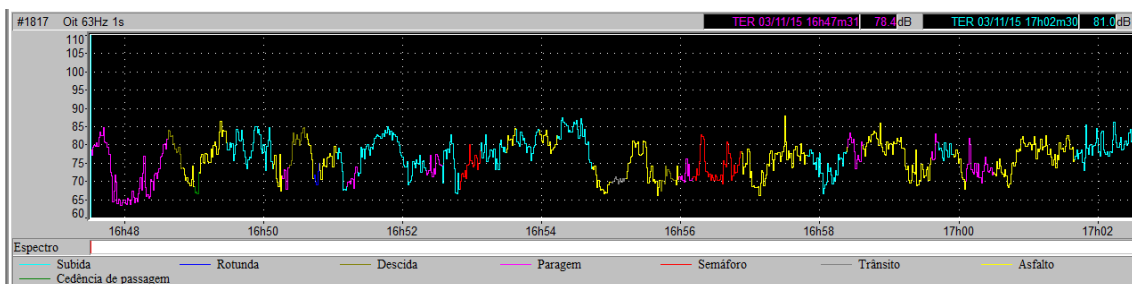


Figura 96 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização ED34.

Nas Figura 97 à Figura 100 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso D, no autocarro *Standard*. Assim, na Figura 89 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso D, no autocarro *Standard*, durante a 1ª Ida, com o motorista E.

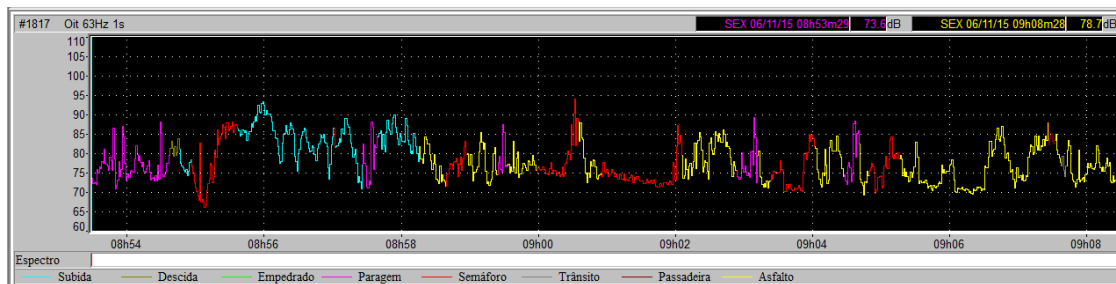


Figura 97 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização ED41.

Na Figura 98 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso D, no autocarro *standard*, durante a 1ª Volta, com o motorista E.



Figura 98 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização ED42.

Na Figura 99 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso D, no autocarro *standard*, durante a 2ª Ida, com o motorista E.

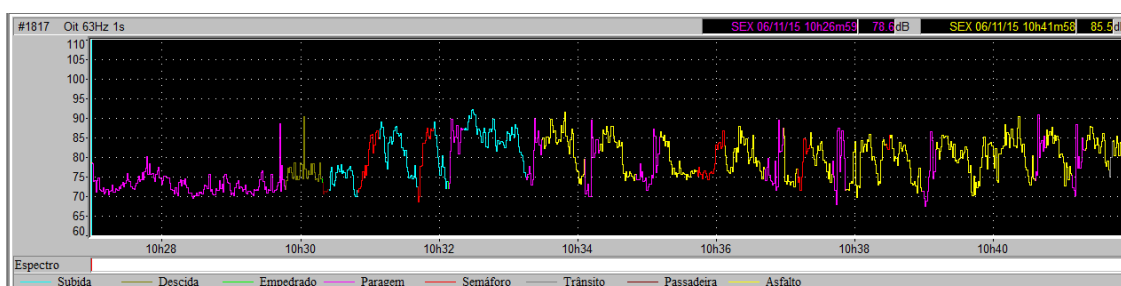


Figura 99 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização ED43.

Na Figura 100 encontra-se exemplificada a análise da caracterização do piso e outras ocorrências durante o percurso D, no autocarro *standard*, durante a 2ª Ida, com o motorista E.

A análise que se apresentou foi replicada nas mesmas condições para todas amostras.

E de forma a observar numericamente os valores de L_{Eq} , observados nos restantes fenómenos identificado, como, a deslocação em subida ou descida, a circulação numa rotunda, circulação em túnel ou em via rápida, procedeu-se à compilação dos valores para cada uma das diferentes observações, em resumo na Tabela 29.

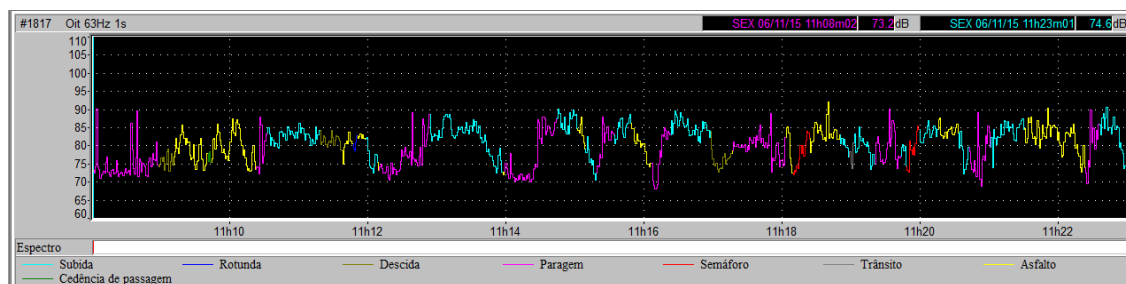


Figura 100 - Gráfico com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização ED44.

 Tabela 29 – Valores de L_{eq} por fenómenos durante os primeiros 15min de viagem.

Codificação	AA11	AA12	AA13	AA14	BA11	...	FD42	FD43	FD44
Subida	72,3	-	71,0	74,0	71,5	...	70,2	69,4	70,9
Buracos/Tampas	71,4	-	-	-	-	...	-	-	-
Asfalto	71,6	69,1	68,9	71,7	72,7	...	68,0	66,0	70,7
Empedrado	74,4	74,9	71,0	75,4	73,9	...	-	-	-
Paragem	68,1	67,2	67,3	68,4	72,0	...	67,5	68,3	69,9
Semáforo	63,4	67,7	62,9	64,1	70,3	...	60,4	65,7	62,5
Trânsito	68,9	61,7	60,1	62,0	-	...	62,5	-	-
Piso Misto	70,9	-	-	-	-	...	-	-	-
Descida	73,8	71,2	71,4	73,2	62,7	...	67,4	64,4	68,7
Passadeira	-	-	58,5	-	-	...	-	-	-
Piso irregular	-	65,8	-	70,6	-	...	-	-	-
Ultrapassagem	-	-	-	-	-	...	-	-	-
Travagem	-	-	-	-	-	...	-	-	-
Cedência de passagem	-	-	-	-	-	...	63,5	-	71,0
Túnel	-	-	-	-	-	...	-	-	-
Rotunda	-	-	-	-	-	...	66,2	-	65,4
Via rápida	-	-	-	-	-	...	-	-	-

4.5 Análise estatística dos dados

Na perspetiva de averiguar a relação entre as principais variáveis que se apresentavam no desenvolvimento do trabalho e que eram: doze motoristas, quatro modelos de autocarros, quatro percursos com características diferentes e quatro viagens realizadas em cada percurso (no mesmo percurso, 2 Idas e 2 Voltas), efetuaram-se uma série de testes aos resultados obtidos durante os primeiros 15 minutos de monitorização do ruído ao longo das várias conjugações possíveis destas variáveis, que foram compilados como se encontra transcrito na Tabela 30, para melhor aplicação dos diferentes testes. A opção por períodos predefinidos de duração igual (15 min) da totalidade das monitorizações efetuadas, com valores referentes a cada três segundos, permite a comparação, garantindo igual representatividade, dos diferentes percursos.

Tabela 30– Excerto dos dados recolhidos nas campanhas de amostragem de ruído e respetiva codificação (15 min).

Codificação	AA11	AA12	AA13	AA14	BA11	...	FD42	FD43	FD44
1	65,0	69,1	66,3	60,6	67,1	...	66,3	74,2	69,5
2	65,1	69,5	61,9	67,4	64,7	...	61,9	82,6	67,7
3	65,2	69,9	61,1	66,6	68,3	...	61,1	77,0	68,5
...
298	66,3	62,0	68,7	64,4	68,0	...	68,7	67,0	69,8
299	67,3	64,9	68,4	62,9	70,1	...	68,4	65,9	71,3
300	68,1	59,3	68,0	61,8	73,7	...	68,0	68,5	72,0

Assim, iniciou-se o tratamento dos dados pela verificação/confirmação de que estes seguiam uma distribuição normal. Seguiu-se depois a aplicação de Testes e metodologias que permitissem estabelecer as possíveis relações de dependência/correlação entre as variáveis.

4.5.1 Realização de histogramas e estatísticos básicos

Como primeiro passo no tratamento dos dados procurou-se avaliar, através da determinação dos estatísticos básicos, a consistência da informação recolhida. Nesta fase de crítica e pré-processamento de dados, a observação simultânea dos histogramas e dos indicadores estatísticos, permitiu uma primeira caracterização acerca do comportamento do motorista/percurso/tipo de autocarro associado a cada viagem. Os histogramas foram realizados com recurso ao Software dBTRait versão 5.1, que faz a passagem e tratamento dos dados recolhidos pelo Sonómetro 01 dB Blue Solo. Pelo fato de existirem amostras com tempos de monitorização bastante distintos, a abordagem inicial, implicou ainda uma outra sub-análise que considerou somente os 15 primeiros minutos de registos em cada percurso, uma vez que havia a necessidade de uniformizar o tempo de viagem, isto é, considerar o mesmo tempo em todas as monitorizações e assim poder comparar, em iguais circunstâncias temporais, os diferentes resultados. Os fatos atrás invocados não impediram, no entanto que, sempre que foi considerado oportuno e esclarecedor do comportamento do fenómeno em estudo, tenham sido considerados a totalidade dos registos, durante todo o tempo de duração dos percursos (percursos de duração variável, mas com uma média de aproximadamente 2h 30 min.).

Assim, de modo a complementar quantitativamente os resultados obtidos nos histogramas, aplicou-se aos dados outro tipo de testes que permitissem evoluir na análise dos mesmos.

4.5.2 Análise em Componentes Principais (ACP)

Procedeu-se de seguida, a um estudo estatístico multidimensional, Análise em Componentes Principais (ACP) através do programa ANDAD. Este tipo de análise baseia-se numa abordagem que permite analisar os dados tendo em conta o seu aspeto multidimensional, visto que o estudo isolado de cada variável ignora as ligações que eventualmente existem entre as variáveis e que constituem frequentemente o aspeto mais importante. Esta técnica no domínio da estatística multidimensional, designada por Análise Exploratória de Dados, no sentido de Benzécri, (Benzécri & et al, 1973) onde não existem os tradicionais condicionalismos paramétricos e distribucionais impostos pela estatística clássica, mas antes se pretende descrever as eventuais estruturas relacionais fortes entre as diferentes colunas (leia-se variáveis ou tetra-nómio motorista/percurso/autocarro/viagem) da matriz de input. Este tipo de análise baseia-se numa abordagem que permite analisar os dados tendo em conta o seu aspeto multidimensional, visto que o estudo isolado de cada variável ignora as ligações que eventualmente existem entre as variáveis e que constituem frequentemente o aspeto mais importante da investigação. Caracteriza-se por um conjunto de técnicas de processamento de dados cujo suporte técnico, bem definido no domínio da Estatística Multidimensional e da Álgebra Linear, tem por fim não só sumariar a informação de partida segundo um pequeno número de “fatores” (eixos fatoriais), mas também num plano mais vasto que implica a individualização de grupos de indivíduos ou propriedades com elevada similitude relativamente a um critério definido *à priori*.

O objetivo principal do ACP é substituir as variáveis originais por um número menor de variáveis que são função das variáveis originais. A ACP consiste na determinação de uma transformação ortogonal das variáveis originais para um novo conjunto de variáveis não correlacionadas que são obtidas em ordem decrescente de importância. As novas variáveis, chamadas de componentes, são combinações lineares das variáveis originais. Em geral, espera-se que as primeiras componentes,

chamados componentes principais (em número menor do que o de variáveis originais) compreendam a maior parte da variação total no conjunto de dados originais tal que a dimensionalidade efetiva dos dados pode ser reduzida.

A opção feita por esta metodologia de Análise em Componentes Principais (ACP), a aplicar ao tratamento teve em linha de conta os seguintes factos:

- A ACP tem o seu campo de aplicação preferencial em tabelas de números reais, resultantes de medidas;
- A ACP atua numa matriz de correlação que permite a pesquisa de “fatores” que melhor expliquem as proximidades e oposições entre indivíduos e variáveis;
- A ACP é um método que permite obter representações gráficas, não implicando “à priori” um modelo estatístico, isto é, qualquer tipo de distribuição teórica das variáveis;
- Os “fatores” obtidos, organizados por ordem decrescente da sua importância para a explicação da tabela de partida, constituem um sistema de eixos ortogonais onde é possível visualizar, sob a forma gráfica, as projeções das variáveis ou indivíduos, aplicando o critério de considerar uma variável ou indivíduo relacionado com o eixo (fator) sempre que a sua coordenada com esse eixo for superior a 0,5.

4.5.3 Teste de ajustamento de Kolmogorov-Smirnov

Investigado e interpretado pela ACP o sistema de inter-relações entre algumas das variáveis em estudo e no seguimento de algumas referências bibliográficas (Portela & Zannin, 2010) efetuaram-se testes de ajustamento de Kolmogorov-Smirnov, cujos objetivos e pressupostos, foram o de averiguar se os registos de cada viagem (num total de 191 conjunto de dados) poderiam ser considerados como proveniente de uma população com distribuição normal. Respeitando os condicionalismos imposto a este teste (Stephens, 1974), foram testadas duas Hipóteses:

H₀: Os dados recolhidos aleatoriamente provêm de uma população com distribuição normal;

H₁: Os dados recolhidos aleatoriamente não provêm de uma população com distribuição normal.

Da aplicação do teste obtêm-se um valor de desvio máximo (diferença entre os valores de probabilidades esperados pela função de distribuição teórica e os valores de probabilidades observados no conjunto dos registos) que posteriormente é confrontado com um valor de desvio máximo crítico (obtido em função do nível de significância e do número de registos em cada amostra). No caso concreto deste estudo foram tidas em conta duas significâncias diferentes, uma com o $\alpha = 0,01$ e outra com o valor de $\alpha = 0,05$. Os valores em análise, são obtidos pela diferença entre o valor de cada amostra e o valor médio das mesmas, dividido pelo desvio padrão.

Se o valor absoluto máximo das diferenças obtidas (desvio máximo) for inferior ao valor obtido para o desvio crítico, então os dados levarão à aceitação da hipótese H₀, pelo que os dados seguem uma distribuição normal.

4.5.4 Análise de Variância (ANOVA)

Por último, com o auxílio do *EXCEL* e considerando todos os passos metodológicos anteriores, recorrendo à função de análise de dados, aplicou-se uma Análise de Variância (ANOVA). Trata-se de um teste estatístico amplamente difundido que visa fundamentalmente verificar se existe uma diferença significativa entre o comportamento mediano de diferentes conjuntos de observações (estas diferenças são analisadas por comparação de variâncias – duas estimativas independentes da variância comum, variância residual e variância grupal).

A ideia básica da Análise da Variância consiste na comparação da variância grupal, motivadas pela ação de um grupo, com variância residual devida a causas aleatórias. Se a diferença entre estas variâncias é significativa, o grupo exerce uma influência considerável no conjunto dos dados. Neste caso as médias dos valores observados em cada grupo (médias grupais) também se diferenciam significativamente (Fiúza, 2003).

O teste de ANOVA testa a importância de um ou mais fatores comparando as médias das variáveis de resposta em diferentes níveis dos fatores. A hipótese nula afirma que todas as médias das populações (médias dos níveis dos fatores) são iguais, enquanto a hipótese alternativa afirma que pelo menos uma é diferente. Para efetuar uma ANOVA, é necessário haver uma variável de resposta contínua e pelo menos um fator categórico com dois ou mais níveis. As análises feitas pelo teste de ANOVA exigem dados de populações aproximadamente normalmente distribuídas com variâncias iguais entre fatores.

Este mesmo teste, foi aplicado por (Nadri, et al., 2012), (Nassiri, Ebrahimi, Monazzam, Rahimi, & Shalkouhi, 2014), (Portela & Zannin, 2010) e (Lopes, Otowinz, Lopes, Lauris, & Santos, 2012).

5 DISCUSSÃO

5.1 Dados monitorizados

Observando os gráficos em bruto das amostras recolhidas presentes nas Figura 21 à Figura 28 e restantes representadas na totalidade no Anexo II, verifica-se a existência de gráficos/espectros com configurações diferentes, facto que é consequência da duração total da monitorização, que se verifica ser distinta de percurso para percurso, como pode ser comprovado na Tabela 7 - Tempos médios dos percursos.

Por forma a ser mais perceptível a análise dos parâmetros de referência recolhidos *vide* Tabela 20 - Resumo dos dados “em bruto” da monitorização de ruído nos percursos C e D. e Tabela 21 - Resumo dos dados “em bruto” da monitorização de ruído nos percursos A e B., nomeadamente o nível sonoro contínuo equivalente L_{Aeq} (dB(A)), procedeu-se à realização de médias por tipo de percurso e tipo de autocarro, que se encontram compiladas na Tabela 31.

Tabela 31 – Valores médios de L_{Aeq} .

	Médias L_{Aeq}				Média por percurso
	<i>Mini Bus</i>	2 Pisos	Articulado	<i>Standard</i>	
Percurso A	71,8	-	-	-	71,8
Percurso B	72,3	-	-	-	72,3
Percurso C	-	70,1	70,0	71,7	70,6
Percurso D	-	71,4	71,2	71,6	71,4
Média por tipo de autocarro	72,1	70,8	70,6	71,7	-

Face aos parâmetros de referência recolhidos, verifica-se que para cada tipo de autocarro apresenta níveis médios de nível sonoro contínuo equivalente diferente em cada percurso. Sendo o L_{Aeq} (dB(A)) mais elevado no percurso B, com o autocarro *Mini Bus* e o mais baixo no percurso C com o autocarro do tipo Articulado.

Tendo por base a Tabela 7 - Tempos médios dos percursos., os percursos monitorizados apresentavam características de pavimento bastante distintas, variando entre asfalto, empedrado e piso misto, embora maioritariamente caracterizados pela presença de asfalto, também se verificava a presença de empedrado, em maior percentagem nos percursos A e B.

Analisando comparativamente a caracterização do pavimento com as médias de L_{Aeq} (dB(A)) recolhidas, representadas na Tabela 31, para o mesmo tipo de autocarro, em percursos diferentes, verificamos que os percursos com uma maior incidência de piso empedrado, apresentam valores médios de nível sonoro contínuo equivalente superiores. No entanto, o percurso A que tem maior percentagem de piso empedrado em relação ao B não é o que apresenta o valor mais elevado. Por outro lado, observando comparativamente o percurso C com o D, e partindo do pressuposto que o percurso D apresenta maior percentagem de piso empedrado, os níveis sonoros médios de L_{Aeq} para os tipos de autocarro 2 Pisos, Articulado e *Standard* são respetivamente, 71,4 dB(A), 71,2 dB(A) e 71,7 dB(A).

Por tudo isto, podemos afirmar que as características do percurso, tipo de pavimento, influência o nível de ruído monitorizado.

Analisando o facto de em cada grupo de seis motoristas, um deles ser do sexo feminino, não permite evidenciar diferença nos valores analisados, uma vez que se encontram dentro dos valores médios da amostra.

Tendo ainda em linha de conta a comparação entre todos os percursos em estudo verifica-se que é o no percurso C que se identifica o menor valor médio de L_{Aeq} , e no percurso B, que se identifica o maior valor médio de L_{Aeq} .

5.2 Tratamento dos dados

Observando os gráficos da análise por tarefas das monitorizações presentes nas Figura 29 à Figura 36 e restantes representadas na totalidade no Anexo III, fica evidenciada a existência de gráficos/espectros com configurações diferentes, assim como as causas que levam a essa diferença. Das tarefas identificadas, que se definiu denominar de: intervalos entre viagens, 1ª Ida, 1ª Volta, 2ª Ida e 2ª Volta, a tarefa que se identifica visualmente de forma mais nítida é a tarefa de “intervalos entre viagens”, que representa o tempo de espera para dar início às diferentes viagens, de modo a cumprir o horário disponibilizado aos passageiros, em que apenas se encontra no interior do autocarro o motorista e a equipa responsável pela monitorização do ruído. Pela análise gráfica é visível que o espectro correspondente a esta tarefa apresenta níveis sonoros menores que as restantes tarefas. As tarefas, 1ª Ida, 1ª Volta, 2ª Ida e 2ª Volta, apresentam uma configuração gráfica semelhante entre elas, pois representam a materialização da respetiva viagem, incluindo as deslocações do autocarro no percurso pré-definido e as paragens para entrada e saída de passageiros.

Analisando a Tabela 22 - Resumo dos dados níveis sonoros contínuos equivalentes (L_{Aeq}) por tarefa, nos percursos A e B. e a Tabela 23 - Resumo dos dados níveis sonoros contínuos equivalentes (L_{Aeq}) por tarefa, nos percursos C e D., os níveis sonoros contínuos equivalentes identificados na tarefa “intervalos entre viagens” são pontualmente superiores aos L_{Aeq} identificados nas restantes tarefas, devendo-se este fenómeno ao facto de no momento de pausa entre viagens a equipa responsável pela monitorização trocar impressões com o motorista, junto do mesmo, onde estava posicionado o microfone. É ainda possível observar que entre as restantes tarefas, os valores de L_{Aeq} mais baixos se verificam maioritariamente nas tarefas de 1ª Ida e os mais elevados nas tarefas de 2ª Volta. Tal poderá ser explicado pela afluência de passageiros, uma vez que a 2ª Volta decorria quase sempre, num horário próximo da hora de almoço (11:30-13:30) ou no final do dia (17:00-19:00), verificando-se que eram os estudantes e os “trabalhadores” que mais usufruíam do transporte público neste horário, levando a que muitas vezes a lotação fosse excedida. No entanto, por observação *in loco*, a ultrapassagem da lotação do autocarro apenas se verificava no percurso C e D.

Por forma a ser mais perceptível a análise do nível sonoro contínuo equivalente L_{Aeq} (dB(A)) por tarefa, procedeu-se à realização de médias por tipo de percurso e que se apresentam compiladas na Tabela 32.

Tabela 32 – Valores médios de L_{Aeq} por tarefa e percurso.

		Média de L_{Aeq} por Tarefa					L_{Aeq} médio por Percurso
		Intervalos entre viagens	1ª Ida	1ª Volta	2ª Ida	2ª Volta	
A	<i>Mini Bus</i>	70,5	71,6	71,6	71,9	73,0	71,8
B	<i>Mini Bus</i>	68,1	72,9	74,5	72,0	73,6	72,7
C	2 Pisos	69,2	69,8	70,3	71,0	70,3	70,2
	Articulado	69,2	70,6	69,7	69,5	70,4	69,9
	<i>Standard</i>	72,7	71,2	70,8	72,0	72,0	71,8
D	2 Pisos	71,4	69,7	71,4	71,8	72,2	71,4
	Articulado	72,4	70,9	69,4	69,5	72,5	71,1
	<i>Standard</i>	72,6	71,5	70,0	71,1	73,1	71,8

De modo a poder verificar a relação do nível sonoro contínuo equivalente L_{Aeq} (dB(A)) por autocarro, apresenta-se na Tabela 33 a compilação destes valores por tarefa.

Tabela 33 - Valores médios de L_{Aeq} por tarefa e autocarro.

	Média de L_{Aeq} por Tarefa						L_{Aeq} médio por Autocarro
	Intervalos entre viagens	1ª Ida	1ª Volta	2ª Ida	2ª Volta		
Média por tipo de autocarro	<i>Mini Bus</i>	69,5	72,3	73,3	72,0	73,3	72,3
	2 Pisos	70,4	69,7	70,9	71,4	71,4	70,8
	Articulado	71,1	70,8	69,5	69,5	71,6	70,6
	<i>Standard</i>	72,6	71,3	70,4	71,6	72,6	71,8

Assim, comparando as médias de níveis sonoros contínuos equivalentes entre as tarefas de 1ª Ida, 1ª Volta, 2ª Ida e 2ª Volta, verifica-se que é no tipo de autocarro *Mini Bus* que se registaram as médias de L_{Aeq} mais elevadas. Este facto, vem reforçar a observação já feita relativamente aos percursos com uma maior incidência de piso empedrado, que apresentavam valores médios de nível sonoro contínuo equivalente superior, como é o caso dos percursos feitos pelos autocarros do tipo *Mini Bus*. Comparando os autocarros de 2 Pisos, Articulado e *Standard* nos percursos C e D é no autocarro tipo *Standard*, que se verificam valores médios de L_{Aeq} superiores, contribuindo para este facto a idade do veículo, uma vez que estes são os autocarros mais antigos utilizados no estudo (16 anos) como pode ser comprovado na Tabela 14 - Características gerais dos autocarros em estudo. Constata-se ainda que o autocarro tipo Articulado apresenta menor valor médio de L_{Aeq} , tal pode ser influenciado, pela localização do motor que sendo, atrás se encontra mais longe do ponto de recolha de dados.

5.3 Avaliação da exposição pessoal diária ao ruído

Para análise da exposição pessoal diária ao ruído temos por base os valores indicados, no Decreto-Lei nº 182/2006 de 2 de Setembro (DL182, 2006), transcritos para a Tabela 2 - Valores limite de exposição e valores de ação. Assim, analisando os valores de $L_{EX,8h}$ representados na Tabela 26 – Valores de $L_{EX,8h}$ associados a cada monitorização e respetiva incerteza, nos percursos A, B e C. Tabela 27 – Valores de $L_{EX,8h}$ associados a cada monitorização e respetiva incerteza, no percurso D., observamos que os valores obtidos quando afetados pelo valor da incerteza não ultrapassam em nenhuma situação o valor de ação inferior (80 dB(A)), dado que o valor máximo registado foi de 76,6 dB(A).

O valor mais baixo foi registado no percurso C, com o autocarro Articulado e o mais alto no percurso B, com o autocarro *Mini Bus*.

De modo a que a análise dos valores de exposição pessoal diária ao ruído se torne mais perceptível, procedeu-se à realização de médias por tipo de percurso e tipo de autocarro que se apresentam compiladas na Tabela 34.

Tabela 34 - Valores médios de $L_{EX,8h}$.

	Medias de $L_{EX,8h}$				Média por percurso
	<i>Mini Bus</i>	2 Pisos	Articulado	<i>Standard</i>	
Percurso A	71.8	-	-	-	71.8
Percurso B	72.7	-	-	-	72.7
Percurso C	-	70.3	69.9	71.8	70.7
Percurso D	-	71.4	71.1	71.8	71.4
Média por tipo de autocarro	72.3	70.9	70.6	71.8	-

Observando os valores médios de exposição pessoal diária ao ruído, apresentados na Tabela 34, verifica-se que estes são mais elevados nos autocarros *Mini Bus*, e mais baixos nos autocarros Articulados, verificando-se deste modo a situação com valores mais baixos no autocarro

Articulado, no percurso C e a mais desfavorável, com valores mais elevados, no autocarro *Mini Bus*, no percurso B.

Tendo ainda em linha de conta a comparação entre a globalidade dos percursos em estudo verifica-se que é o no percurso C, que a exposição a ruído é menor, podendo-se inferir que este é o percurso mais favorável para desenvolver a atividade laboral de motorista.

Visto que os valores $L_{Ex,8h}$ não ultrapassam sequer os valores de ação inferior, não se verifica a necessidade de tomada de medidas preventivas adequadas á redução do risco para a segurança e saúde dos trabalhadores.

Já no que diz respeito ao L_{Cpico} , tendo por base os valores verificados não Tabela 20 - Resumo dos dados "em bruto" da monitorização de ruído nos percursos C e D., apenas uma monitorização apresenta um valor superior ao valor de exposição, os restantes situam-se abaixo dos valores ação inferior.

5.4 Análise dos dados para deteção de padrões

Da análise feita à caracterização das viagens por tarefas, observa-se que cada viagem tem características diferentes, assim a 1ª Ida não é igual à 2ª Ida, o mesmo se passando em relação às viagens de Volta, apesar de representarem ambas o mesmo percurso, quer de Ida ou Volta. Estas diferenças devem-se essencialmente e pela observação *in loco* ao facto, de apenas se efetuarem paragens do autocarro quando é expressa a necessidade da entrada ou saída de passageiros, pelo que não se proporcionando esta situação não se efetua a paragem, no ponto pré-definido, fazendo com que cada viagem apresente características únicas.

Analisado os gráficos da análise da monitorização do espectro por tarefas representados nas Figura 37 a Figura 44, observa-se que o percurso em empedrado possui níveis sonoros superiores à deslocação em percurso asfaltado. Esta situação pode ser comprovada pelo valor de L_{Aeq} registado, que é superior no percurso em empedrado, face ao percurso em asfalto, verificada com o apoio Tabela 28 –Valores de L_{eq} por ocorrências durante as viagens. No entanto, observando os gráficos da Figura 45 à Figura 68, torna-se dúbia a prevalência de deslocações em empedrado com obtenção de níveis sonoros superiores relativamente à deslocação em asfalto, visto que a deslocação em piso empedrado se verifica por pouco tempo e a sua distribuição no gráfico é muito similar à distribuição em piso de asfalto. Todavia analisando o nível de L_{Aeq} registado, verifica-se que este é maioritariamente superior na deslocação em empedrado. Quando não se verifica a prevalência, da deslocação em empedrado, como apresentado nível de L_{Aeq} , mais elevado, na viagem em análise, observou-se que é no período referente á paragem (para saída/entrada de passageiros), que se destaca como sendo o valor mais elevado. Tal ocorre quando, o tempo total de paragem é superior às viagens similares e se verifica uma maior afluência de passageiros durante essas viagens.

Comparando os gráficos anteriormente identificados, é nos troços identificados como trânsito, passadeira, semáforo e cedência de passagem que se verificam níveis de L_{Aeq} mais baixos.

Observando comparativamente entre si as Figuras referentes à análise do espectro das monitorizações correspondentes nos diferentes tipos de autocarro e nos diferentes percursos, estes apresentam uma configuração semelhante entre si. Porém destaca-se que as Figura 53 à Figura 56 e Figura 65 à Figura 68, que correspondem às viagens realizadas no autocarro Standard, respetivamente no percurso C e D, que apresentam uma configuração diferente, nos momentos de paragem, comparativamente com as correspondentes às viagens realizadas no autocarro de 2 Pisos e Articulado que são semelhantes entres si e nos diferentes percursos. Tal poderá dever-se às características do autocarro, à idade (16 anos) ou algum mecanismo na porta, que ao abrir, provoque mais ruído, embora nas anotações realizadas, não foi feita referência à existência de alguns ruídos nos momentos de abertura da porta.

Tendo em conta que um dos objetivos deste trabalho era a deteção de padrões, pode-se verificar a existência de padrões, apesar de não seguirem a mesma ordem na 1ª Ida e 2ª Ida assim como na 1ª Volta e 2ª Volta, quando identificados os momentos de deslocação em asfalto, deslocação em empedrado, de paragem, semáforo, trânsito, passadeira, estes apresentam configuração semelhante independentemente do momento/local de ocorrência, embora a sua aparência gráfica seja influenciada pelo tempo de duração da ocorrência.

Tendo por base a observação das figuras relativas aos gráficos com análise dos primeiros 15 min do espectro da monitorização, por viagem, observa-se que os fenómenos identificados vêm complementar a análise dos espectros, dando ainda maior sentido à configuração do mesmo, verificando-se padrões de comportamento nas subidas, descidas e rotundas.

Porém, as suas configurações são bastantes distintas, uma vez que os fenómenos identificados, decorrem em momentos e com tempos de duração bastante distintos.

Relativamente aos valores de L_{Aeq} , observando os valores compilados na Tabela 29 – Valores de L_{eq} por fenómenos durante os primeiros 15min de viagem., verifica-se a prevalência de maior nível de ruído na deslocação em empedrado, apenas quando não há deslocação em piso empedrado, o maior nível de ruído se verifica no momento de paragem ou para a deslocação em piso misto. Comparando os valores para os fenómenos de subida e descida, é na descida que se verifica maior nível de ruído. O percurso B, nas viagens de Ida, apresentava um troço de percurso realizado em via rápida, porém os valores registados situam-se abaixo do valor maior registado na mesma viagem.

5.5 Análise estatística dos dados

5.5.1 Resultados obtidos com a realização de histogramas e estatísticos básicos

Os histogramas realizados diretamente com os dados no Software dBTrait versão 5.1 e analisando toda a monitorização, revelaram-se nalgumas situações, em termos de análise visual, muito eficazes, pois facilmente se identificava a a distribuição gaussiana, como são o caso da Figura 101, em que se apresenta a monitorização realizada com o Motorista C, no percurso D, no autocarro de dois pisos e da Figura 102, que representa a monitorização realizada com o Motorista K, no percurso C, no autocarro Articulado.

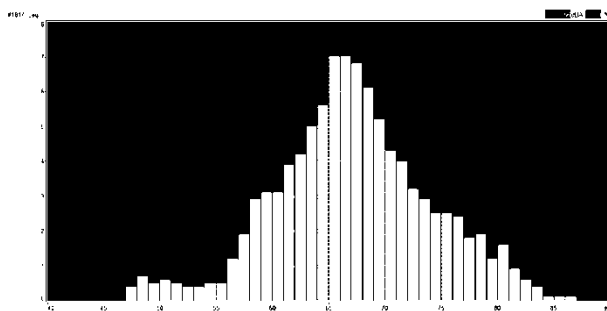


Figura 101 – Gráfico da distribuição de amplitude da monitorização CD2.

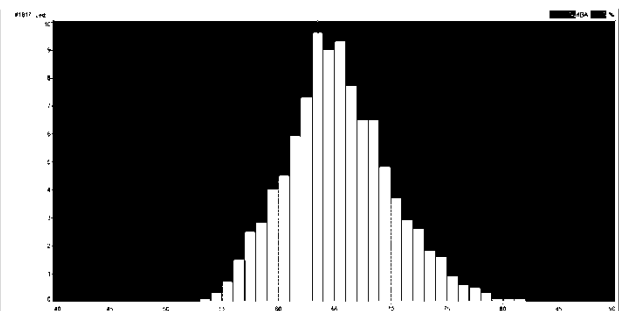


Figura 102 – Gráfico da distribuição de amplitude da monitorização KC3.

No entanto, em algumas situações, exemplificadas na Figura 103, em que se apresenta a monitorização realizada com o Motorista A, no percurso A, no autocarro de *Mini Bus* e na Figura 104, relativa à monitorização realizada com o Motorista D, no percurso D, no autocarro Articulado, não era de fácil verificação visual a evidência da distribuição normal dos dados.

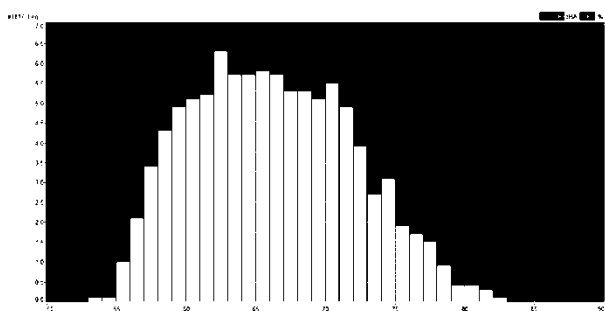


Figura 103 – Gráfico da distribuição de amplitude da monitorização AA1.

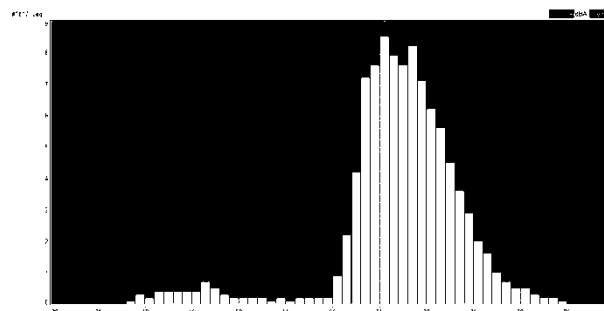


Figura 104 – Gráfico da distribuição de amplitude da monitorização DD4.

A compilação dos histogramas referentes à distribuição de amplitude para a totalidade das monitorizações realizadas encontram-se no Anexo VII.

De forma a obter mais informação, procedeu-se à realização de histogramas de frequências relativas para cada viagem (1ª Ida, 1ª Volta, 2ª ida e 2ª volta) recorrendo aos dados recolhidos a cada 3 segundos referentes aos primeiros quinze minutos de cada viagem, compilados com apoio do Software dBTrait.

A compilação dos histogramas de frequências relativas realizados para a totalidade das viagens está disponível no Anexo VIII.

Nas Figura 105 a Figura 108 estão representados os histogramas de frequências relativas resultantes da monitorização AA1.

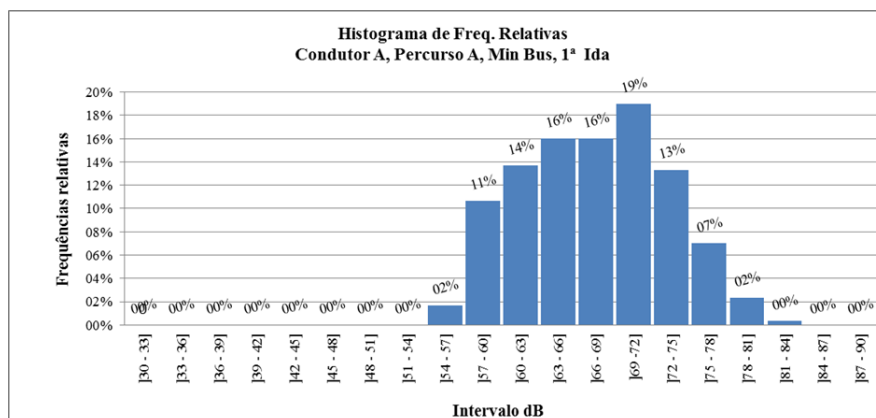


Figura 105 - Histogramas de frequências relativas resultantes da monitorização AA11.

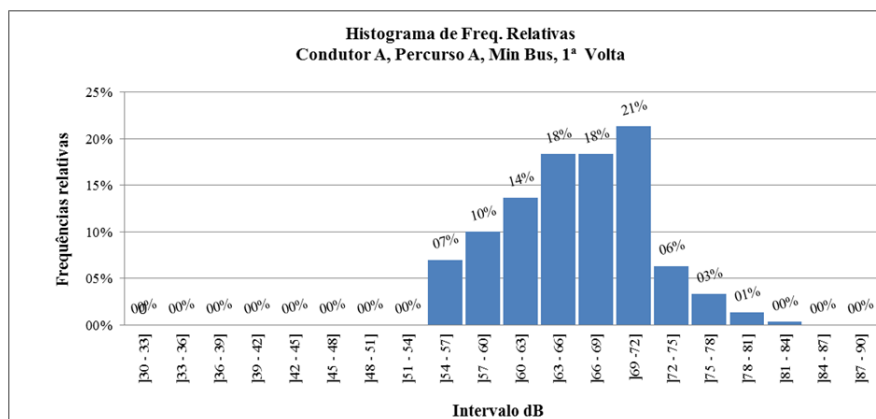


Figura 106 - Histogramas de frequências relativas resultantes da monitorização AA12.

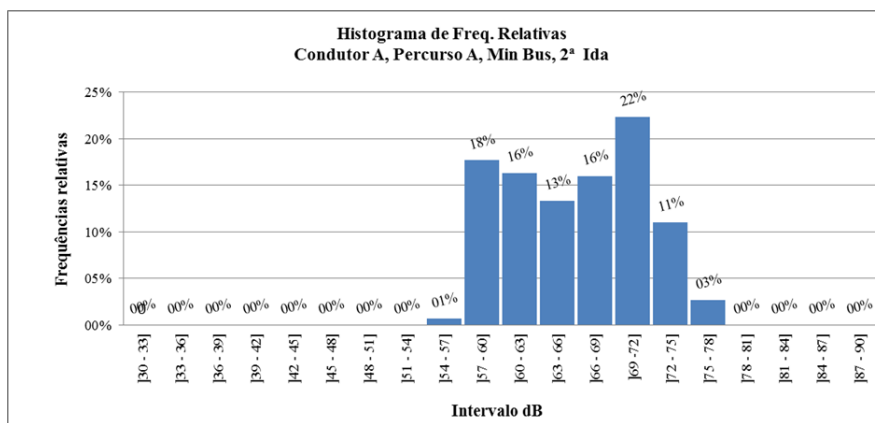


Figura 107 - Histogramas de frequências relativas resultantes da monitorização AA13.

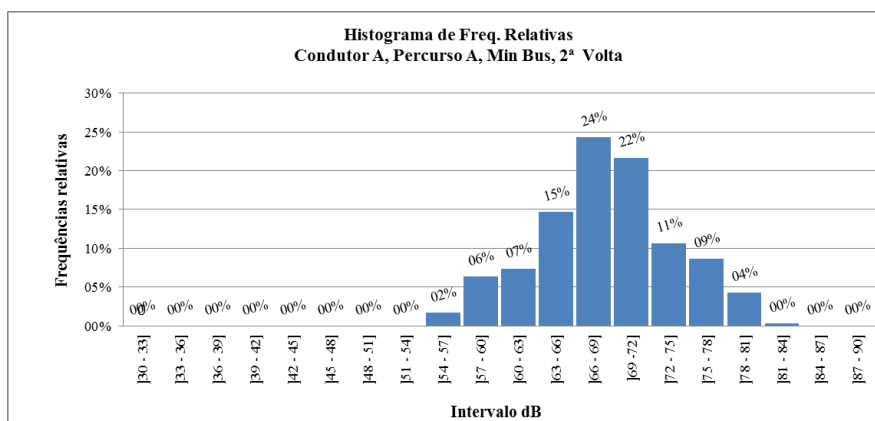


Figura 108 - Histogramas de frequências relativas resultantes da monitorização AA14.

Assim, pela análise visual das Figuras, torna-se precéptível a presença de distribuição normal na 2ª Volta.

Nas Figura 109 a Figura 112 estão representados os histogramas de frequências relativas resultantes da monitorização DD4.

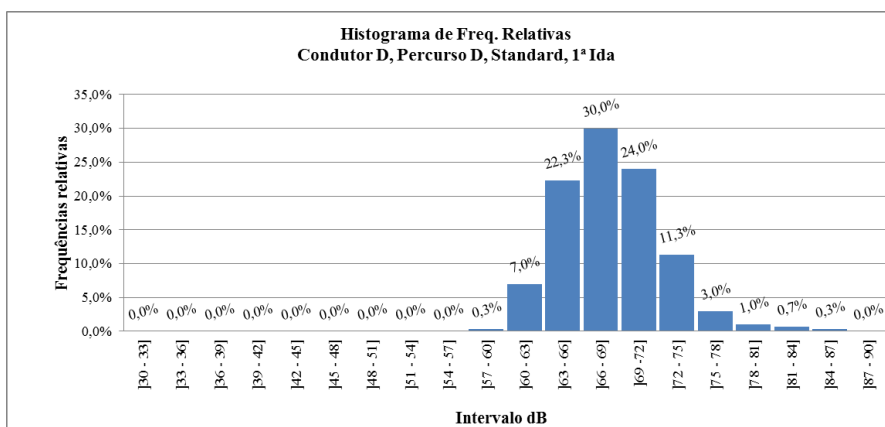


Figura 109 - Histogramas de frequências relativas resultantes da monitorização DD41.

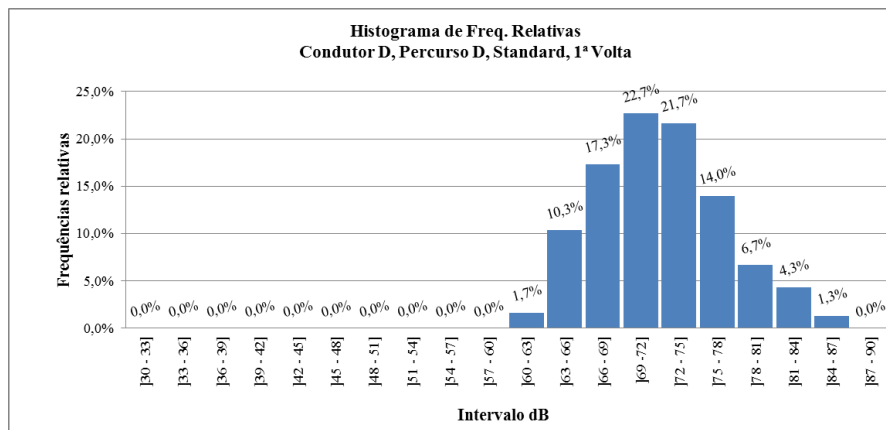


Figura 110 - Histogramas de frequências relativas resultantes da monitorização DD42.

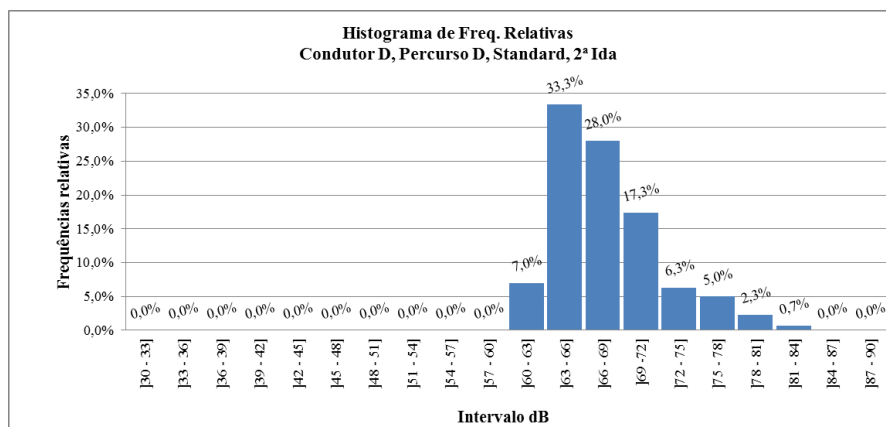


Figura 111 - Histogramas de frequências relativas resultantes da monitorização DD43.

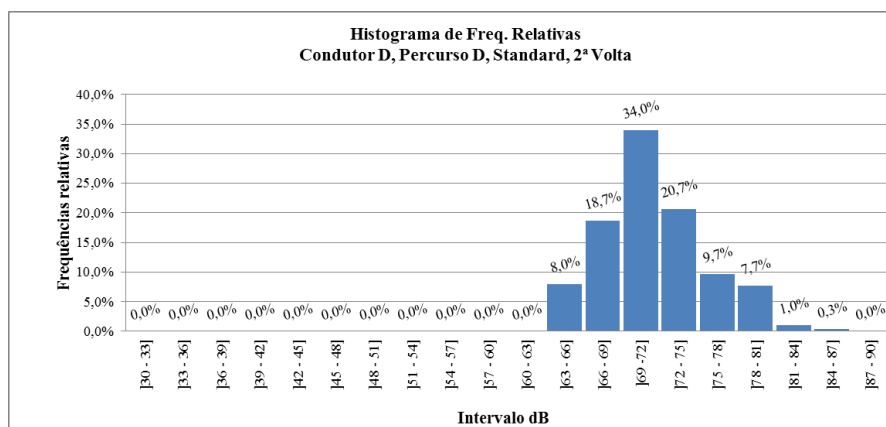


Figura 112 - Histogramas de frequência relativas resultantes da monitorização DD44.

Assim, pela análise visual das Figuras torna-se perceptível a presença de distribuição normal na 1ª e 2ª Volta.

Como não é pacífica a assunção da normalidade distribucional dos registos, pelo que houve necessidade de, em tratamento subsequentes e aquando da aplicação do teste de Kolmogorov-Smirnov, de esclarecer, para cada situação, o efetivo ajuste dos dados às leis de distribuição.

A análise dos estatísticos básicos, compilados na Tabela 35 permite uma melhor e mais sustentada interpretação da variabilidade dos registos, contribuido para uma caracterização do comportamento dos níveis sonoros contínuos equivalentes para cada uma das diferentes combinações de “motorista/percurso/autocarro/viagem”. Este estudo apresenta, contudo, algumas limitações uma

vez que somente permite uma observação unidimensional do fenómeno em estudo, nada dizendo acerca da influência dos diferentes fatores nos valores de L_{Aeq} .

Tabela 35 – Excerto dos dados iniciais e cálculo dos respetivos indicadores estatísticos

Codificação	AA11	AA12	BA12	AA14	BA11	...	FD42	FD43	FD44
Média	67,4	66,0	66,1	68,5	70,7	...	65,8	65,8	68,7
Mediana	67,3	66,2	66,5	68,3	71,3	...	66,3	65,6	69,0
Moda	65,0	56,9	70,9	66,8	79,2	...	71,2	67,3	71,4
Desvio-padrão	5,73	5,59	5,25	5,53	4,34	...	5,04	4,04	3,82
Coef. de Variação	8,5%	8,5%	7,9%	8,1%	6,1%	...	7,7%	6,1%	5,6%
Curtose	-0,812	-0,42	-1,21	-0,26	-0,02	...	-0,54	-0,31	0,18
Assimetria	0,04	0,10	-0,02	0,03	-0,54	...	-0,32	0,16	-0,29
Mínimo	56,5	55,0	56,9	55,6	57,9	...	53,0	56,9	58,5
Máximo	81,2	81,6	76,5	81,2	81,0	...	79,9	78,6	79,7

A informação respeitante aos estatísticos básicos consubstancia-se numa extensa matriz de 9 linhas (indicadores estatísticos) por 191 colunas (diferentes combinatórias entre motorista/percurso/autocarro/viagem), pelo que se torna inviável (recorrendo apenas aos tratamentos estatísticos unidimensionais) qualquer tentativa de interpretação relacional e/ou comparativa entre as diferentes situações analisadas. A opção pela estatística multivariada surge assim da necessidade de se completar as primeiras análises univariadas e desta forma conseguir visões multidimensionais, mais enriquecedoras por poderem ser comparativas, mais próximas da realidade por serem multifacetadas, do fenómeno em estudo.

5.5.1 Análise em Componentes Principais (ACP).

Para a aplicação da Análise em Componentes Principais (ACP), foi construída uma Matriz de dados originais de 191 colunas por 300 linhas. O código estipulado para as colunas, é constituído por quatro caracteres cujos significados se encontra descrito na Tabela 19. Na Tabela 36 encontram-se os valores próprios associados aos três eixos fatoriais, a taxa de explicação da variabilidade transportada em cada eixo e a respetiva taxa acumulada.

Tabela 36 – Valores próprios associados aos eixos fatoriais.

Eixos fatoriais	Valor Próprio	% Exp	% Acum
1	13,51	7,07	7,07
2	10,56	5,48	12,55
3	8,55	4,47	17,02

A explicação que cada eixo fatorial confere aos dados de recolha é diferente, consoante se trate de projeções no eixo 1, 2 ou 3, conforme se verifica na Tabela 36, isto é, quando analisamos os dados projetados no eixo 1, a capacidade de explicação deste eixos relativamente aos dados projetados é de 7,07 % e a dos outros eixos, por exemplo a do eixo 2 é de 5,48% e do eixo 3 é de 4,47%.

A utilidade da projeção nos eixos 2 e 3, será na perspetiva de nestes eixos se encontrarem relações que não foram encontradas no eixo principal, mesmo que de menor importância.

O critério para retenção dos eixos fatoriais a interpretar obedeceu, por um lado ao conhecido critério de Kaiser (valor próprio associado a cada eixo fatorial superior à unidade) e por outro lado à taxa de inércia transportada (variabilidade explicada) em cada eixo (Bandalos, et al., 2008). Existe a consciência que a percentagem de explicação de cada eixo é reduzida, mas tal fato é justificável pela profusão de variáveis (leia-se colunas da matriz) que simultaneamente estão em análise.

Retiveram-se somente os dados nos respectivos eixos fatoriais cujo valor próprio era superior à unidade e que simultaneamente, possui sobre o próprio eixo projetado, variáveis com correlações significativas (superiores a +0,5 ou inferiores a -0,5). Considerou-se que uma variável estaria correlacionada com o eixo fatorial e desta forma suscetível de ser interpretada nesse mesmo eixo, sempre que a sua coordenada possua um valor igual ou superior em valor absoluto, a 0,5. Essa listagem apresenta-se na Tabela 37 e por questões que têm a ver com uma melhor visualização do código das variáveis quando se apresentam nos gráficos projetadas, optou-se por trabalhar com letras minúsculas.

Apresentam-se na Figura 113 as projeções das variáveis no primeiro plano fatorial (F1,F2).

A projeção das variáveis no primeiro plano fatorial (F1, F2) pode-se verificar a existência de dois grandes grupos de variáveis. Analisando o Eixo 1, em que se projetam no semi-eixo positivo as variáveis lb12, ed24 e cd43, estão associadas positivamente, manifestando um coeficiente de correlação com o eixo (semi-eixo positivo) igual ou superior a 0,5. No semi-eixo negativo projetam-se as variáveis da13, lb13, lc34, ad34, dd31, dd33, ed31 e dd44, que estão associadas positivamente, manifestando um coeficiente de correlação com o eixo (semi-eixo negativo) igual ou inferior a -0,5. Os grupos de variáveis atrás identificados estão fortemente correlacionados, negativamente, entre si. Constata-se que, no grupo de variáveis projetado no eixo 1, semi-eixo negativo, os fatores de associação são o percurso d, o tipo de autocarro 3 (articulado) e o motorista d. No estudo realizado por Portela, (Portela & Zannin, 2010), verificou-se uma associação com forte correlação (coeficiente de correlação de Pearson) entre os LAeq produzidos por autocarros articulados.

Tabela 37 – Coordenadas das variáveis nos eixos fatoriais.

Coordenadas das variáveis nos eixos fatoriais			
Eixos fatoriais → Variáveis ↓	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
da13	-0,52		
gb14		-0,51	
hb12		-0,53	
ib11			0,59
jb12		-0,51	
lb12	0,62		
lb13	-0,52		
kc23		0,56	
lc34	-0,52		
bd22			0,52
ed21		-0,54	
ed24	0,65		
fd21		0,50	
ad34	-0,62		
dd31	-0,76		
dd33	-0,53		
ed31	-0,52		
cd41			0,52
cd43	0,60		
cd44		0,54	
dd44	-0,55		

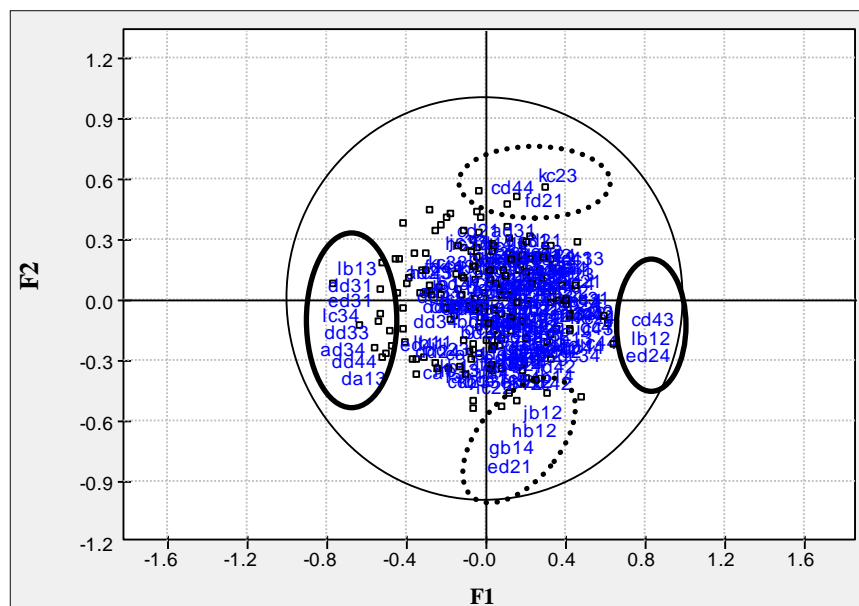


Figura 113 – Projeção das variáveis no primeiro plano fatorial (F1, F2).

A análise feita ao Eixo 2, verifica-se que se projetam nesse semi-eixo positivo as variáveis kc23, fd21 e cd44, estando estas associadas positivamente, manifestando um coeficiente de correlação com o eixo (semi-eixo positivo) igual ou superior a 0,5. Relativamente ao semi-eixo negativo, neste encontram-se projetadas as variáveis gb14, hb12, jb12 e ed21, que estão associadas positivamente, manifestando um coeficiente de correlação com o eixo (semi-eixo negativo) igual ou inferior a -0,5.

Constata-se uma tendência para que a agregação das variáveis se estabeleça em função do percurso **b**, efetuado no autocarro **I** (*Mini Bus*), tudo isto independentemente do motorista.

Apresentam-se na Figura 114 as projeções das variáveis no segundo plano fatorial (F1, F3).

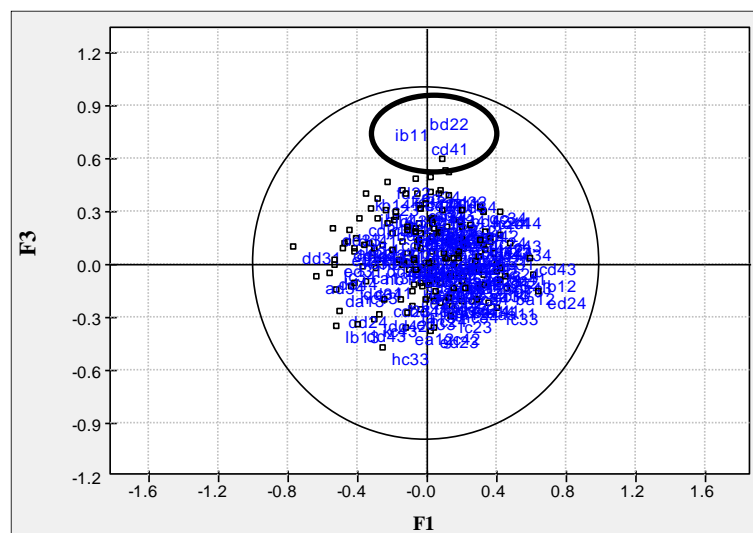


Figura 114 – Projeção das variáveis no segundo plano fatorial (F1, F3).

A projeção das variáveis no segundo plano fatorial (F1, F3), tem como intenção encontrar algumas relações entre as variáveis que não tenham sido encontradas no eixo principal, mesmo que consideradas de menor importância. Assim no Eixo 3, e projetado no Semi-eixo positivo, as variáveis **ib11**, **bd22** e **cd41**, estão associadas positivamente, manifestando um coeficiente de correlação com o eixo (semi-eixo positivo) igual ou inferior a 0,5.

5.5.2 Teste de ajustamento de Kolmogorov-Smirnov (KS)

Aplicou-se o Teste de KS para dois valores de alfa (nível de significância) que deram origem a dois valores de desvio crítico conforme a Tabela 38.

Tabela 38 – Nível de significância *versus* desvio crítico.

Nível de significância	Desvio crítico
0,05	0,079
0,01	0,094

A utilização de dois níveis de significância, resulta da proximidade verificada, em alguns dos testes, entre o desvio máximo observado (maxKS) e o desvio máximo admissível (critKS).

A efetivação do Teste de KS, permitiu identificar, para alguns acontecimentos, que estes não revelavam proveniência de uma população com distribuição normal (rejeição de H0), quando testados com um valor de alfa de 0,05, situação expressa na Figura 115 para o acontecimento BD21, mas que, quando utilizado o nível de significância de 0,01, já se identificavam com distribuição normal (não rejeição de H0).

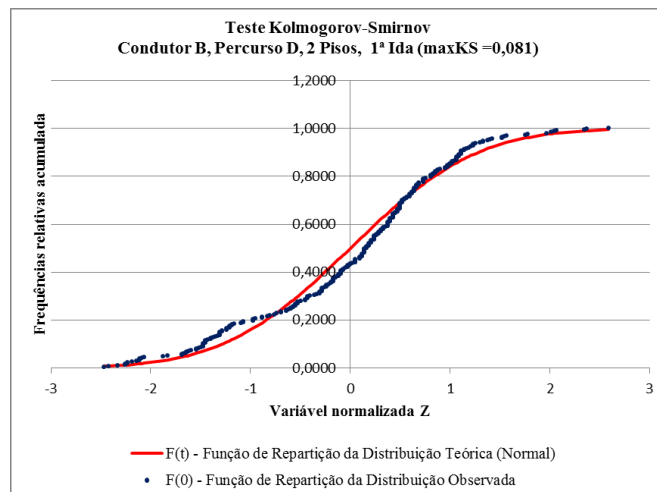


Figura 115 – Exemplo de aplicação do Teste KS á amostra BD21, que não segue a distribuição normal com $\alpha = 0,05$.

Para o caso da amostra DD43, quando aplicado o Teste de KS, com qualquer um dos níveis de significância, este não evidenciou seguir uma distribuição normal, como se apresenta na Figura 116.

Para o caso da amostra BD24, quando aplicado o Teste de KS, com qualquer um dos níveis de significância, este revelava sempre uma distribuição normal, como se apresenta na Figura 117.

Os resultados obtidos através da aplicação do Teste de KS, à globalidade dos dados tratados apresentam-se no Anexo IX. Com a aplicação do teste de KS constatou-se que, para uma um nível de significância de 0,05, num total de 191 acontecimentos, 88% (167 desses acontecimentos), não rejeitaram a hipótese nula, isto é, os dados podem ser considerados como provenientes de uma população com distribuição normal. Ao efetuar o mesmo teste agora para um nível de significância de 0,01, a quase unanimidade de não rejeições da hipótese nula (96% correspondentes a 183 acontecimentos).

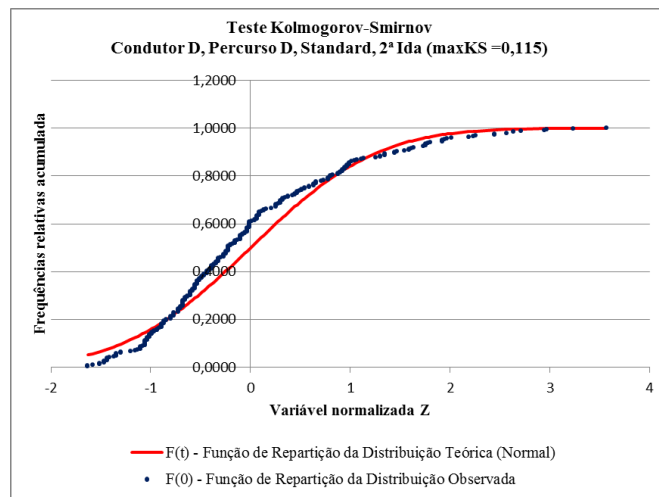


Figura 116 – Aplicação do Teste KS á amostra DD43 que não segue uma distribuição normal.

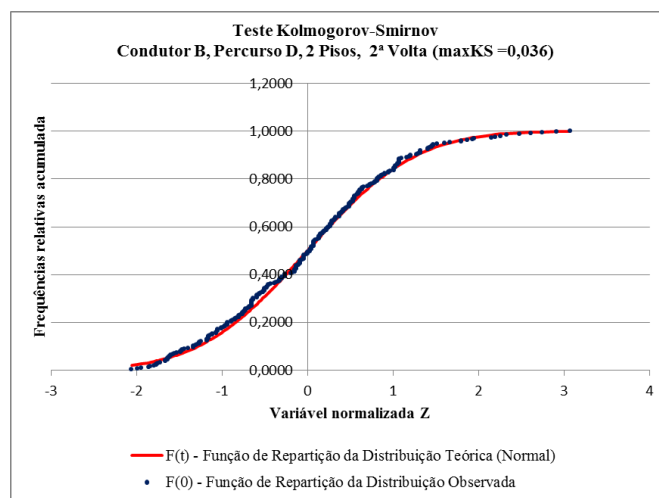


Figura 117 – Aplicação do Teste KS á amostra BD24 com evidência de distribuição normal.

5.5.3 Teste de ANOVA

De modo a verificar quais os fatores que influenciavam os níveis de ruído, aplicou-se o teste de ANOVA. a aplicação inicial deste teste, teve como objetivo verificar a influência dos diferentes autocarros nos níveis sonoros gerados (h_0). Assim os dados foram agrupados por tipo de autocarro e por motorista, ao qual está associado um valor médio de nível sonoro monitorizado, tendo em consideração os primeiros 15 minutos de cada viagem, como se apresenta na Tabela 39.

Aplicado o Teste de ANOVA aos dados da Tabela 39, obtiveram-se os resultados expressos na Tabela 40 e na Tabela 41.

Tabela 39 – Níveis sonoros médios por motorista nos diferentes autocarros.

	<i>Mini Bus</i>	<i>Dois Pisos</i>	<i>Articulado</i>	<i>Standard</i>
Motorista A	67,0	66,4	65,2	67,5
Motorista B	70,1	66,3	66,3	67,5
Motorista C	68,6	70,7	71,9	70,8
Motorista D	69,2	66,4	66,5	69,9
Motorista E	67,3	66,8	64,1	68,5
Motorista F	67,3	66,8	64,1	68,5
Motorista G	69,0	66,4	65,8	67,8
Motorista H	74,5	67,3	67,4	70,2
Motorista I	68,3	70,5	68,2	68,8
Motorista J	69,5	66,9	65,8	67,0
Motorista K	66,8	66,8	65,4	69,8
Motorista L	69,4	67,8	65,5	68,6

Tabela 40 – Sumário do tratamento dos dados resultantes da aplicação do Teste de ANOVA.

Grupos	Contagem	Soma	Média	Variância
Mini Bus	12	826,9	68,9	4,29
Dois Pisos	12	809,3	67,4	2,41
Articulado	12	796,0	66,3	4,52
Standard	12	825,0	68,8	1,47

Tabela 41 – Resultados obtidos pela aplicação do Teste de ANOVA.

Fonte de variação	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	52.69753	3	17.565843	5.5403	0.002579	2.816465817
Dentro de grupos	139.5045	44	3.1705557			
Total	192.202	47				

Em que, cada um dos parâmetros significa:

- *SQ* – Soma dos quadrados;
- *gl* – graus de liberdade;
- *MQ* – média quadrática;
- *F* – valor observado;
- *Valor P* – valor de *p-value*;
- *F crítico* – valor com o qual se vai comparar o valor obtido para *F*.

Perante os resultados obtidos, e comparando o valor de *F* (5,540), com o valor *F* crítico (2,816), verifica-se que *F* é superior, logo rejeita-se a hipótese colocada (*H0*), isto é, os autocarros influenciam o nível sonoro gerado.

No estudo realizado por Nassiri (Nassiri, Ebrahimi, Monazzam, Rahimi, & Shalkouhi, 2014), recorrendo à aplicação do teste ANOVA, este revelou que o tipo de autocarro tinha um efeito significativo no nível de ruído avaliado no interior do autocarro. Assim como o estudo realizado por Portela (Portela & Zannin, 2010), em que este depende que a localização do motor também influencia o nível sonoro contínuo equivalente de ruído monitorizado.

Em contraste, no estudo realizado por Nadri (Nadri, et al., 2012), este autor não encontrou diferenças significativas nas variáveis que influenciavam os níveis de ruído monitorizado em quatro tipos de autocarros.

Uma outra aplicação da ANOVA, teve como objetivo verificar a influência dos motoristas nos níveis sonoros gerados, durante a condução de diferentes autocarros (H_0 – Os níveis sonoros contínuos produzidos pela condução dos diferentes motoristas são homogêneos). Assim os dados foram agrupados por motorista e por tipo de autocarro, ao qual está associado um valor médio de nível sonoro monitorizado, tendo em consideração os primeiros 15 minutos de cada viagem, como se apresenta na Tabela 42.

Tabela 42 – Níveis sonoros médios por autocarro para os diferentes motoristas.

Motoristas	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Mini Bus	67,0	70,1	68,6	69,2	67,3	67,3	69,0	74,5	68,3	69,5	66,8	69,4
Dois Pisos	66,4	66,3	70,7	66,4	66,8	66,8	66,4	67,3	70,5	66,9	66,8	67,8
Articulado	65,2	66,3	71,9	66,5	64,1	64,1	65,8	67,4	68,2	65,8	65,4	65,5
Standard	67,5	67,5	70,8	69,9	68,5	68,5	67,8	70,2	68,8	67,0	69,8	68,6

Aplicado o Teste de ANOVA aos dados da Tabela 42, obtiveram-se os resultados expressos na Tabela 43 e na Tabela 44.

Tabela 43 – Sumário do tratamento dos dados resultantes da aplicação do Teste de ANOVA.

Grupos	Contagem	Soma	Média	Variância
Motorista A	4	266.133	66.53325	1.038014532
Motorista B	4	270.1745833	67.54364583	3.15956827
Motorista C	4	282.0621667	70.51554167	1.877035141
Motorista D	4	271.993	67.99825	3.285626611
Motorista E	4	266.6115833	66.65289583	3.501783423
Motorista F	4	266.6115833	66.65289583	3.501783423
Motorista G	4	268.9085	67.227125	2.022618359
Motorista H	4	279.403	69.85075	11.42507432
Motorista I	4	275.9010833	68.97527083	1.127644057
Motorista J	4	269.135	67.28375	2.409642625
Motorista K	4	268.8088333	67.20220833	3.554166475
Motorista L	4	271.4337778	67.85844444	2.874093981

Tabela 44 – Resultados obtidos pela aplicação do Teste de ANOVA.

Fonte de variação	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	72.87082629	11	6.624620571	1.998525391	0.058254306	2.066608478
Dentro de grupos	119.3311537	36	3.314754269			
Total	192.20198	47				

Perante os resultados obtidos, e comparando o valor de F (1,998), com o valor F crítico (2,06), verifica-se que F é inferior, logo confirma-se que a hipótese colocada (H_0) é falsa, isto é, a condução dos motoristas não influencia o nível sonoro gerado.

6 CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS

6.1 Conclusões

A concretização deste trabalho sobre monitorização de ruído em condutores de autocarros urbanos permitiu desenvolver conhecimentos nesta temática e espera-se que possa dar um contributo para a evolução deste tipo de estudos. Evidencia-se, face à revisão bibliográfica realizada, a escassez de casos de estudo pertinentes nesta área, nomeadamente em cidades Europeias.

Da análise dos dados brutos conclui-se pela comparação entre todos os percursos em estudo que é o no percurso C que se identifica o menor valor médio de L_{Aeq} , e no percurso B, o maior valor médio de L_{Aeq} .

Tendo por base a análise dos dados por tarefas, e relativamente aos diferentes tipos de autocarros, e analisando as médias dos níveis sonoros contínuos equivalentes entre as tarefas (1ª Ida, 1ª Volta, 2ª Ida e 2ª Volta), concluiu-se que é no tipo de autocarro *Mini Bus* que se registaram as médias de L_{Aeq} mais elevadas. Este facto, poderá ser explicado devido à circulação em percursos com maior incidência de piso empedrado, denominados A e B. Assim, comparando os autocarros de 2 Pisos, Articulado e *Standard* nos percursos C e D é no autocarro tipo *Standard*, que se verificam valores médios de L_{Aeq} superiores, sendo apontado como fator responsável a idade do autocarro.

No que diz respeito à análise da exposição pessoal ao ruído por parte dos motoristas e perante um dos objetivos de estudo era verificar-se a ultrapassagem de valores de ação ou valores limite de exposição ao ruído, verificou-se que esta está relacionada com o tipo de percurso, com o tipo de autocarro, ou com a lotação dos mesmos. Conclui-se que os valores de $L_{Ex,8h}$ obtidos quando afetados pela incerteza de medição não ultrapassam os valores de ação inferior, não se verificando necessidade de tomada de medidas preventivas adequadas á redução do risco para a segurança e saúde dos trabalhadores.

Face aos valores observados, o tipo de percurso e autocarro influenciam os resultados obtidos verificando-se que foi no percurso C e num autocarro tipo Articulado, que se observou a menor exposição a ruído., concluindo-se assim que este percurso e o tipo de autocarro são os mais favoráveis para desenvolver a atividade laboral de motorista. Relativamente à lotação do autocarro, não foi possível evidenciar qualquer influência, na análise da exposição pessoal ao ruído. No que concerne ao parâmetro L_{Cpico} , apenas uma monitorização apresenta um valor superior ao valor de ação, situando-se os restantes abaixo dos valores ação inferior.

Outro objetivo deste estudo era verificar se seria possível identificar padrões em percursos de transporte de passageiros, em função do tipo de pavimento. Face à análise de espectros realizadas, para a totalidade das monitorizações, pode-se verificar a existência de padrões, apesar de não seguirem a mesma ordem na 1ª Ida e 2ª Ida assim como na 1ª Volta e 2ª Volta, quando identificados os períodos de deslocação em asfalto e deslocação em empedrado. Foram também identificados padrões nos períodos de paragem, semáforo, trânsito, passadeira, apresentando configuração semelhante independentemente do momento/local de ocorrência, embora a sua aparência gráfica seja influenciada pelo tempo de duração da ocorrência.

Numa análise de espectros feita a períodos de viagens de 15 minutos, detetaram-se padrões de comportamento nos momentos correspondentes às subidas, descidas e rotundas.

Assim, face aos objetivos do estudo e ao observado, o conhecimento e caracterização do ruído pode ser utilizado e explorado como ferramenta na gestão de pavimentos urbanos, uma vez que se identificou que é na deslocação em empedrado que se registam maiores níveis de L_{Aeq} , bem como em momentos de deslocação em piso irregular, sendo necessário proceder à manutenção dos pavimentos urbanos, assegurando o seu bom estado de conservação.

O presente estudo contribuiu para a melhoria da segurança saúde dos motoristas profissionais, apesar de não se verificarem incumprimentos legais associados, por não serem excedidos os

valores de ação nem os valores limite. O facto de ter conseguido identificar os percursos e os tipos de autocarro mais ruidosos, permite colaborar com a empresa de modo a que ela possa reorganizar horários de trabalhos, de forma a que a rotação dos motoristas seja equilibrada, evitando, demasiados períodos de trabalhos, nos percursos e com os autocarros em que se observaram maiores níveis de ruído. Recomenda-se o reforço de formação em matéria de segurança e saúde no trabalho e a constante adoção de medidas preventivas, como por exemplo rotatividade de turnos e manutenção regular dos autocarros.

Com a aplicação do teste de KS constatou-se que, os dados seguiam uma distribuição normal. Esta constatação abre o caminho a futuros estudos em que a via probabilística, através da função densidade de probabilidade e/ou da função de distribuição, pode ser utilizada para a previsão do comportamento da variável L_{Aeq} .

A aplicação da ACP permitiu através da projeção no Eixo 1 semi-eixo negativo identificar uma forte associação negativa entre as variáveis **da13**, **lb13**, **lc34**, **ad34**, **dd31**, **dd33**, **ed31** e **dd44** às quais se associam valores mais baixos de níveis sonoros. Constata-se que neste grupo de variáveis prevalece o percurso **d** no tipo de autocarro **3** (articulado) associado igualmente ao motorista **d**. A este grupo de variáveis, opõe-se em associação positiva as variáveis **lb12**, **ed24** e **cd43**, que se projetam no Eixo 1, semi-eixo positivo.

A análise do grupo de variáveis **gb14**, **hb12**, **jb12** e **ed21**, projetado no Eixo 2 semi-eixo negativo, permite inferir uma tendência para se associar as variáveis correspondentes ao percurso **b**, efetuado no autocarro **1** (*Mini Bus*), tudo isto independentemente do motorista. Ainda no Eixo 2 constata-se que em oposição ao conjunto de variáveis anterior, o grupo **kc23**, **fd21** e **cd44**, projeta-se no semi-eixo positivo.

A análise do grupo de variáveis projetadas no Eixo 3 semi-eixo positivo, **ib11**, **bd22** e **cd41**, possuem uma forte associação positiva, verificando-se uma prevalência da associação da variável ao percurso **d**.

Conclui-se assim, que os níveis sonoros monitorizados dependem do tipo de autocarro e do tipo de percurso e não do fator humano, o motorista.

Com a aplicação do Teste de Anova aos resultados obtidos, pode-se concluir que a condução do Motorista não influencia os níveis de ruído, mas estes dependem do tipo de autocarro.

Estes resultados validam as conclusões retiradas da aplicação da Análise em Componentes Principais (ACP).

No estudo realizado por Nassiri (Nassiri, Ebrahimi, Monazzam, Rahimi, & Shalkouhi, 2014), recorrendo à aplicação do teste ANOVA, este revelou que o tipo de autocarro tinha um efeito significativo no nível de ruído avaliado no interior do autocarro. Assim como o estudo realizado por Portela (Portela & Zannin, 2010), em que este depreende que a localização do motor também influencia o nível sonoro contínuo equivalente de ruído monitorizado.

Em contraste, no estudo realizado por Nadri (Nadri, et al., 2012), este autor não encontrou diferenças significativas nas variáveis que influenciavam os níveis de ruído monitorizado em quatro tipos de autocarros.

6.2 Perspetivas Futuras

Uma perspetiva de trabalho futuro no âmbito deste estudo seria a realização das medições em diferentes estações do ano de modo a poder inferir sobre a influência de fatores como a chuva, o frio e o calor, que necessariamente obrigam a ter janelas fechadas ou a utilização permanente de ar condicionado devido às elevadas temperaturas que se fazem sentir durante o Verão.

De forma a verificar efetivamente a influência da velocidade, nos níveis de ruído, seria uma mais valia a o registo de velocidade a que se desloca o autocarro, ser sempre feita, mas em modo automático, isto é, em formato eletrónico, visto que essa anotação *in loco* e em simultâneo com as medições se torna uma tarefa impossível perante todas as outras anotações que é necessário tirar.

De modo a não influenciar o contexto real da monitorização, verificou-se que não é aconselhável manter diálogo com os motoristas dentro do autocarro nos períodos de intervalos entre as viagens, que foram tratados como uma tarefa na análise da monitorização. Em opção a esta situação poderão ser feitos registos individualizados de cada tarefa em análise, isto é, gravando a medição no fim de cada uma das tarefas, perdendo-se, no entanto, a possibilidade de visualização da monitorização da totalidade das tarefas como um todo.

Ter a possibilidade de analisar conjuntamente com os Serviços de Medicina no Trabalho os valores obtidos e relaciona-los com possíveis problemas de Saúde auditiva por comparação com os Audiogramas inicialmente feitos em fase de contratação do trabalhador e comparação com o questionário aplicado aos motoristas.

Comtemplar na folha de campo o registo de algumas anotações em falta: ar condicionado ligado, janela do condutor aberta/fechada, lotação do autocarro

Face ao estudo realizado, propõe-se a replicação de estudo para os restantes percursos e consequentemente tipos de autocarros a circular, nos mesmos, de modo que uma vez avaliado todo o universo poder-se á reorganizar os horários de forma garantir maior rotatividade, de percursos, assegurando a menor exposição do motorista ao ruído.

7 BIBLIOGRAFIA

- Anuund, A., Lathi, A., Fros, C., & Genell, A. (2015). The Effect of Low-Frequency Road Noise on Driver Sleepiness and Performance. *Plos One*, *10*(4), 1-13. doi:10.1371/journal.pone.0123835.
- Benzécri, J. P., & et al. (1973). *L'Analyse des Données*. Paris: Dunod.
- Costa, S., & Arezes, P. (2012). A retrospective reflection/investigation on occupational noise exposure. *Occupational Safety and Hygiene - SHO 2012 - Book of Abstracts* (pp. 161-162). Guimarães: Portuguese Society of Occupational Safety and Hygiene (SPOSHO).
- Damas, P., Simões, H., Figueiredo, J., & Ferreira, A. (2012). Occupational noise in buses. *Occupational Safety and Hygiene - SHO 2012* (pp. 211-217). Guimarães: Portuguese Society of Occupational Safety and Hygiene (SPOSHO).
- DL182. (6 de setembro de 2006). Transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2003/10/CE, do Parl. Europeu e do Conselho de 6/02, regula as prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos ao ruído. *Diário da República*, 6584 - 6593. Lisboa: Ministério do Trabalho e da Solidariedade Social.
- EU-OSHA. (2011). <https://osha.europa.eu/>. doi:10.2802/5632.
- Fiúza, A. (2003). Aquisição e Análise de Dados. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Freitas, L. C., Parreira, A., Baptista, C., Frade, F., Marçal, J. E., Ferreira, P., Marques, V. (2013). *Manual de Segurança e Saúde do Trabalho*. Lisboa: Edições Lusófanas.
- Lopes, A. C., Otowinz, V. G., Lopes, P. M., Lauris, J. R., & Santos, C. C. (2012). Prevalence of noise-induced loss in drivers. *International Archives of Otorhinolaryngology*, *16*(4), pp. 509-514. doi:10.7162/S1809-97772012000400013.
- Miguel, A. S. (2014). *Manual de Higiene e Segurança do Trabalho*. Porto: Porto Editora.
- Mohammadi, G. (2015). Noise exposure inside of the Kerman urban buse: measurements, drivers and passengers attitudes. *Iranian Journal of Health, Safety & Environment*, *2*(1), 224-228.
- Nadri, F., Monazzam, M. R., Khanjani, N., Ghotbi, M. R., Rajabzade, A., & Nadri, H. (2012). An Investigation on Occupational Noise Exposure in Kerman Metropolitan Bus Drivers. *International Journal of Occupational Hygiene*, *4*(1), 1-5.
- Nassiri, P., Ebrahimi, H., Monazzam, M. R., Rahimi, A., & Shalkouhi, P. J. (2014). Passenger Noise and Whole-Body Vibration Exposure - A Comparative Field Study of Comercial Buses. *Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control*, *33*(2), 207-220.
- NPENISO9612. (2011). Acústica - Determinação da Exposição ao Ruído Ocupacional. Métodos de Engenharia. *Maior de 2011*, 0-55. IPQ.
- Portela, B. S., & Zannin, P. H. (2010). Analysis of factors that influence noise levels inside urban buses. *Journal of Scientific & Industrial Reserch*, *66*(9), 684-687.
- Portela, B. S., Queiroga, M. R., Constantini, A., & Zannin, P. H. (2013). Annoyance evaluation and the effect of noise on the health of bus drivers. *Noise & Health*, *15*(66), pp. 301-306.
- Silva, F., & Correia, F. (2010). Bus passenger's Noise Exposure Assessment in Itajuba, Brazil. Em S. I.-I. SPA (Ed.), *39 th International Congress on Noise Control Engineering*, (p. 10). Lisboa.
- Stephens, M. A. (Sep. de 1974). EDF Statistics for Goodness of Fit and Some Comparisons. (L. Taylor & Francis, Ed.) *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 69, pp. 730-737. doi:DOI: 10.2307/2286009.
- Universitas, C. (2010). Saúde, Segurança e Higiene no Trabalho. *Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, IP*.

ANEXOS

Os anexos identificados na dissertação encontram-se no CD que acompanha o presente trabalho.

Anexo I – Folhas de Campo

Anexo II – Projeção das Monitorizações das Amostras “em bruto”

Anexo III– Projeção das Monitorizações das Amostras após identificação das Tarefas

Anexo IV – Cálculo de Incertezas

Anexo V – Gráficos da análise de espectro da totalidade das monitorizações

Anexo VI - Gráficos da análise dos primeiros 15 minutos do espectro da totalidade das monitorizações

Anexo IIVII – Histogramas da distribuição de amplitude para a totalidade das monitorizações

Anexo VIII – Histogramas de frequência relativa por viagem

Anexo IX– Aplicação do teste KS à totalidade dos dados tratados.