

Marcelo André Almeida Silva

Medição e Avaliação do Ruído Ambiente - Estudo dos fatores que condicionam a determinação dos níveis de pressão sonora



Marcelo André Almeida Silva

Medição e Avaliação do Ruído Ambiente - Estudo dos fatores que condicionam a determinação dos níveis de pressão sonora

Relatório de Estágio
Mestrado em Tecnologias Ambientais

Professor Doutor Paulo Gabriel Fernandes de Pinho



Aos meus pais, à minha irmã e à minha avó.

RESUMO

O presente relatório realizou-se no âmbito do estágio curricular inserido no curso de Mestrado em Tecnologias Ambientais da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu, realizado no período entre 21 de Novembro de 2011 e 31 de Maio de 2012 na empresa Monitar, Lda, sediada em Viseu, vocacionada para a prestação de serviços multidisciplinares na área de Engenharia do Ambiente e detentora de um laboratório acreditado para medição de ruído ambiente.

O principal objetivo do estágio foi aprofundar os conhecimentos teórico-práticos adquiridos no curso de Mestrado, mais particularmente, na área da medição e avaliação do ruído ambiente. Assim, o estágio incidiu sobretudo na realização de medições de ruído ambiente com vista ao estudo dos fatores que condicionam a determinação dos níveis de pressão sonora aquando da medição e avaliação do ruído ambiente.

Foi avaliada a representatividade da técnica de amostragem, em confronto com a realização de medições de longa duração, em situações em que o tráfego rodoviário é a fonte de ruído predominante. Para tal, realizaram-se medições de ruído emitido pelo tráfego rodoviário a circular numa rodovia com elevado tráfego e perfil de autoestrada, numa rodovia rural e numa rodovia urbana de uma cidade. Foi também analisada a influência da altura de medição através da realização de medições, por técnica de amostragem, a 4,0 m e a 1,5 m de altura, em simultâneo, em 20 locais e a várias distâncias da fonte sonora, correspondendo a um total de 93 amostras.

Os resultados obtidos contribuíram para identificar os horários em que a técnica de amostragem, por recolha de amostras no período de referência, comparativamente com a técnica de amostragem por medição em contínuo nos períodos de referência é representativa para a fonte tráfego rodoviário. Nos períodos diurno e entardecer a diferença do indicador de ruído obtido pelas duas técnicas foi inferior a 3 dB(A) para todas as rodovias. Já no período noturno, a diferença máxima obtida pelas duas técnicas foi de: 5 dB(A) para a rodovia de elevado tráfego; 13 dB(A) para a rodovia rural e 7 dB(A) para a rodovia urbana. Verifica-se assim, a necessidade de selecionar corretamente o horário de amostragem, sobretudo, no período de referência noturno. Verificou-se ainda que a extrapolação das medições de ruído efetuadas a uma dada altura para outra, podem dar origem a resultados significativamente diferentes dos observados no campo. Em média, os valores medidos a 4,0 m de altura foram superiores aos medidos a 1,5 m em 2,5 dB(A) no período diurno, 1,8 dB(A) no período do entardecer e 1,5 dB(A) no período noturno.

ABSTRACT

The present report was carried out as part of practical curricular inserted in the Masters course in Environmental Technology of the Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu, conducted between November 21, 2011 and May 31, 2012 at the company Monitor Ltd, based in Viseu, dedicated to the provision of multidisciplinary services in the field of Environmental Engineering and holder of an accredited laboratory for measurement of environmental noise.

The main purpose of the stage was to further the theoretical and practical knowledge acquired in the Master course, more specifically, on the field of measurement and assessment of environmental noise. So, the stage has focused on making environmental noise measurements in order to study the factors that influence the determination of the sound pressure levels at the time of measurement and assessment of environmental noise.

It was evaluated the representation of the sampling technique, in comparison with the realization of long term measurements in situations where road traffic is the predominant noise source. To this end, measurements were made on a high-traffic road with highway profile, on a rural road and on a urban road in a city. It was also analyzed the influence of the different measurement heights by performing measurements per sampling technique at 4.0 m and 1.5 m of height, simultaneously, at 20 locations and several distances from the sound source, corresponding to a total of 93 samples.

The obtained results contributed to identify the times at which the sampling technique, by collecting samples at the reference period in comparison with the sampling technique for continuous measurement in reference periods is representative of the road traffic sound source. For daytime and evening periods the differential noise indicator obtained by the two techniques was less than 3 dB(A) for all types of roads. For nighttime the maximum difference obtained by the two techniques was: 5 dB(A) in the high-traffic road; 13 dB(A) in the rural road and 7 dB(A) in the urban road. It is verified thus the necessity of properly select the time of sampling, especially at night period. It was also found that extrapolation of noise measurements made at a given height to another, can lead to significantly different results from those observed in the field. On average, the values measured at 4.0 m height were higher than those measured at 1.5 m in 2.5 dB(A) during daytime, 1.8 dB(A) during the evening and 1.5 dB(A) at night.

PALAVRAS-CHAVE

Ruído Ambiente

Altura de medição

Tempo de medição

KEY-WORDS

Environmental Noise

Measurement height

Measurement time

AGRADECIMENTOS

À minha família, em especial aos meus pais, à minha irmã e à minha avó, pelo apoio incondicional, e porque sem eles não conseguiria chegar até aqui.

Aos amigos que sempre me acompanharam ao longo da realização do estágio e durante a elaboração deste documento.

À empresa Monitar, Lda, por me ter proporcionado a realização do estágio, e a toda a sua equipa, pela integração num ótimo ambiente profissional.

Ao Doutor Paulo de Pinho, por todo o apoio, disponibilidade e paciência, mostrados ao longo do estágio e da realização deste documento.

A todos aqueles que, de alguma forma, me apoiaram e despenderam algum do seu tempo para estarem presentes quando mais necessitei.

ÍNDICE GERAL

Resumo	III
Abstract	V
Palavras-chave	VII
Key-Words.....	IX
Agradecimentos.....	XI
Índice Geral	XIII
Índice de Figuras	XV
Índice de Quadros	XVII
1 Introdução.....	1
2 Caracterização do Estágio.....	3
2.1 Caraterização da Monitar, Lda.....	4
3 Ruído Ambiente.....	5
3.1 Enquadramento legislativo.....	6
3.2 Os efeitos do Ruído Ambiente na saúde pública	8
3.2.1 Perturbação do sono	9
3.2.2 Efeitos cardiovasculares.....	10
3.2.3 Incómodo ou irritabilidade.....	10
3.2.4 Saúde mental	11
3.3 Medição e Avaliação de Ruído Ambiente	11
3.3.1 Indicadores de ruído	12
3.3.2 Fontes de ruído	13
3.3.3 Influência das condições meteorológicas.....	14
3.3.4 Influência do tipo de solo	25
3.3.5 Procedimentos de medição	26
4 Caso de estudo.....	29
4.1 Metodologias	29

4.2	Resultados.....	30
4.2.1	Análise da representatividade da técnica de amostragem	30
4.2.2	Influência das alturas de medição.....	51
5	Conclusão.....	53
	Referências.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Raios Acústicos em Condições Favoráveis (adaptado de Besnard e Duc, 2009)	15
Figura 2 - Raios Acústicos em Condições Desfavoráveis (adaptado de Besnard e Duc, 2009)	15
Figura 3 - Raios Acústicos em Condições Homogêneas (adaptado de Besnard e Duc, 2009)	15
Figura 4 - Influência do gradiente de temperatura na propagação sonora (adaptado de Heimann, 2003)	16
Figura 5 - Atenuação típica com a distância a uma fonte sonora, para condições favoráveis, homogêneas e desfavoráveis (adaptado de Rosão, 2001)	17
Figura 6 - Raio de curvatura dos trajetos de propagação sonora, R, e contribuição da incerteza de medição associada, expressa como o desvio-padrão, devido à influência das condições meteorológicas, para várias combinações de alturas de recetor/fonte (A a C) sobre solo poroso	19
Figura 7 - Períodos em que a altura do Sol e, conseqüentemente, o gradiente de temperatura, está entre determinados limites, para uma latitude de 56° Norte	20
Figura 8 - Períodos em que a altura do Sol e, conseqüentemente, o gradiente de temperatura, está entre determinados limites para várias latitudes	21
Figura 9 - Distinção das regiões para a determinação da atenuação do solo	26
Figura 10 - Níveis de pressão sonora contínuos calculados para intervalos de 15 e 45 min, com início de 15 em 15 min, relativos aos dois dias de medição no local de medição RA2531	
Figura 11 - Níveis de pressão sonora contínuos calculados para intervalos de 15 e 45 min, com início de 15 em 15 min, relativos aos dois dias de medição no local de medição RA29-a	31
Figura 12 - Níveis de pressão sonora contínuos calculados para intervalos de 15 e 45 min, com início de 15 em 15 min, relativos aos dois dias de medição no local de medição RA29-b	31
Figura 13 - Níveis de pressão sonora contínuos calculados para intervalos de 15 e 45 min, com início de 15 em 15 min, relativos aos dois dias de medição no local de medição R221	43
Figura 14 - Níveis de pressão sonora contínuos calculados para intervalos de 15 e 45 min, com início de 15 em 15 min, relativos aos dois dias de medição no local de medição RC1	44

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Cronograma temporal do estágio	3
Quadro 2 - Características que influenciam o raio de curvatura, R	22
Quadro 3 - Seleção de condições favoráveis, matriz $U_i T_i$	23
Quadro 4 - Indicadores de ruído calculados para os dois dias de medição, por período de referência, determinados por medição em contínuo dos níveis de pressão sonora nos locais de medição RA25 e RA29-a e RA29-b	30
Quadro 5 - Diferenças entre o valor L_n obtido por medição em contínuo em dois dias e o L_n obtido pela técnica de amostragem de 45 minutos em cada dia para o local RA25	32
Quadro 6 - Diferenças entre o valor L_n obtido por medição em contínuo em dois dias e o L_n obtido pela técnica de amostragem de 45 minutos em cada dia para o local RA29-a	33
Quadro 7 - Diferenças entre o valor L_n obtido por medição em contínuo em dois dias e o L_n obtido pela técnica de amostragem de 45 minutos em cada dia para o local RA29-b	33
Quadro 8 - Diferenças entre o valor L_e obtido por medição em contínuo em dois dias e o L_e obtido pela técnica de amostragem de 45 minutos em cada dia para o local RA25	34
Quadro 9 - Diferenças entre o valor L_e obtido por medição em contínuo em dois dias e o L_e obtido pela técnica de amostragem de 45 minutos em cada dia para o local RA29-a	34
Quadro 10 - Diferenças entre o valor L_e obtido por medição em contínuo em dois dias e o L_e obtido pela técnica de amostragem de 45 minutos em cada dia para o local RA29-b	34
Quadro 11 - Diferenças entre o valor L_d obtido por medição em contínuo em dois dias e o L_d obtido pela técnica de amostragem de 45 minutos em cada dia para o local RA25	37
Quadro 12 - Diferenças entre o valor L_d obtido por medição em contínuo em dois dias e o L_d obtido pela técnica de amostragem de 45 minutos em cada dia para o local RA29-a	39
Quadro 13 - Diferenças entre o valor L_d obtido por medição em contínuo em dois dias e o L_d obtido pela técnica de amostragem de 45 minutos em cada dia para o local RA29-b	41
Quadro 14 - Indicadores de ruído calculados para os dois dias de medição, por período de referência, determinados por medição em contínuo dos níveis de pressão sonora nos locais R221 e RC1	43
Quadro 15 - Diferenças entre o valor L_n obtido por medição em contínuo em dois dias e o L_n obtido pela técnica de amostragem de 45 minutos em cada dia para o local EN221	45
Quadro 16 - Diferenças entre o valor L_n obtido por medição em contínuo em dois dias e o L_n obtido pela técnica de amostragem de 45 minutos em cada dia para o local RC1	45
Quadro 17 - Diferenças entre o valor L_e obtido por medição em contínuo em dois dias e o L_e obtido pela técnica de amostragem de 45 minutos em cada dia para o local EN221	46

Quadro 18 - Diferenças entre o valor L_e obtido por medição em contínuo em dois dias e o L_e obtido pela técnica de amostragem de 45 minutos em cada dia para o local RC1	46
Quadro 19 - Diferenças entre o valor L_d obtido por medição em contínuo em dois dias e o L_d obtido pela técnica de amostragem de 45 minutos em cada dia para o local R221.....	47
Quadro 20 - Diferenças entre o valor L_d obtido por medição em contínuo em dois dias e o L_d obtido pela técnica de amostragem de 45 minutos em cada dia para o local RC1	49
Quadro 21 - Indicadores de ruído obtidos nos diferentes locais de medição a duas alturas de medição	51

1. Introdução

O presente documento surge no âmbito da unidade curricular Estágio inserida no curso de Mestrado em Tecnologias Ambientais da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu e tem como objetivo descrever as atividades e estudos efetuados ao longo do estágio realizado na empresa Monitar, Lda, dando particular importância ao trabalho executado na área do ruído ambiente e dos fatores que condicionam a determinação dos níveis de pressão sonora aquando da medição e avaliação do mesmo.

O estudo efetuado no decorrer do estágio foi dividido em duas fases de forma a tornar mais fácil a obtenção bem como a organização de resultados. Numa primeira fase, foram efetuadas medições de ruído a duas alturas; 4,0 m e 1,5 m cujos resultados foram utilizados para o estudo da influência da realização de medições a diferentes alturas. A segunda fase do estágio incidiu na realização de medições de ruído ambiente de longa duração com o objetivo de avaliar a influência das condições meteorológicas, do período de medição e do horário da medição na determinação dos indicadores de ruído. O trabalho realizado permitiu cumprir e alcançar os objetivos previamente delineados, e para além do trabalho planeado, e apresentado neste relatório, foi possível participar em trabalhos ligados a diversas áreas da Engenharia do Ambiente as quais possibilitaram a aquisição de competências técnicas, científicas e relacionais no que diz respeito à prestação de serviços de monitorização ambiental.

A estrutura do atual documento encontra-se dividida em diferentes partes fazendo primeiramente uma abordagem teórica do tema de modo a enquadrar o caso prático em análise. Para além da presente introdução e de uma conclusão geral apresentada no final, é seguidamente feita uma breve caracterização do planeamento do estágio bem como da empresa Monitar, Lda. Surge de seguida um capítulo referente ao tema objeto de estudo, o ruído ambiente, que se encontra dividido em três partes distintas.

Primeiro é apresentada uma análise à evolução do quadro legal e normativo referente ao ruído ambiente em Portugal, são depois referidos os principais efeitos do ruído ambiente para a saúde pública e finalmente é feita uma pesquisa mais aprofundada acerca da metodologia de medição e avaliação do ruído ambiente. Nesta última parte é feita referência a aspetos como os vários indicadores de ruído existentes, a importância da caracterização da fonte sonora e ainda dos fatores que condicionam a determinação dos níveis de pressão sonora, tais como as condições meteorológicas, a altura de medição e o horário da medição.

1. Introdução

Segue-se então o capítulo onde é apresentado o caso de estudo e no qual são definidas as metodologias de trabalho, os procedimentos efetuados e os resultados obtidos. Nesse mesmo capítulo é feita a análise e discussão dos resultados e são apresentadas as respetivas conclusões. O relatório termina com uma conclusão global acerca do estágio e de todo o estudo.

2. Caracterização do Estágio

O estágio realizado na empresa Monitar, Lda, teve a duração de seis meses e foi compreendido no período entre o dia 28 de novembro de 2011 e o dia 31 de maio de 2012. O tema principal do estágio foi a medição e avaliação do ruído ambiente e o estudo dos fatores que condicionam a determinação dos níveis de pressão sonora. O cronograma temporal do estágio é apresentado no Quadro 1 onde figuram as sucessivas fases e tarefas do mesmo.

Quadro 1 - Cronograma temporal do estágio

Tarefa	Nov. 2011	Dez. 2011	Jan. 2012	Fev. 2012	Mar. 2012	Abril 2012	Mai 2012	Junho 2012	Julho 2012
T1									
T2									
T3									
T4									
T5									

A pesquisa bibliográfica, tarefa (T1), iniciou-se com a análise da legislação e normalização Portuguesa de modo a adquirir e aprofundar os conhecimentos relativos à metodologia de medição e avaliação do ruído ambiente e dos fatores que condicionam a determinação dos níveis de pressão sonora. Nas duas fases de carácter prático (T2 e T3) aplicaram-se procedimentos técnicos para a realização de medições de ruído ambiente. Foram feitas medições a diferentes alturas em simultâneo, e medições de ruído ambiente em períodos de longa duração. As últimas duas fases (T4 e T5) correspondem à análise e tratamento dos resultados obtidos com as medições efetuadas e à elaboração do presente relatório de estágio.

De referir que no decorrer do estágio foram também realizados trabalhos de monitorização da qualidade das águas superficiais e subterrâneas, monitorização da qualidade do ar ambiente e ainda ensaios de acústica de edifícios, que permitiram o crescimento e enriquecimento pessoal a nível de diversas áreas da Engenharia do Ambiente.

2. Caracterização do Estágio

2.1 Caraterização da Monitar, Lda

A Monitar é uma empresa vocacionada para a prestação de serviços multidisciplinares na área de Engenharia do Ambiente, fundada em 2006 e com a sua sede em Viseu.

Em 2006 a empresa Monitar prestava serviços na área de monitorização da qualidade do ar, alargando desde 2007 a sua intervenção para a área de ruído e para a realização de estudos e projetos ambientais. A partir de 2008 a Monitar passou a prestar serviços também na área das vibrações e a partir de 2009 na área de higiene e segurança no trabalho. No ano de 2010 a Monitar acrescentou aos seus serviços de gestão, consultadoria e acompanhamento ambiental, a acústica de edifícios.

Atualmente a Monitar é composta por sete colaboradores, todos eles com formação superior na área de Engenharia do Ambiente.

A Monitar possui um laboratório de ensaios acreditado pelo Instituto Português de Acreditação (IPAC) segundo a norma NP EN ISO 17025:2005 com o número L0558. Inseridos no âmbito da acreditação estão, entre outros, os ensaios de medição dos níveis de pressão sonora - determinação do nível médio de longa duração, e determinação do nível sonoro contínuo equivalente, os quais foram os principais ensaios realizados durante o estágio.

3. Ruído Ambiente

O ruído na sua definição mais simplificada e usual, é definido como um som indesejável ou desagradável (COM(96) 540 final, 1996). No que se refere ao ruído ambiente existem várias definições possíveis e válidas, desde logo, no Regulamento Geral do Ruído (Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro) é definido como “*ruído global observado numa dada circunstância num determinado instante, devido ao conjunto das fontes sonoras que fazem parte da vizinhança próxima ou longínqua do local considerado*”. Já no Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de Julho, relativo à avaliação e gestão do ruído ambiente, o ruído ambiente é “*um som externo indesejado ou prejudicial gerado por atividades humanas, incluindo o ruído produzido pela utilização de grandes infraestruturas de transporte rodoviário, ferroviário e aéreo e instalações industriais*”. Pode constatar-se que estas definições são significativamente diferentes, uma vez que, para a primeira é ideal a monitorização em contínuo por si só, e para a segunda, a monitorização em contínuo necessita de ser acompanhada por alguma forma de desprezar os sons pretendidos e não prejudiciais para as populações, principalmente aqueles que são gerados por atividades não humanas (Rosão, 2011).

Atualmente, o ruído é dos principais causadores de degradação da qualidade do ambiente urbano, principalmente devido ao elevado número de transportes existentes, também devem referir-se as atividades industrial e comercial, que por vezes podem assumir maior importância neste campo e que tornam os centros urbanos, zonas em que o ruído ambiente assume um papel significativo na má qualidade de vida das sociedades. Os diferentes atributos físicos que o ruído possui são possíveis de quantificar, no entanto, existem aspetos subjetivos cuja avaliação é muito difícil realizar. Por exemplo, o grau de incomodidade que resulta da exposição ao ruído é quase impossível de quantificar, isto porque a perceção do ruído depende das pessoas, dos momentos e dos locais e por isso é difícil determinar objetivamente a incomodidade (e.g. Oliveira e Silva, 2010). No entanto, no âmbito deste estudo, o ruído é quantificável pelos níveis de pressão sonora que é algo objetivo e mesurável podendo ser facilmente ser confrontado com os valores legalmente estabelecidos.

O ruído ambiente é uma questão que requer cada vez mais empenho de todos para que seja devidamente controlada a fim de se minimizarem os seus impactos sobre as populações. A existência de legislação adequada e aplicável em conjunto com meios e

3. Ruído Ambiente

procedimentos técnicos de medição e avaliação de ruído, são meios fundamentais para que o ruído ambiente possa ser monitorizado e controlado de forma a causar o mínimo de impactes possíveis.

3.1 Enquadramento legislativo

O quadro legal referente às políticas ambientais surgiu no ano de 1987 iniciando-se com a publicação da Lei de Bases do Ambiente, Lei n.º 11/87, de 7 de Abril, a qual tinha o objetivo de enquadrar toda política ambiental do país. O princípio geral desta lei, contemplado no seu artigo 2.º afirma o seguinte: *“Todos os cidadãos têm direito a um ambiente humano e ecologicamente equilibrado e o dever de o defender, incumbindo ao Estado, por meio de organismos próprios e por apelo a iniciativas populares e comunitárias, promover a melhoria da qualidade de vida, quer individual, quer coletiva”*. No que respeita ao ruído, o artigo 22.º aponta a luta contra este problema, visando a salvaguarda da saúde e bem-estar de toda a população através de diversas ações.

Nesse mesmo ano entra em vigor o Decreto-Lei n.º 251/87, de 24 de Junho, afirmando-se como o primeiro Regulamento Geral do Ruído (RGR). Este documento constituiu uma iniciativa pioneira em Portugal respeitante ao tema do ruído ambiente e veio completar e atualizar de forma integrada matéria que até então estava repartida em legislação diversa, estabelecendo o conjunto de normas em que se apoia um quadro legal adequado a uma política de prevenção e combate ao ruído. Seguidamente, e de forma a estabelecer disposições legais sobre a poluição sonora emitida por diversas atividades e equipamentos, surgiram a Portaria n.º 879/90, de 20 de Setembro e a Portaria n.º 77/96, de 9 de Março. Esta última transpôs a Diretiva n.º 95/27/CE para a ordem jurídica nacional e alterou parte da Portaria n.º 879/90.

De forma a corrigir e esclarecer algumas disposições do RGR, entra em vigor o Decreto-Lei n.º 292/89, de 2 de Setembro que em termos práticos veio reescrever alguns artigos presentes no Decreto-Lei n.º 251/87. No ano de 1992 foi publicado o Decreto-Lei n.º 72/92, de 28 de Abril o qual transpôs a Diretiva n.º 86/188/CEE estabelecendo o quadro geral da proteção dos trabalhadores contra os riscos devidos à exposição ao ruído durante o trabalho e também o Decreto Regulamentar n.º 9/92, de 28 de Abril que regulamentou o Decreto-Lei n.º 72/92. Estes dois documentos foram revogados pela entrada em vigor do Decreto-Lei 182/2006, de 6 de Setembro, que transpôs para a ordem jurídica nacional a Diretiva n.º 2003/10/CE, que revogou a Diretiva n.º 86/188/CEE, e que estabelece as prescrições

mínimas de segurança e saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos ao ruído.

Apesar dos esforços, os problemas ambientais relativos ao ruído agravaram-se e foi necessário constituir um novo regime, eis que é então criado o Regime Legal sobre a Poluição Sonora (RLPS), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 292/2000, de 14 de Novembro que revogou os Decretos-Lei n.º 251/87, de 24 de Junho e 292/89, de 2 de Setembro. Este diploma foi alvo de várias alterações, nomeadamente pelo Decreto-Lei n.º 76/2002, de 26 de Março, que transpôs a Diretiva n.º 2000/14/CE e alterou também as Portarias n.º 879/90 e 77/96. Já em 2006 entrou em vigor o Decreto-Lei n.º 221/2006, de 8 de Novembro que transpôs a Diretiva n.º 2005/88/CE revogando assim o Decreto-Lei 76/2002 e estabelecendo as regras em matéria de emissões sonoras de equipamento para utilização no exterior.

O Decreto-Lei n.º 129/2002, de 11 de Maio, estabeleceu o regulamento dos requisitos acústicos dos edifícios (RRAE), com vista à sua melhoria, e assim, veio complementar o Decreto-Lei nº 292/2000, de 14 de Novembro. Em 2008 o Decreto-Lei n.º 96/2008, de 9 de Junho, veio alterar alguns artigos do Decreto-Lei n.º 129/2002, de 11 de Maio e republica o RRAE. Também em 2002, entra em vigor o Decreto-Lei n.º 259/2002, de 23 Novembro, que reescreveu alguns dos artigos do Decreto-Lei n.º 292/2000, de 14 de Novembro, designadamente relativos às competências atribuídas às autarquias.

O Decreto-Lei n.º 293/2003, de 19 de Novembro estabeleceu as regras e os procedimentos para a introdução de restrições de operação relacionadas com o ruído nos aeroportos, aplicando-se ao transporte aéreo comercial e aviação em geral. O Decreto-Lei referido transpôs a Diretiva 2002/30/CE relativa ao estabelecimento de regras e procedimentos para a introdução de restrições de operação relacionadas com o ruído nos aeroportos comunitários. Estes diplomas legais tinham como principal objetivo a prevenção e o controlo do ruído em qualquer zona onde existisse ocupação humana sensível.

Mais tarde, e com a transposição da Diretiva n.º 2002/49/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de Junho, surgiu o Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de Julho, retificado pela Declaração de Retificação n.º 57/2006, de 31 de Agosto. Este documento diz respeito à avaliação e gestão do ruído ambiente e constitui a Diretiva do Ruído Ambiente (DRA). Com a entrada em vigor deste último diploma, tornou-se necessário efetuar a modificações ao RLPS. As alterações serviriam para tornar o RLPS compatível com as normas aprovadas e principalmente, iriam adotar-se indicadores de ruído ambiente, concisos e coerentes, uma vez que o tema ruído era cada vez mais influente na saúde e no bem-estar da sociedade. É então que surge o novo quadro legal relativo ao ruído ambiente, implementado pela entrada

3. Ruído Ambiente

em vigor do Decreto-lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro, que aprova o RGR da atualidade. Também este documento já foi retificado, pela Declaração de Retificação n.º 18/2007, de 16 de Março, e alterado pelo Decreto-lei n.º 278/2007, de 1 de Agosto.

Na atualidade existem assim dois grandes diplomas referentes ao ruído, a DRA e o RGR. A DRA estabelece a obrigação, a nível comunitário, de recolha de dados acústicos, elaboração de relatórios sobre o ambiente acústico e de planos de ação, por forma a criar a base para a definição da futura política comunitária neste domínio. É apenas aplicada às grandes infraestruturas de transporte rodoviário, ferroviário e aéreo e às aglomerações de maior expressão populacional. O RGR, que é mais vasto do que o da DRA, aplicando-se às atividades ruidosas permanentes, temporárias, às infraestruturas de transporte e a outras fontes de ruído suscetíveis de causar incomodidade e ainda ao ruído de vizinhança. Conforme o exposto no artigo 32.º do RGR, são aplicáveis definições e procedimentos presentes na normalização portuguesa referente à acústica. No que trata a ruído ambiente, são as normas NP ISO 1996-1:2011 - Acústica. Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente; parte 1: Grandezas fundamentais e métodos de avaliação e a NP ISO 1996-2:2011 - Acústica. Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente; parte 2: Determinação dos níveis de pressão sonora do ruído ambiente. Estas normas substituíram recentemente a NP ISO 1730:1996.

Em relação ao ruído ambiente, existem ainda outros documentos relevantes que devem ser tidos em conta conjuntamente com o RGR, a DRA e a NP ISO 1996-2011, como o guia prático para medições de ruído ambiente (Matos, *et al.*, 2011), publicado pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA), com a função de auxiliar a aplicação da NP ISO 1996:2011, harmonizando os procedimentos de medição para a determinação dos indicadores de longa duração e verificação do cumprimento dos requisitos acústicos estabelecidos no RGR e ainda as Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído (Guedes e Leite, 2011) que visam harmonizar as metodologias de elaboração de mapas de ruído, em termos de cartografia base e dados de entrada, métodos e opções de cálculo e a validação de resultados.

3.2 Os efeitos do Ruído Ambiente na saúde pública

A exposição prolongada ao ruído ambiente proveniente de estradas, linhas ferroviárias, aeroportos ou zonas industriais contribui para um aumento das doenças relacionadas com o ruído ambiente. Uma em cada três pessoas está irritada durante o dia e uma em cada cinco tem perturbação do sono durante a noite por causa do ruído do tráfego. Existem evidências epidemiológicas que indicam que, indivíduos cronicamente expostos a elevados níveis de

ruído do ambiente têm um maior risco de contrair doenças cardiovasculares, tais como o enfarte do miocárdio. Por isto mesmo, a poluição sonora é considerada, não só, um incômodo ambiental, mas também uma ameaça à saúde pública (World Health Organization, 2011).

O ruído ambiente provoca mudanças no organismo a curto e longo prazo. A exposição a um som indesejado, poderá produzir alterações nos batimentos cardíacos, vasoconstrição e libertação de hormonas relacionadas com o stresse, como por exemplo, adrenalina ou cortisol. A exposição contínua e prolongada ao ruído poderá ter consequências sobre a saúde, conduzindo ao aumento dos fatores de risco e aumentando a probabilidade de causar problemas a longo prazo (e.g. Miedema, H., 2001).

A saúde e bem-estar humanos são afetados pelos efeitos do ruído, que estão relacionados com os limiares de exposição média sonora a ruído ambiente e à sua persistência temporal. Em relação à dimensão da saúde clínica, a principal consequência da exposição ao ruído ambiente relaciona-se com doenças cardíacas e hipertensão. Os problemas mais comuns são os impactos na qualidade do sono e no desempenho devido às suas interferências na aprendizagem e memória, principalmente nas crianças. Ao nível da qualidade de vida e da condição física, o ruído está relacionado com respostas de stresse e incômodo (European Environmental Agency, 2010).

3.2.1 Perturbação do sono

Os efeitos do ruído ambiente são vários, mas desde sempre que a perturbação do sono é considerada como o maior efeito causado pelo ruído ambiente (Berglund, *et. al.*, 1999), sendo esta problemática uma das queixas que mais se verifica por parte da população mundial (World Health Organization, 2011).

O ruído ambiente pode afetar o sono, produzindo consequências imediatas, como respostas de excitação através de movimentos corporais, mudanças de estado do sono e o próprio acordar, e consequências a longo prazo, tais como sonolência e fadiga, reduzido desempenho durante o dia e em casos extremos pode chegar a causar distúrbios crónicos relacionados com o sono. Na generalidade, os efeitos imediatos são os que mais afetam a população exposta, a dificuldade em adormecer, os despertares e as alterações nos estágios do sono ou na sua profundidade são as queixas mais usuais no que toca a este fator. No ano de 1999, a Organização Mundial de Saúde afirmava que para uma boa noite de sono o nível de pressão sonora no interior de uma habitação não deveria exceder, aproximadamente, $L_{max}=45$ dB(A) em mais de dez a quinze vezes por noite, havendo

3. Ruído Ambiente

evidências de despertares com picos nos níveis de pressão sonora entre 55 - 60 dB(A) (Berglund, *et al.*, 1999). Atualmente indica que abaixo do nível de pressão sonora $L_{night}=30$ dB(A), não são observados efeitos relevantes no sono (World Health Organization, 2009).

Um sono sem interrupções é um requisito para que o indivíduo se sinta em boas condições e para que possua um bom desempenho físico e mental ao longo do dia (World Health Organization, 2011).

3.2.2 Efeitos cardiovasculares

O ruído ambiente pode considerar-se um fator de stresse ambiental causador de efeitos adversos para a saúde a longo prazo. A exposição prolongada ao ruído ativa os sistemas autónomos e hormonais, levando a alterações temporárias, tais como, aumento da tensão arterial, aumento da frequência cardíaca e vasoconstrição. Estudos epidemiológicos sugerem um maior risco de doenças cardiovasculares, incluindo hipertensão arterial e enfarte do miocárdio, em pessoas cronicamente expostos a altos níveis de ruído de tráfego rodoviário ou o ruído de tráfego aéreo (World Health Organization, 2011). O resultado de estudo *cross-sectorial* entre o ruído de tráfego e hipertensão realizado em 2009 no sul da Suécia indicou que os efeitos provenientes do ruído do tráfego rodoviário, efeitos cardiovasculares, apenas foram sentidos a partir de níveis médios superiores a 60 dB(A) (Bodin, *et al.*, 2009). Um outro estudo de revisão realizado por Babisch em 2005 (Babisch, 2005) sobre o ruído ambiente com origem no tráfego rodoviário, determinou que durante o período diurno, a exposição acima dos 65 dB(A) sugere um aumento do risco de desenvolvimento de doenças isquémicas do coração.

3.2.3 Incómodo ou irritabilidade

A irritação ou o incómodo causado pelo ruído podem ser considerados como efeitos adversos sobre saúde (World Health Organization, 2011). A incomodidade causada sobre os indivíduos expostos ao ruído pode conduzir a uma situação, na qual, estes experimentem uma variedade de respostas negativas perante esse cenário, como por exemplo, raiva, decepção, insatisfação, depressão, ansiedade, distração, agitação ou exaustão. Também aspetos relacionados com o stresse, sintomas psicológicos, fadiga e má disposição, podem ser associados a respostas de situações de incómodo (Berglund, *et al.*, 1999).

O incómodo e a irritabilidade causados pelo ruído ambiente afetam o bem-estar e a qualidade de vida da população. A relação entre irritabilidade e o ruído ambiente evidencia

que os indivíduos começam a sentir-se irritados com um valor de L_{den} acima dos 55 dB(A) e de L_n acima dos 45 dB(A); foi ainda provado que o nível de pressão sonora e a irritabilidade da população exposta são diretamente proporcionais (Passchier e Passchier, 2005).

3.2.4 Saúde mental

A exposição ao ruído ambiente, pode não ser uma causa direta de problemas sobre a saúde mental, no entanto, assume-se que acelere e intensifique o desenvolvimento de doenças mentais no indivíduo (Berglund, *et al.*, 1999) (Boer e Schroten, 2007). Os efeitos provocados pelo ruído, como ansiedade, stresse emocional, alterações nervosas, náuseas, dores de cabeça, instabilidade, alterações no humor, aumento de conflitos sociais, podem ser motivadores de algum tipo de perturbação mental (Berglund, *et al.*, 1999)

A possibilidade de que o ruído ambiente tem efeitos adversos na saúde mental dos indivíduos é analisada em vários estudos, que referem que o uso de medicação, como tranquilizantes, o uso de comprimidos para dormir e os sintomas psiquiátricos podem ser consequência da exposição prolongada ao ruído (Berglund, *et al.*, 1999).

3.3 Medição e Avaliação de Ruído Ambiente

A avaliação do ruído ambiente é realizada com base em indicadores de ruído. A determinação desses indicadores pode efetuar-se, através da realização de métodos de medição de ruído (preferencialmente), por métodos de previsão ou modelação calibrados e validados, ou ainda pela combinação dos valores obtidos por medição com os valores calculados pelos modelos de previsão. As medições de ruído devem ser realizadas de acordo com os procedimentos descritos na legislação em vigor, e fornecem resultados mais representativos da situação real, enquanto os métodos de modelação são mais imprecisos e implicam que, simultaneamente, se realizem medições em determinados pontos por forma a validar os resultados simulados (Antunes, *et al.*, 2008).

Os resultados obtidos através das medições dos níveis de pressão sonora dependem da fonte sonora em questão, e têm, por vezes, de ser combinados com métodos de previsão, uma vez que existem situações em que, por exemplo, se pretende converter os resultados obtidos nas medições de ruído de tráfego rodoviário pontuais, em valores representativos do fluxo de tráfego anual. Nesta situação é de extrema importância o registo das características do tráfego que se verificam durante as medições. Existem também situações em que de acordo com a distância do recetor à fonte, é necessário ter em conta a influência das

3. Ruído Ambiente

condições meteorológicas. Neste caso, as medições efetuadas devem ser acompanhadas do registo das condições meteorológicas que ocorreram durante a sua realização.

As medições em acústica ambiental podem assim ser realizadas de diversos modos, estando dependentes dos diversos fatores que as possam influenciar e das técnicas de amostragem utilizadas com vista à obtenção de resultados. É por isso necessário, antes de se realizarem qualquer tipo de medições acústicas ambientais, conhecerem-se conceitos fundamentais presentes nos vários documentos existentes e técnicas ou procedimentos apropriados para a realização de medições de ruído ambiente.

3.3.1 Indicadores de ruído

A caracterização do ambiente sonoro exterior no processo de avaliação do ruído ambiente é conseguida recorrendo a determinados indicadores de ruído. Ao nível da União Europeia, a publicação da Diretiva n.º 2002/49/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de Junho, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente, definiu os indicadores de ruído a serem utilizados para a avaliação do ruído ambiente. Os indicadores de ruído estão definidos no RGR estando em concordância com a normalização existente relativa ao procedimento de medição de ruído ambiente, atualmente em vigor a norma NP ISO 1996 de 2011.

De acordo com o RGR, indicador de ruído é *“o parâmetro físico-matemático para a descrição do ruído ambiente que tenha uma relação com um efeito prejudicial na saúde ou no bem-estar humano”*. Outro conceito importante para a compreensão dos indicadores de ruído é o período de referência, *“intervalo de tempo a que se refere um indicador de ruído, de modo a abranger as atividades humanas típicas, delimitado nos seguintes termos: período diurno - das 7 às 20 horas; período do entardecer - das 20 às 23 horas e período noturno - das 23 às 7 horas”*.

No RGR, são incluídos nos indicadores de ruído os níveis sonoros contínuos equivalentes por período de referência, são eles o L_d , L_e e L_n que representam os níveis sonoros contínuos equivalentes de longa duração, em dB(A), determinados, respetivamente, durante uma série de períodos diurnos, do entardecer e noturnos representativos de um ano. O indicador de ruído que engloba os três anteriores é o L_{den} , *“indicador de ruído diurno-entardecer-noturno - indicador de ruído, expresso em dB(A), associado ao incómodo global e dado pela expressão”*.

$$L_{den} = 10 \times \log \frac{1}{24} \left[13 \times 10^{\frac{L_d}{10}} + 3 \times 10^{\frac{L_e+5}{10}} + 8 \times 10^{\frac{L_n+10}{10}} \right] \quad (1)$$

Para além destes indicadores são de referir ainda o nível sonoro contínuo equivalente ponderado A ($L_{Aeq,T}$) que corresponde ao valor do nível de pressão sonora ponderado A de um ruído uniforme que, no intervalo de tempo T, tem o mesmo valor eficaz da pressão sonora do ruído considerado, cujo nível varia em função do tempo, dado pela expressão:

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

E o nível de avaliação (L_{Ar}) que consiste no nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, durante um intervalo de tempo especificado, adicionado das correções devidas às características tonais e impulsivas do som, dado pela expressão:

$$L_{Ar} = L_{Aeq,T} + K1 + K2 \quad (3)$$

onde K1 é a correção tonal e K2 é a correção impulsiva.

Os intervalos de tempo de longa duração são, de um ano para os indicadores L_{den} (indicador de ruído diurno-entardecer-noturno) e L_n (indicador de ruído noturno) e de um mês para o indicador $L_{Aeq,T}$, por período de referência, na avaliação do ruído ambiente e do ruído residual.

3.3.2 Fontes de ruído

As fontes sonoras que se pretendem avaliar aquando da medição de ruído ambiente, podem possuir origens e funcionamentos diversos, podem ser isoladas ou surgirem de várias combinações, o que conduz à realização de diferentes tipos de análise. Segundo o RGR, fonte de ruído é *“a ação, atividade permanente ou temporária, equipamento, estrutura ou infraestrutura que produza ruído nocivo ou incomodativo para quem habite ou permaneça em locais onde se faça sentir o seu efeito”*. Desta definição pode retirar-se que existem fontes de ruído permanentes e temporárias, sendo que todas estão associadas ao incómodo que provocam.

Para que os níveis sonoros obtidos durante uma avaliação de ruído ambiente sejam confiáveis e representativos da situação real, o intervalo de tempo de medição deve englobar um número mínimo de acontecimentos acústicos característicos da respetiva fonte

3. Ruído Ambiente

em análise. Assim, as condições de funcionamento de qualquer tipo de fonte de ruído devem ser estatisticamente representativas do ruído ambiente em consideração.

Uma melhor análise relativa ao funcionamento das fontes sonoras é feita mais abaixo, no capítulo referente aos procedimentos de medição.

3.3.3 Influência das condições meteorológicas

A variabilidade dos níveis de pressão sonora obtidos durante as medições é significativamente influenciada pelas condições meteorológicas (Heimann, 2003) (NP ISO 1996-2011). Esta influência deve-se principalmente à refração das ondas sonoras por influência de fatores meteorológicos, nomeadamente, fatores térmicos, aerodinâmicos e ainda devido à absorção e turbulência atmosférica (Heimann, 2003).

Os fatores térmicos, associados às trocas térmicas entre o solo e a atmosfera, ocorrem preferencialmente quando se verifica forte insolação durante o período diurno. Estes fatores fazem com que exista uma variação de temperatura do ar em função da altura, que conduz a uma variação na velocidade de propagação do som. Os fatores aerodinâmicos associados ao atrito existente entre as massas de vento móveis e a superfície da terra, causam variações da velocidade do vento, que aumenta com a altitude, o que faz com que a velocidade da propagação sonora varie também com a altura (Besnard e Duc, 2009).

A presença destes fatores influenciam o gradiente vertical da velocidade de propagação sonora, e conduzem à formação das designadas zonas de sombra, zonas em que não entram raios diretos do som e que tornam os níveis de pressão sonora obtidos pouco representativos da situação real (Rosão, 2001).

Tendo em conta estas considerações podem definir-se condições favoráveis (gradiente vertical positivo da velocidade do som), condições desfavoráveis (gradiente vertical negativo da velocidade do som) e condições homogéneas (gradiente vertical da velocidade do som nulo), à propagação sonora, como representado na Figura 1, Figura 2 e Figura 3 respetivamente.

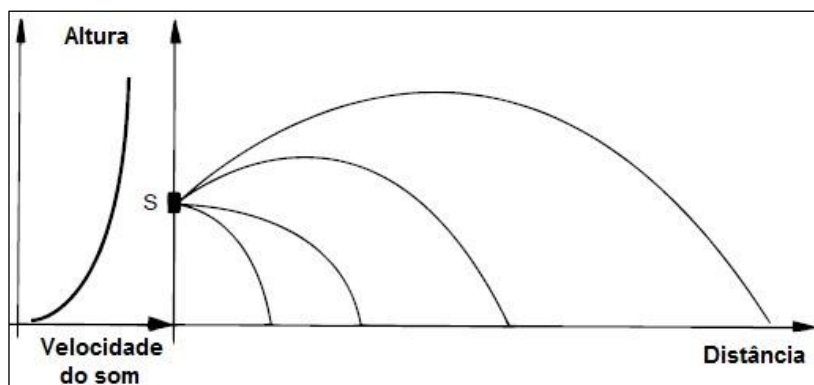


Figura 1 - Raios Acústicos em Condições Favoráveis (adaptado de Besnard e Duc, 2009)

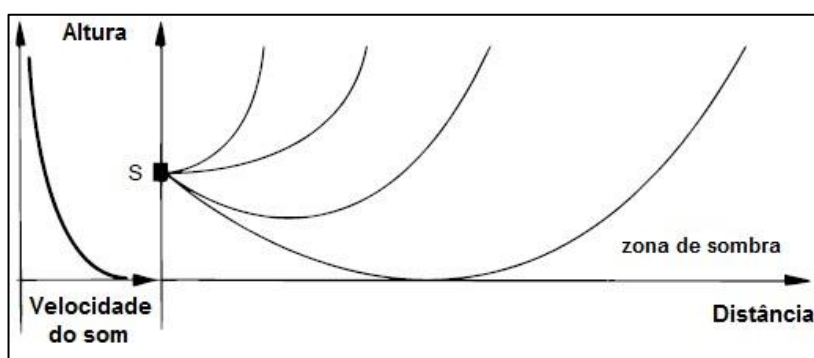


Figura 2 - Raios Acústicos em Condições Desfavoráveis (adaptado de Besnard e Duc, 2009)

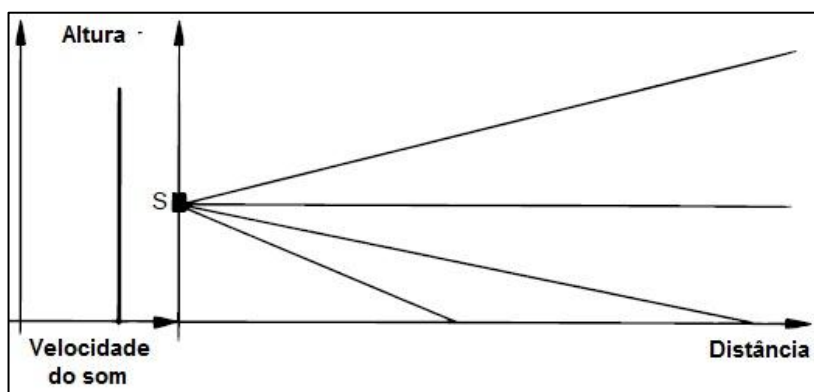


Figura 3 - Raios Acústicos em Condições Homogêneas (adaptado de Besnard e Duc, 2009)

Analisando em particular a influência de cada um dos gradientes atrás referidos e associados aos fatores meteorológicos separadamente, podem tirar-se conclusões que permitam minimizar essa mesma influência. Relativamente aos fatores térmicos, verifica-se, normalmente à noite, que as camadas mais baixas da atmosfera se tornam mais frias do que as camadas superiores (inversão de temperatura), situação em que ocorre um gradiente vertical positivo da velocidade do som, ou seja, a velocidade do som aumenta com a temperatura fazendo com que as ondas sonoras se curvem em direção à terra aumentando a intensidade sonora junto ao solo. O contrário acontece quando se verifica um gradiente

3. Ruído Ambiente

negativo, normalmente durante o dia, em condições de forte insolação, quando as camadas próximas do solo aquecem mais, permitindo a transferência de calor do solo para as camadas inferiores da atmosfera, isto é, a temperatura próxima do solo é superior à das camadas atmosféricas subsequentes, o que obriga as ondas sonoras a curvar para a atmosfera e consequentemente diminui a intensidade sonora junto ao solo, dando origem às já referidas zonas de sombra (Besnard e Duc, 2009) (ver Figura 4).

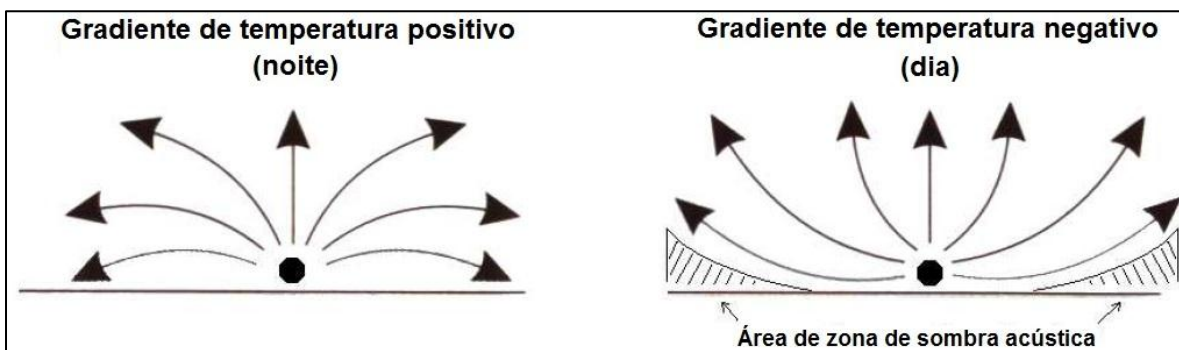


Figura 4 - Influência do gradiente de temperatura na propagação sonora (adaptado de Heimann, 2003)

Em relação aos fatores aerodinâmicos, na presença de um gradiente vertical positivo da velocidade do som, em que a direção do vento corresponde à direção da propagação sonora, o conjunto das suas velocidades, irá proporcionar um perfil em que a velocidade do som aumenta com a altura. As ondas sonoras na direção favorável à do vento irão curvar para o solo, aumentando aí a intensidade sonora. No caso de um gradiente negativo em que o vento sopra na direção oposta à direção da propagação sonora, a velocidade do vento contrário causa uma redução da velocidade de propagação sonora, fazendo com que a velocidade do som na direção da propagação, diminua com a altura (Besnard e Duc, 2009).

Nas situações em que se verifique a ausência do gradiente da velocidade vertical do som, situações que ocorrem apenas esporadicamente perto do nascer e do por do sol ou com céu totalmente nebulado, ou quando a velocidade do vento é nula ou quando os efeitos térmicos e aerodinâmicos se compensam, encontramos-nos perante condições homogêneas de propagação sonora, isto é, a propagação sonora não é afetada e verifica-se um gradiente vertical da velocidade do som nulo (Besnard e Duc, 2009).

Na Figura 5, é mostrada a atenuação típica em função da distância à fonte para as diferentes condições de propagação sonora (Rosão, 2001).

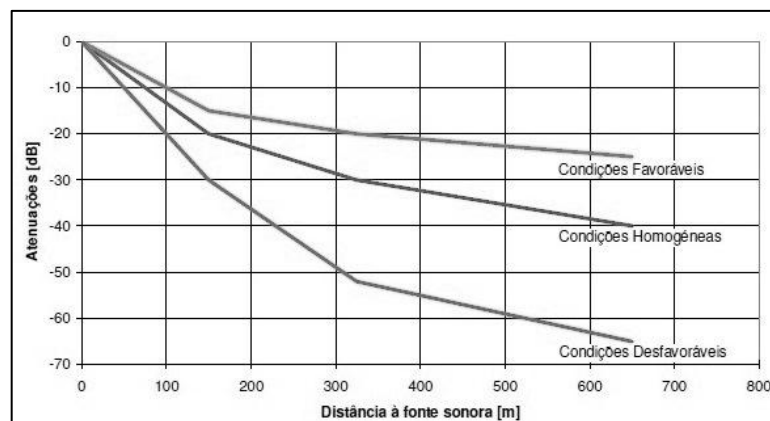


Figura 5 - Atenuação típica com a distância a uma fonte sonora, para condições favoráveis, homogêneas e desfavoráveis (adaptado de Rosão, 2001)

No processo de medição e avaliação do ruído ambiente, as condições meteorológicas devem ser representativas das condições de exposição ao ruído em avaliação. Assim, as características da envolvente do recetor devem estar de acordo com as condições que se pretendem avaliar. A influência das condições meteorológicas depende também de algumas variáveis, como o tipo de solo e a distância entre o recetor e a fonte em análise. Para solo do tipo poroso, a influência das condições meteorológicas é pequena, desde que verificada a equação 4:

$$\frac{h_s + h_r}{r} \geq 0,1 \quad (4)$$

onde: h_s é a altura da fonte, h_r é a altura do recetor e r é a distância entre a fonte o recetor.

No caso de um solo refletor, são aceitáveis maiores distâncias. Caso a condição imposta pela equação 4 não seja cumprida, as condições meteorológicas podem afetar significativamente os resultados da medição de ruído ambiente.

Nas situações em que se verifique que o ponto recetor está sujeito à influência das condições meteorológicas, isto é, quando não se verificar a equação 4, aplicável a solo poroso, os procedimentos de medição de ruído recorrendo à técnica de amostragem devem ser realizados, preferencialmente, sob condições favoráveis à propagação sonora. Nesses casos, os níveis sonoros obtidos são corrigidos por aplicação do fator C_{met} de forma a estimar o valor de $L_{Aeq,T}$ de longa duração, de acordo com a equação 5:

$$L_{Aeq,LT} = L_{Aeq,T}(DW) - C_{met} \quad (5)$$

onde, $L_{Aeq,T}(DW)$ é o nível sonoro para condições favoráveis à propagação sonora.

3. Ruído Ambiente

De forma a estimar o valor de $L_{Aeq,T}$ de longa duração, pode recorrer-se também à recolha de amostras numa gama de condições meteorológicas que serão devidamente ponderadas com base em estatísticas meteorológicas representativas do local em questão, servindo este procedimento como alternativa à aplicação do fator C_{met} através da equação 6:

$$L_{Aeq,LT} = 10 \times \lg \left[p \times 10^{L_{Aeq,T}(F)/10} + (1 - p) \times 10^{L_{Aeq,T}(H)/10} \right] \quad (6)$$

onde, onde, $L_{Aeq,T}(F)$, ou $L_{Aeq,T}(DW)$, é o nível sonoro para condições favoráveis à propagação sonora, $L_{Aeq,T}(H)$, é o nível sonoro para condições homogéneas à propagação sonora e p é a probabilidade de ocorrência de condições meteorológicas favoráveis à propagação sonora, durante um intervalo de tempo de longa duração.

A determinação do valor C_{met} por período de referência pode fazer-se através do método presente na NP 4361-2:2001, segundo a qual, para uma fonte sonora que possa ser considerada pontual e de emissão constante no tempo:

$$C_{met} = 0 \text{ se } \frac{h_s + h_r}{r} \geq 0,1 \quad (7)$$

onde, h_s é a altura da fonte, h_r , é a altura do recetor, r , é a distância entre a fonte e o recetor, projetada no plano horizontal, C_0 é um fator, em decibel, que depende das estatísticas meteorológicas relativas à velocidade e à direção do vento e a gradientes de temperatura. Ou então,

$$C_{met} = C_0 \left[1 - 10 \left(\frac{h_s + h_r}{r} \right) \right] \text{ se } \frac{h_s + h_r}{r} < 0,1 \quad (8)$$

O fator C_0 é determinado recorrendo ao documento AR-INTERIM-CM (Co, et al., 2003) no qual são apresentados dois métodos de cálculo. O primeiro, é um método de cálculo simplificado que assume, por defeito, estimativas globais de probabilidade de ocorrência de condições favoráveis à propagação sonora, sendo que, no período diurno, assume que em 50% do tempo ocorrem condições favoráveis à propagação sonora, no período entardecer, assume 75%, e no período noturno 100%, que permitem a obtenção dos seguintes valores de C_0 : $C_{0,p}.$ diurno = 1,47; $C_{0,p}.$ entardecer = 0,7; $C_{0,p}.$ noturno = 0. Um outro método, e para o qual Portugal não dispõe de informação relativa ao seu conteúdo, é um método de cálculo baseado em dados meteorológicos detalhados do local em análise.

De acordo com a NP ISO 1996-2011, ocorrem condições favoráveis à propagação sonora ($R < 10$ km) quando se verificam conjuntamente as condições seguintes: o vento sopra da

fonte sonora dominante para o recetor (com um ângulo de $\pm 60^\circ$ no período diurno, e de $\pm 90^\circ$ no período noturno); a velocidade do vento, medida a uma altura de 3,0 m a 11,0 m acima do solo, encontra-se entre 2 e 5 m/s durante o período diurno ou superior a 0,5 m/s no período noturno; não ocorre um forte gradiente de temperatura negativo junto ao solo.

As condições meteorológicas afetam o raio de curvatura do trajeto de propagação sonora (R), e a análise deste, conforme descrito na NP ISO 1996-2011, irá definir se as condições meteorológicas são ou não favoráveis à propagação sonora. O raio de curvatura depende, como referido anteriormente, dos gradientes de temperatura e da velocidade do vento, sendo o mais relevante de entre estes que define se as condições são ou não favoráveis. Os valores positivos de R indicam que a curvatura dos raios sonoros é no sentido descendente, os valores negativos indicam que a curvatura é ascendente e um valor de $R = \infty$ corresponde à propagação sonora em linha reta.

Na NP ISO 1996-2011, e apenas de forma informativa, são fornecidas orientações para uma melhor interpretação das condições favoráveis à propagação sonora e às incertezas associadas às condições meteorológicas. A Figura 6 representa um esquema que distingue o raio de curvatura necessário para que as condições de propagação sonora sejam favoráveis, referindo desvio-padrão, associado aos resultados de medição expectáveis, como consequência da variação das condições meteorológicas na propagação sobre solo poroso. A norma refere ainda que a respetiva figura não se aplica a medições de longa duração.

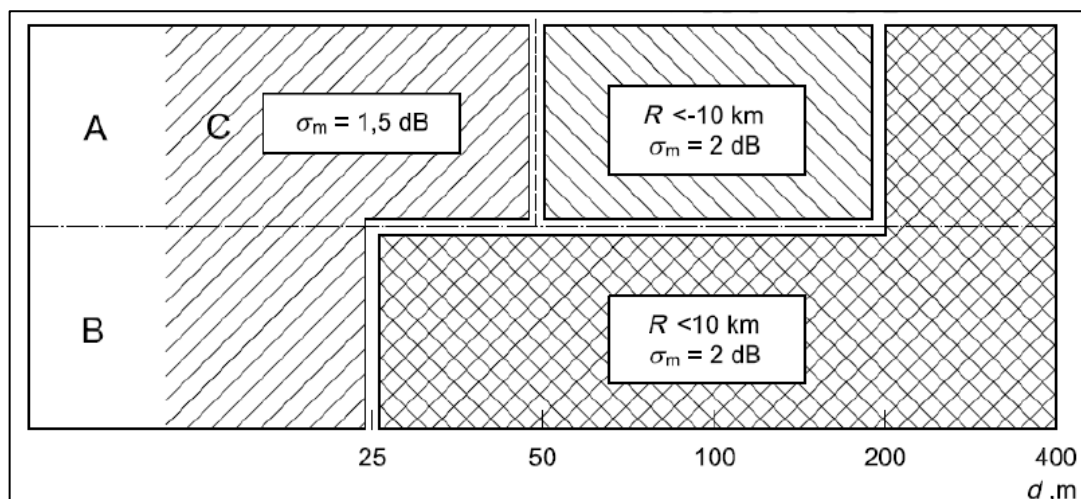


Figura 6 - Raio de curvatura dos trajetos de propagação sonora, R , e contribuição da incerteza de medição associada, expressa como o desvio-padrão, devido à influência das condições meteorológicas, para várias combinações de alturas de recetor/fonte (A a C) sobre solo poroso

A Figura 6 está dividida por zonas, zona de situação alta (A), situação baixa (B) e situação sem restrições (C), esta distinção depende das alturas da fonte (h_s) e do recetor (h_r).

3. Ruído Ambiente

Designa-se por situação alta quando, quer a fonte quer o microfone, estão a uma altura acima do solo igual ou superior a 1,5 m. No caso em que a fonte está a uma altura do solo inferior a 1,5 m, o microfone tem que estar a uma altura igual ou superior a 4,0 m para a situação ser definida como alta. Designa-se por situação baixa quando, quer a fonte quer o microfone estão a uma altura acima do solo igual ou inferior a 1,5 m. Nas situações designadas baixas, os requisitos das condições meteorológicas durante as medições são mais restritos do que em situações altas. Na figura verifica-se que um valor de R negativo é aceite como condições favoráveis de propagação sonora, mas somente em situações designadas altas e em distâncias inferiores a 200 m. Perante distâncias superiores a 400 m, o R tem de ser inferior a 10 km, e o cálculo da incerteza nessas situações é dado pela equação 9:

$$\sigma_m = \left(1 + \frac{d}{400} \right) \text{dB.} \tag{9}$$

Para além de ser aplicável apenas a solo poroso, e de não se poder aplicar a medições de longa duração, a Figura 6 é válida para terrenos planos sem obstáculos, uma vez que não há informação disponível para recetores posicionados em terrenos onde existam obstáculos ou em que a sua topografia seja complexa. Nesses casos a NP ISO 1996-2011 recomenda a utilização da figura desde que as situações sejam designadas como baixas.

No que se refere particularmente ao gradiente de temperatura, este apresenta uma relação direta com a altura do sol no horizonte como representado na Figura 7 e na Figura 8:

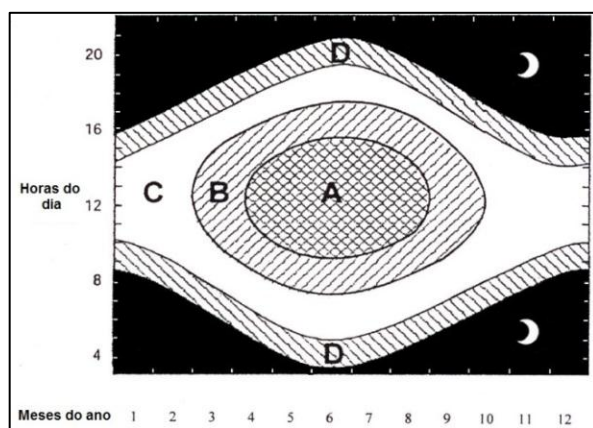


Figura 7 - Períodos em que a altura do Sol e, conseqüentemente, o gradiente de temperatura, está entre determinados limites, para uma latitude de 56° Norte

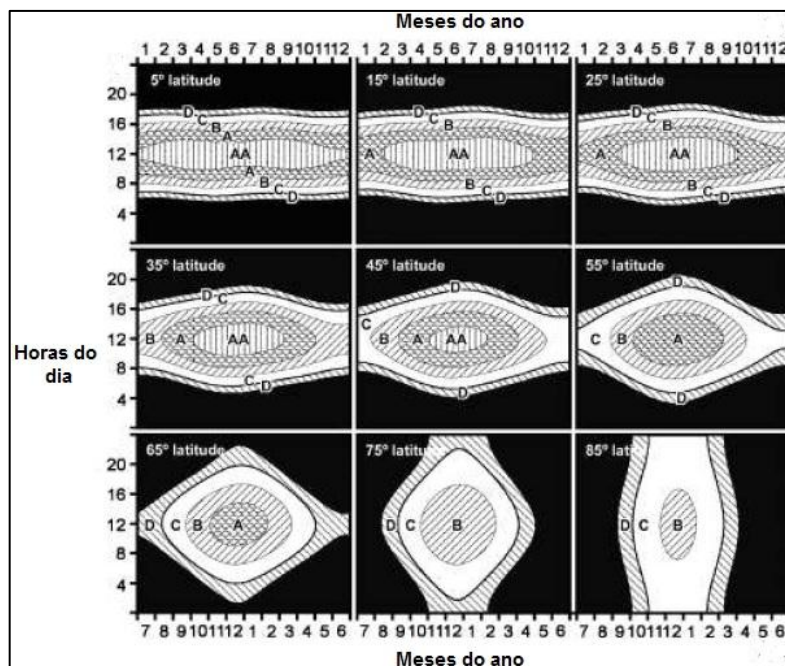


Figura 8 - Períodos em que a altura do Sol e, conseqüentemente, o gradiente de temperatura, está entre determinados limites para várias latitudes

Na Figura 7, a área A representa o intervalo de tempo, em que o sol faz um ângulo entre 40° a 60° ao longo do horizonte, ou seja, esta área corresponde a meio-dia no verão. A área B representa intervalo de tempo, em que o sol faz um ângulo entre 25° e 40° o sobre horizonte, ou seja, esta área corresponde ao período da manhã e da tarde durante o verão, e ao meio dia durante a primavera e o outono. A área C representa o intervalo de tempo não incluído nas áreas A, B e D, sendo que a área D representa o intervalo de tempo desde que o sol nasce até 1,5 h depois, e 1,5 h antes do por do sol até que ele aconteça. A Figura 8 tem a mesma interpretação, aplicando-se a locais com diferentes latitudes.

Para que se cumpram as condições favoráveis para a propagação sonora em cada um destes períodos, A, B, C, D, são indicados no Quadro 2, os menores valores aceitáveis da velocidade do vento na direção da propagação sonora que assegura que o R seja <-10 e <10 km para as situações altas e baixas respectivamente. De referir que esse menor valor para a velocidade do vento aceitável depende da nebulosidade e do R em questão.

3. Ruído Ambiente

Quadro 2 - Características que influenciam o raio de curvatura, R

Período do dia	Nebulosidade	Menor componente da velocidade do vento a 10 m acima do solo, em m/s, onde	
		$R < 10$ km (alta, $d > 50$ m)	$R < 10$ km (baixa, $d > 25$ m)
A	8/8 espessa e densa	0,4	1,3
	6/8 a 8/8	1,2	2,0
	<6/8	2,0	2,7
B	8/8 espessa e densa	0,2	1,2
	6/8 a 8/8	0,9	1,7
	<6/8	1,6	2,3
C	8/8 espessa e densa	0	0,9
	6/8 a 8/8	0,3	1,3
	<4/8	0,8	1,7
Noite	6/8	0,1	> 0,5
	<6/8	Velocidade do vento > 2 m/s; componente $\geq 0,1$	
D	Medir apenas perto da fonte		
Estes requisitos asseguram que o raio de curvatura, R , é menor do que - 10 km e 10 km, para as situações “altas” e “baixas”, respectivamente, para vários períodos do dia e nebulosidade.			

Pela análise do quadro constata-se que, em relação à área A, para céu pouco nublado ou limpo, é necessário uma velocidade do vento de, pelo menos, 2,7 m/s para verificar o critério $R < 10$ km, requisito estipulado para situações baixas a distâncias entre a fonte e o recetor, superiores a 25 m. Na área B, por exemplo, o critério $R < 10$ km pode ser verificado para uma velocidade do vento favorável de 2,3 m/s quando a nebulosidade é reduzida. Na área C, o critério $R < 10$ km pode ser verificado quando o céu está pouco nublado, a 4/8, com uma componente da velocidade do vento favorável de 1,7 m/s.

Durante o intervalo de tempo referente à área D, podem ocorrer enormes variações locais de temperatura. É, por isso, recomendável que não sejam realizadas medições suscetíveis de serem influenciadas pelas condições meteorológicas, e a longas distâncias da fonte sonora.

Durante a noite, quando a nebulosidade é superior a 6/8 é necessário apenas um pequeno componente de velocidade vento na direção da propagação sonora. Se a nebulosidade for mais baixa, poderão ocorrer acentuados gradientes de temperatura locais, por isso, é necessária uma velocidade do vento de pelo menos 2 m/s a fim de evitar influências especiais sobre a propagação sonora, como por exemplo condições de inversão térmica.

Outro método de análise das condições meteorológicas a fim de determinar se estas são ou não favoráveis à propagação sonora, é o método da matriz UiTi. Este é um método qualitativo, e por isso, é baseado na informação recolhida diretamente no local de medição, ou em informações fornecidas por estações meteorológicas nas proximidades (Besnard e Duc, 2009).

Este método de análise tem em conta a relação entre os efeitos térmicos e aerodinâmicos verificados no local, aquando da realização de medições. Uma matriz de dupla entrada permite saber a variação qualitativa do nível de ruído obtido a uma grande distância, dependendo do tempo de medição e dos fatores meteorológicos, temperatura, nebulosidade, velocidade e direção do vento. As colunas U1 a U5 correspondem a características aerodinâmicas da atmosfera, e as linhas T1 a T5 a características térmicas. A determinação destas condições pode ser conseguida a partir de observações ou medições diretamente no local ou a partir de informações obtidas a partir da estação meteorológica mais próxima.

No Quadro 3 são indicadas as combinações entre as condições térmicas e aerodinâmicas e ainda as magnitudes dos gradientes verticais do vento e da temperatura que permitem verificar as situações em que estamos perante condições favoráveis ou desfavoráveis de propagação sonora.

Quadro 3 - Seleção de condições favoráveis, matriz UiTi

	U1 vento forte (3 a 5) contrário	U2 vento médio (1 a 3) contrário ou forte pouco contrário 100° a 135°	U3 vento nulo ou qualquer lateral	U4 vento fraco ou médio a favor ou forte pouco favorável de 45° a 80°	U5 vento forte a favor
Condições desfavoráveis - não medir -					
T1 dia, muito sol, muito seco, pouco vento	Imp.	--	-	-	Imp.
Condições pouco favoráveis - não medir -					
T2 t1 menos 1 condição	--	-	-	Z	+
Condições favoráveis - medir e corrigir com Cmet -					
T3 nacer/por do sol ou tempo encoberto pouco ventoso e pouco húmido.	-	-	Z	+	+
Condições homogéneas - medir -					
T4 noite e encoberto ou c/ vento	-	Z	+	+	++
T5 noite e céu limpo e vento fraco	Imp.	+	+	++	Imp.

Este tipo de método deve ser usado em territórios planos e homogéneos para que se possa garantir a boa correlação entre a informação meteorológica obtida e os valores locais de gradientes verticais de vento e temperatura. Na prática, este método é usado mesmo não estando totalmente sob condições ideais e, por isso mesmo, a sua relevância e validade deve ser justificada pelo técnico responsável pelo estudo. Este tipo de método torna-se

3. Ruído Ambiente

vantajoso, uma vez que para além de ser de rápida análise e compreensão, não necessita de equipamentos de medição complexos.

A obtenção de resultados de medição do ruído deve ser realizada sob condições meteorológicas favoráveis e cuidadosamente selecionadas, de modo a que esses mesmos resultados sejam válidos e reproduzíveis. São vários os estudos realizados e os modelos propostos com a finalidade de compreender e avaliar a influência provocada pelos diversos fatores meteorológicos sobre a propagação sonora (Heimann, 2003) (Renterghem e Botteldooren, 2010) (Taherzadeh e Attenborough, 1998).

Em alguns casos são analisados fatores meteorológicos isolados, por exemplo, em relação à influência da absorção atmosférica, determinou-se como sendo um importante aspeto para a caracterização da propagação sonora através de medições realizadas a longas distâncias da fonte sonora. São necessárias informações corretas e precisas de temperatura e humidade para que se consiga uma boa avaliação, uma vez que esses mesmos valores podem conduzir a erros de 1 dB/km para a frequência de 1 kHz. Assim, os valores de absorção atmosférica precisam de ser calculados para o local em análise (Larson, 1997). Num outro estudo, com a finalidade de prever os efeitos do vento na modelação da propagação sonora e do ruído ambiental, foram medidos os níveis de ruído em conjunto com a velocidade e direção do vento. Os níveis de ruído obtidos mostraram variações notáveis ao longo dos dias. Foram assim comprovadas atenuações nos níveis de ruído devidas à velocidade e direção do vento e concluíram que a influência do vento pode ser prevista mais precisamente para fins de modelação de propagação de ruído (Tanaka e Shiraishi, 2008). Um outro estudo focou-se no objetivo de tentar identificar a potencial atenuação, sobre os níveis de pressão sonora, causada pela temperatura. Com a finalidade de avaliar esse efeito realizaram-se medições dos níveis de pressão sonora, a diferentes distâncias entre a fonte e o recetor e a três diferentes condições de temperatura. Em todas as situações, a velocidade do vento não excedeu o 1 m/s. Apesar do fato de que é realmente o gradiente de temperatura e não a temperatura instantânea em si, que tem influência significativa sobre a propagação sonora, foi possível observar diferenças de atenuação relevantes, considerando apenas a variação de temperatura, embora não se possa estabelecer uma clara tendência, chegando à conclusão de que, são necessários estudos mais profundos, e que incluam os efeitos do vento e dos perfis de temperatura, bem como efeitos atmosféricos turbulentos (Tarrero, *et al.*, 2001).

Existem ainda modelos de previsão da influência das condições meteorológicas sobre a propagação do ruído provocado pelo tráfego rodoviário em autoestradas. Por exemplo, um

modelo foi utilizado em conjunto com medições de parâmetros meteorológicos e dos níveis de pressão sonora em dois locais ao longo da via. Os resultados obtidos demonstraram que as condições atmosféricas são capazes de elevar os níveis de pressão sonora em 10 - 20 dB a distâncias significativas da via (Ovenden, *et al.*, 2009).

Para estimar a média dos níveis de ruído ambiente que ocorrem numa gama de condições meteorológicas, são necessários intervalos de tempo de medição longos, por vezes vários meses. Em alternativa, para determinar médias de longa duração, podem ser combinadas medições de curta duração, bem monitorizadas, representando diferentes condições meteorológicas, com cálculos que tenham em consideração estatísticas meteorológicas. Deve ser considerada a combinação das condições de funcionamento da fonte e de propagação sonora dependente das condições meteorológicas, de modo a que todos os componentes importantes da exposição sonora estejam representados nos resultados da medição.

3.3.4 Influência do tipo de solo

A atenuação devido ao efeito do solo deve-se, principalmente, ao resultado da interferência entre os raios sonoros refletidos pela superfície do solo e os raios sonoros que se propagam diretamente da fonte para o recetor (NP 4361-2, 2001). Devido à proximidade da maioria das fontes sonoras ao solo, esta atenuação assume especial importância, e está dependente das características de absorção sonora do terreno assim como das condições atmosféricas e meteorológicas, dado que a forma da curvatura dos raios sonoros irá tornar mais importante o solo próximo da fonte (região fonte), ou o solo próximo do recetor (região recetora), ou o solo entre os dois (região intermédia) (Rosão, 2001).

É de referir que a NP 4361-2:2001 indica que o método de cálculo do efeito do solo só é aplicável quando os solos são aproximadamente planos, na horizontal, ou quando possuem uma inclinação constante. De acordo com a norma, a região fonte, é a corresponde ao segmento, com origem na fonte sonora, de comprimento $30h_s$ com um máximo de distância igual a d_p , e a região recetora compreende uma distância de $30h_r$, partindo do recetor, também com uma distância máxima de d_p . O valor de d_p é o valor correspondente à região intermédia, e caso d_p seja inferior à soma entre h_s e h_r , então as regiões fonte e recetora sobrepõem-se e deixa de existir a região intermédia. Podem identificar-se estas regiões na Figura 9, onde h_s é a altura da fonte, h_r a altura do recetor e d_p a distância entre a fonte e o recetor.

3. Ruído Ambiente

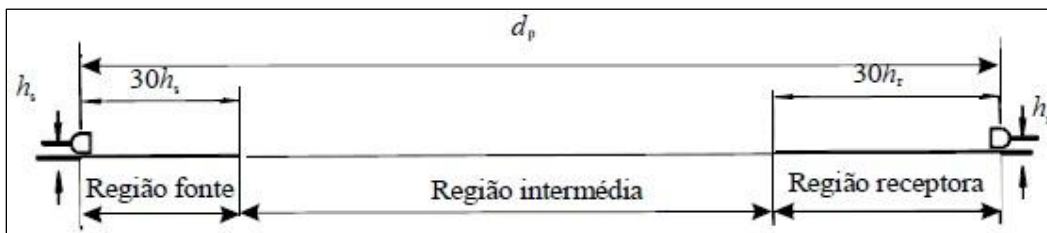


Figura 9 - Distinção das regiões para a determinação da atenuação do solo

No modelo proposto pela norma, a atenuação por parte do solo depende principalmente das regiões fonte e recetora. As características de cada região, dependem das propriedades de absorção sonora dos solos, que se devem sobretudo à sua porosidade. Os solos compactos são geralmente maus absorventes e os solos porosos são bons absorventes. Para os solos considerados duros ou compactos, deve considerar-se um coeficiente de absorção sonora (G) igual a zero, correspondendo a um solo não absorvente. Para os solos porosos deve considerar-se um coeficiente igual a um, correspondendo a um solo absorvente. No caso da existência de um solo misto, um valor de coeficiente de absorção sonora do solo entre 0 e 1, deve ser considerado.

3.3.5 Procedimentos de medição

O processo de medição e avaliação do ruído ambiente deve ser bem estruturado e definido antes de qualquer saída para o campo. É fundamental a realização de um planeamento correto e elaborado da medição, para o qual é necessário efetuar o levantamento da situação atual do local ou locais que se pretendam caracterizar, englobando aspetos como: definição das principais fontes de ruído e sua classificação em termos de relevância para o ambiente sonoro dos locais em causa, o estudo prévio das condições meteorológicas do local, a identificação de todos os recetores sensíveis existentes, a definição clara das distâncias entre a fonte e os recetores e o grau de exatidão que se pretende para a medição tem de ser acordado, assim como se será necessária a conversão de valores obtidos com a finalidade de serem representativos de uma média anual.

Com base nesta caracterização prévia, é possível definir o número de pontos a monitorizar assim como o tipo de amostragem a realizar, sendo que, os procedimentos técnicos adotados têm de ser realizados de acordo com os documentos legais em vigor.

A NP ISO 1996 estabelece uma metodologia para a determinação dos indicadores de ruído de longa duração não estabelecendo, no entanto, requisitos mínimos de amostragem para garantir a representatividade das correspondentes amostras. Assim, e por forma a harmonizar os procedimentos de medição para a determinação dos indicadores de longa

duração e verificação do cumprimento dos requisitos acústicos estabelecidos no RGR, foi publicado pela APA um guia prático para medições de ruído ambiente (Matos, *et al.*, 2011).

Assim as medições dos níveis sonoros para a determinação destes indicadores podem ser efetuadas em contínuo em todo o período de referência, ao longo de todo o intervalo de tempo de longa duração (um ano ou um mês), ou durante uma série de amostragens no período de referência, diurno, entardecer e noturno, e que se tornem representativos do intervalo de tempo de longa duração. Sendo a primeira opção economicamente impraticável, a medição tem então de ser efetuada durante uma série de períodos diurnos, de entardecer e noturnos, igualmente representativos do intervalo de tempo de longa duração. Neste caso é fundamental o conhecimento prévio do regime de funcionamento da fonte sonora no período de referência em análise e no intervalo de tempo de longa duração em questão, para que seja feita uma adequada escolha dos intervalos de tempo de medição, o horário de recolha das medições, o número de medições e a sua respetiva duração.

Relativamente à representatividade da caracterização das condições de funcionamento da fonte sonora, dado que esta pode, ou não, apresentar marcados regimes de sazonalidade, o guia publicado pela APA refere duas opções de medição por amostragem: medição em contínuo, durante pelo menos dois períodos de referência em cada regime de funcionamento da fonte, ou amostragem de pelo menos dois dias, e cada um com pelo menos uma amostra, em cada um dos períodos de referência. A fonte sonora em análise é assim um aspeto determinante relativo ao tipo de procedimento de medição a adotar.

A medição por amostragem, dentro de cada período de referência, é a adotada pela generalidade das entidades acreditadas para a realização dos ensaios de medição dos níveis de pressão sonora para a determinação dos indicadores do ruído. A razão para este facto deve-se ao elevado custo associado a realização das medições em contínuo durante os períodos de referência que, não sendo obrigatórias, enviesam o mercado no sentido da realização das medições por amostragem dentro de cada período de referência, que permitem um menor custo de realização do ensaio.

Como referido atrás, a amostragem no período de referência exige um conhecimento prévio do regime de funcionamento da fonte no período de referência em análise e no intervalo de tempo de longa duração para selecionar o momento de recolha das amostras, o número de amostras e a duração das mesmas. Tomando como exemplo o tráfego rodoviário e tendo em consideração que é uma das principais fontes de ruído ambiente a avaliar e que o mesmo produz um ruído variável no tempo exigindo uma escolha acertada da amostragem dentro de cada período de referência, pretende-se com este estudo, tornar os resultados

3. Ruído Ambiente

representativos de longa duração, e fornecer indicações para a seleção de amostras representativas do ruído emitido pelo tráfego rodoviário.

Um outro aspeto harmonizado para a realização das medições de ruído ambiente, é a altura de medição. De acordo com o RGR e com o guia publicado pela APA os pontos de medição no exterior devem situar-se a uma altura de 3,8 a 4,2 m acima do solo, quando aplicável, nomeadamente, no âmbito de mapas de ruído municipais, ou de 1,2 a 1,5 m de altura acima do solo ou do nível de cada piso de interesse, nos restantes casos. No entanto, de acordo com as Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído (Guedes e Leite, 2011), para efeitos de validação dos mapas de ruído as medições de longa duração podem, no caso de existirem constrangimentos de ordem técnica, ser efetuadas a uma altura de medição de 1,5 m desde que, para esse ponto de validação, o valor de nível sonoro seja recalculado a essa mesma altura, mantendo todos os outros fatores de cálculo iguais aos considerados no mapa de ruído. Neste estudo pretende-se também abordar a questão da obtenção de níveis de pressão sonora através da extrapolação para outras condições.

4. Caso de estudo

No presente estudo foi analisada a técnica de amostragem, para a caracterização das medições de longa duração, em situações em que o tráfego rodoviário é a fonte de ruído predominante. Foi também avaliada a influência da altura de medição através da realização de medições, por técnica de amostragem.

4.1 Metodologias

A análise da representatividade da técnica de amostragem por recolha de amostras, a realizar dentro do período de referência, comparativamente à técnica de amostragem por medição em contínuo durante dois períodos de referência, foi efetuada para três diferentes tipos de rodovias. Foram efetuadas medições de ruído emitido pelo tráfego rodoviário a circular em duas rodovias com elevado tráfego rodoviário e perfil de autoestrada, numa rodovia rural e numa rodovia urbana de uma cidade de pequena dimensão. As medições foram efetuadas em contínuo, durante 48h, em cada um dos cinco locais: três para caracterizar rodovias com elevado tráfego (autoestradas A25 e A29), um para caracterizar rodovias rurais (EN221) e um para caracterizar rodovias urbanas (Avenida Alberto Sampaio - Viseu).

Os indicadores de ruído determinados para cada período de referência, com base nas medições em contínuo, foram comparados com os obtidos pela técnica de amostragem no período de referência, através da seleção de 3 amostras consecutivas de 15 minutos em cada período de referência e em dois dias distintos. Foram selecionadas amostras consecutivas já que se trata de uma prática corrente das entidades que realizam os ensaios de medição de ruído ambiente para encurtarem o tempo despendido na realização do ensaio e consequentemente reduzir os custos associados. Os indicadores de ruído para cada período de referência foram obtidos para as combinações possíveis de horários de medição para os dois dias de medição, considerando sempre o início de medição no minuto 0, 15, 30 ou 45.

Para avaliar a influência da altura de medição realizaram-se medições dos níveis de pressão sonora a 4,0 m e 1,5 m de altura, em simultâneo, recorrendo à técnica de amostragem numa via com perfil de autoestrada - autoestrada A25. Caracterizaram-se, para os diferentes períodos de referência, diurno, entardecer e noturno, 20 locais situados ao longo da fonte sonora em estudo, e compreendidos entre os 25m e os 220m de distância relativamente ao

4. Caso de estudo

eixo da via de tráfego. Para cada ponto foram realizadas várias amostras através da medição em dois dias distintos, 2 ou 3 amostras de 15 minutos por dia, correspondendo a um total de 93 amostras.

4.2 Resultados

Os resultados obtidos são de seguida apresentados, separadamente, tendo em conta os fatores que se pretendiam avaliar e os procedimentos realizados.

4.2.1 Análise da representatividade da técnica de amostragem

A caracterização das rodovias de tráfego elevado foi efetuada nos seguintes locais: o local designado por RA25, localizado a cerca de 130 metros da autoestrada A25, o local designado por RA29-a localizado a cerca de 60 metros da autoestrada A29 e o local RA29-b localizado a cerca de 25 metros também da autoestrada A29.

Realizaram-se medições em contínuo com gravação dos níveis de pressão sonora de 2 em 2 segundos obtendo-se os indicadores de ruído para os dois dias de medição, por período de referência. Os valores obtidos são apresentados no Quadro 4.

Com base nos dados recolhidos de 2 em 2 segundos foram calculadas médias de 15 min e médias de 3 amostras consecutivas correspondendo a 45 min, graficamente representados pela Figura 10, Figura 11 e Figura 12.

Quadro 4 - Indicadores de ruído calculados para os dois dias de medição, por período de referência, determinados por medição em contínuo dos níveis de pressão sonora nos locais de medição RA25 e RA29-a e RA29-b

Indicador	RA25			RA29-a			RA29-b		
	Dia 1	Dia 2	Total	Dia 1	Dia 2	Total	Dia 1	Dia 2	Total
L _d	49,1	49,1	49,1	55,4	55,4	55,4	68,6	68,7	68,7
L _e	48,4	48,6	48,5	53,0	53,7	53,4	65,4	64,6	65,0
L _n	45,3	44,0	44,7	49,7	50,3	50,0	62,0	61,8	61,9

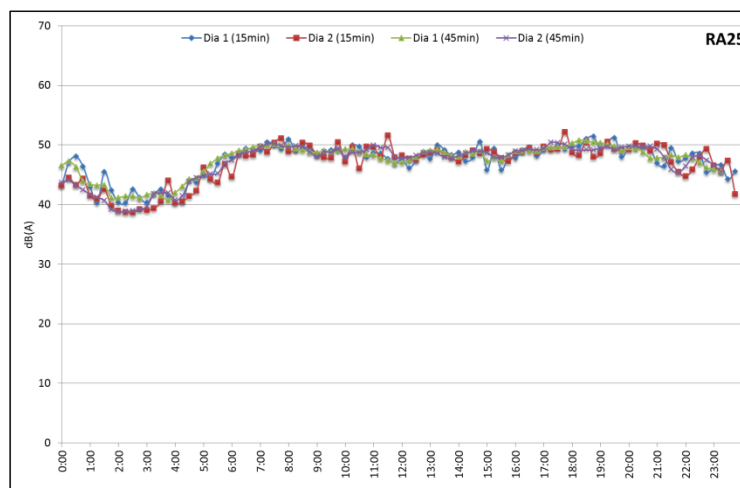


Figura 10 - Níveis de pressão sonora contínuos calculados para intervalos de 15 e 45 min, com início de 15 em 15 min, relativos aos dois dias de medição no local de medição RA25

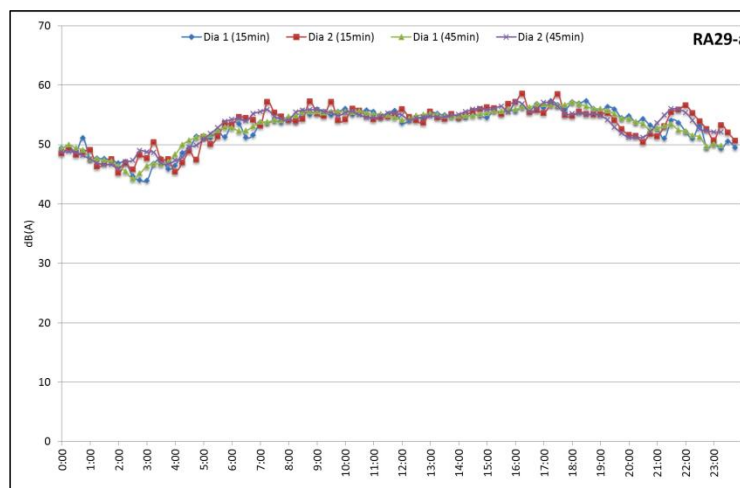


Figura 11 - Níveis de pressão sonora contínuos calculados para intervalos de 15 e 45 min, com início de 15 em 15 min, relativos aos dois dias de medição no local de medição RA29-a

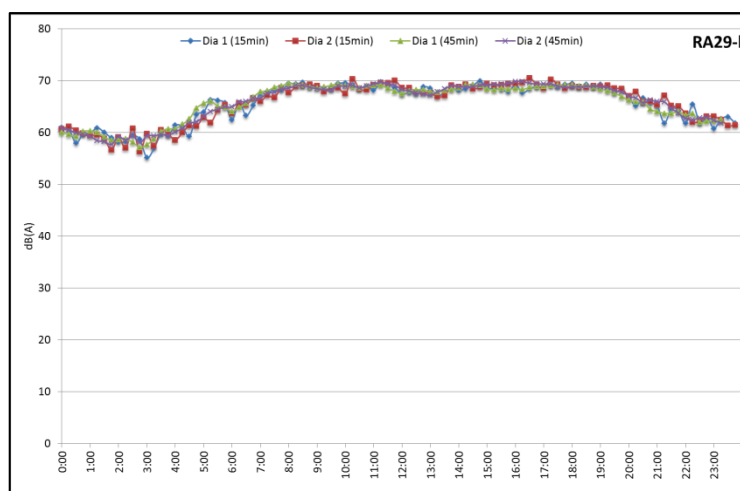


Figura 12 - Níveis de pressão sonora contínuos calculados para intervalos de 15 e 45 min, com início de 15 em 15 min, relativos aos dois dias de medição no local de medição RA29-b

4. Caso de estudo

No Quadro 6, Quadro 7 e Quadro 8, são apresentadas as diferenças entre o valor L_n obtido por medição em contínuo em 2 dias e o L_n obtido pela técnica de amostragem de 45 minutos, 3 amostras de 15 min consecutivas, em 2 dias.

Por exemplo, o L_n obtido por medição em contínuo em dois dias no local RA25 foi de 44,7 dB(A) e o L_n obtido por três medições de 15 min consecutivas com início às 23:45, no primeiro dia de medição, e três medições de 15 min consecutivas com início às 2:15, no segundo dia de medição foi de 42,6 dB(A) sendo a diferença de 2,1 dB(A).

A análise das tabelas permite identificar quais os horários mais adequados para efetuar a amostragem. Verifica-se que existe um padrão semelhante para todos os locais de medição embora digam respeito a rodovias com tráfego distinto e período do ano em que foi efetuada a medição também distinto. Observa-se que a seleção do horário de amostragem em dois dias distintos, no horário compreendido entre a 1:30 e as 5:00 é desadequado e que o valor de L_n obtido será inferior em cerca de 2 a 5 dB(A) relativamente ao valor obtido no total do período de amostragem. A seleção do horário compreendido entre as 5:30 e as 7:00 dá origem a um valor de L_n superior em cerca de 2 a 4 dB(A) relativamente ao valor obtido no total do período de amostragem.

Quadro 5 - Diferenças entre o valor L_n obtido por medição em contínuo em dois dias e o L_n obtido pela técnica de amostragem de 45 minutos em cada dia para o local RA25

	23:00	23:15	23:30	23:45	0:00	0:15	0:30	0:45	1:00	1:15	1:30	1:45	2:00	2:15	2:30	2:45	3:00	3:15	3:30	3:45	4:00	4:15	4:30	4:45	5:00	5:15	5:30	5:45	6:00	6:15
23:00	-1,5	-1,4	-0,9	-1,0	-0,7	-0,8	-0,5	-0,3	-0,1	0,0	0,1	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	-0,1	-0,1	-0,1	0,1	0,0	-0,7	-1,0	-1,1	-1,2	-1,3	-2,1	-2,3	-2,9
23:15	-1,0	-0,8	-0,3	-0,3	0,0	-0,1	0,2	0,5	0,7	0,9	1,0	1,3	1,4	1,4	1,4	1,3	1,2	0,7	0,6	0,6	1,0	0,8	0,0	-0,3	-0,5	-0,6	-0,7	-1,6	-1,9	-2,5
23:30	-0,7	-0,5	0,1	0,1	0,4	0,3	0,7	0,9	1,2	1,4	1,5	1,9	2,0	2,0	1,9	1,9	1,8	1,2	1,1	1,1	1,5	1,3	0,4	0,1	-0,1	-0,2	-0,3	-1,3	-1,6	-2,2
23:45	-0,6	-0,4	0,2	0,1	0,5	0,4	0,7	1,0	1,3	1,5	1,6	2,0	2,1	2,1	2,0	2,0	1,9	1,3	1,2	1,2	1,6	1,4	0,5	0,1	0,0	-0,2	-0,2	-1,2	-1,6	-2,2
0:00	-1,6	-1,4	-0,9	-1,0	-0,7	-0,8	-0,5	-0,3	-0,1	0,0	0,1	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	-0,1	-0,2	-0,1	0,1	0,0	-0,7	-1,0	-1,1	-1,2	-1,3	-2,1	-2,3	-2,9
0:15	-1,9	-1,8	-1,4	-1,4	-1,1	-1,2	-1,0	-0,8	-0,6	-0,5	-0,4	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,2	-0,6	-0,7	-0,7	-0,4	-0,6	-1,2	-1,4	-1,5	-1,6	-1,7	-2,4	-2,7	-3,1
0:30	-1,4	-1,2	-0,8	-0,8	-0,5	-0,6	-0,3	-0,1	0,1	0,3	0,4	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,1	0,1	0,1	0,4	0,2	-0,5	-0,8	-0,9	-1,0	-1,1	-1,9	-2,2	-2,7
0:45	-0,3	-0,1	0,5	0,5	0,9	0,7	1,1	1,4	1,8	1,9	2,1	2,5	2,6	2,6	2,6	2,5	2,4	1,7	1,7	1,7	2,1	1,8	0,8	0,5	0,3	0,1	0,1	-1,0	-1,3	-2,0
1:00	-0,1	0,1	0,7	0,7	1,1	1,0	1,4	1,7	2,1	2,3	2,4	2,9	3,0	3,0	3,0	2,9	2,8	2,0	2,0	2,0	2,4	2,2	1,1	0,7	0,5	0,4	0,3	-0,8	-1,2	-1,9
1:15	-0,1	0,1	0,8	0,8	1,2	1,0	1,5	1,8	2,2	2,4	2,6	3,0	3,2	3,1	3,1	3,0	2,9	2,1	2,1	2,1	2,5	2,3	1,2	0,8	0,6	0,4	0,4	-0,8	-1,1	-1,8
1:30	-0,1	0,1	0,8	0,8	1,2	1,0	1,5	1,8	2,2	2,4	2,5	3,0	3,1	3,1	3,1	3,0	2,9	2,1	2,0	2,1	2,5	2,2	1,2	0,8	0,6	0,4	0,3	-0,8	-1,1	-1,8
1:45	0,6	0,8	1,6	1,6	2,1	1,9	2,4	2,8	3,3	3,5	3,8	4,5	4,6	4,6	4,5	4,4	4,2	3,2	3,2	3,2	3,8	3,4	2,0	1,6	1,3	1,1	1,1	-0,3	-0,7	-1,4
2:00	0,5	0,8	1,6	1,5	2,1	1,9	2,4	2,8	3,3	3,5	3,8	4,4	4,6	4,5	4,5	4,4	4,2	3,2	3,1	3,1	3,7	3,4	2,0	1,5	1,3	1,1	1,0	-0,3	-0,7	-1,4
2:15	0,5	0,7	1,5	1,5	2,0	1,8	2,3	2,7	3,2	3,4	3,6	4,3	4,4	4,4	4,3	4,3	4,1	3,1	3,0	3,0	3,6	3,3	1,9	1,5	1,3	1,1	1,0	-0,3	-0,7	-1,5
2:30	0,5	0,7	1,5	1,5	2,0	1,8	2,3	2,7	3,1	3,4	3,6	4,3	4,4	4,4	4,3	4,2	4,1	3,1	3,0	3,0	3,6	3,2	1,9	1,5	1,2	1,0	1,0	-0,3	-0,7	-1,5
2:45	0,6	0,8	1,6	1,6	2,1	1,9	2,4	2,8	3,3	3,5	3,8	4,4	4,6	4,6	4,5	4,4	4,2	3,2	3,1	3,1	3,8	3,4	2,0	1,6	1,3	1,1	1,1	-0,3	-0,7	-1,4
3:00	0,4	0,7	1,4	1,4	1,9	1,7	2,2	2,6	3,0	3,3	3,5	4,1	4,3	4,2	4,2	4,1	3,9	3,0	2,9	2,9	3,5	3,1	1,8	1,4	1,2	1,0	0,9	-0,4	-0,8	-1,5
3:15	0,3	0,6	1,3	1,3	1,8	1,6	2,1	2,5	2,9	3,1	3,3	3,9	4,1	4,0	4,0	3,9	3,7	2,9	2,8	2,8	3,3	3,0	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8	-0,4	-0,8	-1,5
3:30	0,5	0,7	1,5	1,4	2,0	1,7	2,3	2,7	3,1	3,3	3,6	4,2	4,3	4,3	4,3	4,2	4,0	3,1	3,0	3,0	3,5	3,2	1,9	1,4	1,2	1,0	0,9	-0,3	-0,7	-1,5
3:45	0,7	0,9	1,7	1,7	2,2	2,0	2,6	3,0	3,5	3,7	4,0	4,7	4,8	4,8	4,7	4,6	4,4	3,4	3,3	3,3	3,9	3,6	2,1	1,7	1,4	1,2	1,2	-0,2	-0,6	-1,4
4:00	0,3	0,6	1,3	1,3	1,8	1,6	2,1	2,4	2,9	3,1	3,3	3,9	4,0	4,0	4,0	3,9	3,7	2,8	2,7	2,7	3,3	3,0	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8	-0,5	-0,8	-1,6
4:15	0,0	0,2	0,9	0,9	1,3	1,1	1,6	1,9	2,3	2,5	2,7	3,2	3,3	3,3	3,2	3,2	3,0	2,3	2,2	2,2	2,7	2,4	1,3	0,9	0,7	0,5	0,4	-0,7	-1,1	-1,8
4:30	-0,5	-0,3	0,3	0,3	0,7	0,5	0,9	1,2	1,5	1,7	1,9	2,3	2,4	2,3	2,3	2,3	2,1	1,5	1,4	1,4	1,8	1,6	0,6	0,3	0,1	0,0	-0,1	-1,1	-1,5	-2,1
4:45	-0,5	-0,3	0,3	0,2	0,6	0,5	0,9	1,2	1,5	1,6	1,8	2,2	2,3	2,2	2,2	2,2	2,0	1,4	1,4	1,4	1,8	1,5	0,6	0,2	0,1	-0,1	-0,1	-1,2	-1,5	-2,1
5:00	-1,0	-0,9	-0,3	-0,4	0,0	-0,2	0,2	0,4	0,7	0,8	0,9	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	0,6	0,6	0,6	0,9	0,7	0,7	-0,1	-0,4	-0,5	-0,6	-0,7	-1,6	-1,9	-2,5
5:15	-1,7	-1,6	-1,1	-1,1	-0,9	-1,0	-0,7	-0,5	-0,3	-0,2	-0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	-0,3	-0,4	-0,4	-0,1	-0,2	-0,9	-1,1	-1,3	-1,4	-1,4	-2,2	-2,5	-3,0
5:30	-2,2	-2,1	-1,7	-1,7	-1,5	-1,6	-1,4	-1,2	-1,0	-0,9	-0,8	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,7	-1,0	-1,1	-1,1	-0,8	-1,0	-1,5	-1,7	-1,8	-1,9	-2,0	-2,7	-2,9	-3,4	
5:45	-2,5	-2,4	-2,1	-2,1	-1,8	-1,9	-1,7	-1,6	-1,4	-1,3	-1,2	-1,1	-1,0	-1,0	-1,0	-1,1	-1,1	-1,4	-1,5	-1,5	-1,3	-1,4	-1,9	-2,1	-2,2	-2,3	-2,3	-3,0	-3,2	-3,6
6:00	-2,8	-2,7	-2,3	-2,3	-2,1	-2,2	-2,0	-1,9	-1,7	-1,6	-1,6	-1,4	-1,3	-1,3	-1,4	-1,4	-1,7	-1,8	-1,8	-1,6	-1,7	-2,1	-2,3	-2,4	-2,5	-2,5	-3,2	-3,4	-3,8	
6:15	-3,1	-3,0	-2,6	-2,7	-2,5	-2,5	-2,3	-2,2	-2,1	-2,0	-1,9	-1,8	-1,7	-1,7	-1,8	-1,8	-1,8	-2,1	-2,1	-2,1	-1,9	-2,0	-2,5	-2,7	-2,7	-2,8	-2,9	-3,4	-3,6	-4,0

4. Caso de estudo

Quadro 6 - Diferenças entre o valor L_n obtido por medição em contínuo em dois dias e o L_n obtido pela técnica de amostragem de 45 minutos em cada dia para o local RA29-a

	23:00	23:15	23:30	23:45	0:00	0:15	0:30	0:45	1:00	1:15	1:30	1:45	2:00	2:15	2:30	2:45	3:00	3:15	3:30	3:45	4:00	4:15	4:30	4:45	5:00	5:15	5:30	5:45	6:00	6:15
23:00	-1,2	-1,1	-1,0	-0,9	-0,7	-0,8	-0,7	-0,6	-0,4	-0,2	-0,2	-0,2	0,0	-0,3	-0,4	-0,8	-0,7	-0,7	-0,2	-0,2	-0,3	-0,5	-1,0	-1,1	-1,6	-2,0	-2,5	-3,1	-3,3	-3,4
23:15	-1,2	-1,1	-1,0	-0,9	-0,7	-0,7	-0,7	-0,6	-0,4	-0,2	-0,2	-0,2	0,0	-0,3	-0,3	-0,8	-0,7	-0,7	-0,2	-0,2	-0,3	-0,5	-1,0	-1,1	-1,5	-2,0	-2,5	-3,1	-3,3	-3,4
23:30	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,5	0,7	0,8	0,8	1,0	0,7	0,6	0,0	0,1	0,1	0,7	0,8	0,6	0,4	-0,2	-0,4	-0,9	-1,4	-1,9	-2,6	-2,8	-3,0
23:45	0,0	0,1	0,2	0,4	0,6	0,6	0,6	0,9	1,1	1,3	1,4	1,4	1,6	1,3	1,2	0,5	0,6	0,6	1,3	1,4	1,2	1,0	0,3	0,1	-0,5	-1,0	-1,6	-2,3	-2,6	-2,7
0:00	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	0,9	1,0	1,2	1,5	1,7	1,8	1,8	2,0	1,7	1,6	0,9	1,0	1,0	1,7	1,8	1,6	1,4	0,6	0,4	-0,2	-0,8	-1,4	-2,2	-2,4	-2,6
0:15	0,0	0,1	0,2	0,4	0,6	0,6	0,6	0,8	1,1	1,3	1,4	1,4	1,6	1,2	1,1	0,5	0,6	0,6	1,3	1,4	1,2	1,0	0,3	0,1	-0,5	-1,0	-1,6	-2,3	-2,6	-2,7
0:30	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	0,9	1,0	1,2	1,4	1,7	1,8	1,8	2,0	1,6	1,5	0,8	0,9	1,0	1,7	1,7	1,5	1,3	0,6	0,4	-0,2	-0,8	-1,4	-2,2	-2,4	-2,6
0:45	0,4	0,6	0,7	0,9	1,1	1,1	1,1	1,4	1,6	1,9	2,0	2,0	2,2	1,8	1,7	1,0	1,1	1,1	1,9	1,9	1,7	1,5	0,7	0,5	-0,1	-0,7	-1,4	-2,1	-2,3	-2,5
1:00	1,0	1,2	1,3	1,6	1,8	1,8	1,8	2,1	2,4	2,8	2,9	2,9	3,1	2,7	2,5	1,7	1,8	1,8	2,8	2,8	2,6	2,3	1,4	1,1	0,4	-0,2	-1,0	-1,8	-2,0	-2,2
1:15	1,0	1,2	1,3	1,6	1,8	1,8	1,9	2,1	2,4	2,8	2,9	2,9	3,2	2,7	2,5	1,7	1,8	1,8	2,8	2,8	2,6	2,3	1,4	1,1	0,4	-0,2	-1,0	-1,8	-2,0	-2,2
1:30	1,1	1,3	1,4	1,7	1,9	1,9	2,0	2,2	2,6	2,9	3,0	3,0	3,3	2,8	2,7	1,8	1,9	1,9	2,9	3,0	2,7	2,4	1,5	1,2	0,5	-0,2	-0,9	-1,7	-2,0	-2,2
1:45	1,2	1,3	1,5	1,7	2,0	2,0	2,0	2,3	2,6	3,0	3,1	3,1	3,4	2,9	2,7	1,9	2,0	2,0	3,0	3,1	2,8	2,5	1,5	1,3	0,6	-0,1	-0,9	-1,7	-2,0	-2,2
2:00	1,4	1,6	1,8	2,0	2,3	2,3	2,3	2,7	3,0	3,4	3,5	3,5	3,8	3,3	3,1	2,2	2,3	2,3	3,4	3,5	3,2	2,9	1,8	1,6	0,8	0,1	-0,7	-1,6	-1,8	-2,0
2:15	1,7	1,9	2,0	2,3	2,6	2,6	2,7	3,0	3,4	3,8	3,9	3,9	4,3	3,7	3,5	2,5	2,6	2,6	3,8	3,9	3,5	3,2	2,1	1,8	1,0	0,3	-0,6	-1,4	-1,7	-1,9
2:30	2,0	2,2	2,3	2,7	3,0	2,9	3,0	3,4	3,8	4,2	4,4	4,4	4,8	4,1	3,9	2,8	3,0	3,0	4,3	4,4	4,0	3,6	2,4	2,1	1,3	0,5	-0,4	-1,3	-1,6	-1,8
2:45	1,8	1,9	2,1	2,4	2,7	2,7	2,8	3,1	3,5	3,9	4,1	4,1	4,4	3,8	3,6	2,6	2,7	2,7	3,9	4,0	3,7	3,3	2,2	1,9	1,1	0,3	-0,5	-1,4	-1,7	-1,9
3:00	1,4	1,6	1,7	2,0	2,3	2,3	2,3	2,7	3,0	3,4	3,5	3,5	3,8	3,3	3,1	2,2	2,3	2,3	3,4	3,5	3,1	2,9	1,8	1,6	0,8	0,1	-0,7	-1,6	-1,8	-2,0
3:15	1,3	1,5	1,6	1,9	2,1	2,1	2,2	2,5	2,8	3,2	3,3	3,3	3,6	3,1	2,9	2,0	2,1	2,2	3,2	3,2	2,9	2,7	1,6	1,4	0,7	0,0	-0,8	-1,6	-1,9	-2,1
3:30	1,3	1,5	1,6	1,9	2,2	2,1	2,2	2,5	2,9	3,2	3,3	3,3	3,6	3,1	3,0	2,0	2,2	2,2	3,2	3,3	3,0	2,7	1,7	1,4	0,7	0,0	-0,8	-1,6	-1,9	-2,1
3:45	1,2	1,3	1,5	1,7	2,0	2,0	2,0	2,3	2,7	3,0	3,1	3,1	3,4	2,9	2,8	1,9	2,0	2,0	3,0	3,1	2,8	2,5	1,5	1,3	0,6	-0,1	-0,9	-1,7	-2,0	-2,1
4:00	0,8	0,9	1,0	1,3	1,5	1,4	1,5	1,8	2,1	2,3	2,5	2,5	2,7	2,3	2,1	1,4	1,5	1,5	2,4	2,4	2,2	1,9	1,1	0,9	0,2	-0,4	-1,1	-1,9	-2,2	-2,4
4:15	0,0	0,1	0,2	0,4	0,6	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3	1,4	1,4	1,6	1,3	1,2	0,5	0,6	0,6	1,3	1,4	1,2	1,0	0,3	0,1	-0,5	-1,0	-1,6	-2,3	-2,6	-2,7
4:30	-0,4	-0,3	-0,2	0,0	0,2	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	0,9	0,9	1,0	0,7	0,6	0,1	0,2	0,2	0,8	0,8	0,7	0,5	-0,2	-0,3	-0,8	-1,3	-1,9	-2,6	-2,8	-3,0
4:45	-0,7	-0,6	-0,5	-0,3	-0,1	-0,2	-0,1	0,1	0,2	0,4	0,5	0,5	0,7	0,4	0,3	-0,2	-0,1	-0,1	0,4	0,5	0,3	0,2	-0,4	-0,6	-1,1	-1,5	-2,1	-2,7	-2,9	-3,1
5:00	-0,8	-0,7	-0,7	-0,5	-0,4	-0,4	-0,3	-0,2	0,0	0,2	0,3	0,3	0,4	0,1	0,1	-0,4	-0,3	-0,3	0,2	0,2	0,1	-0,1	-0,6	-0,8	-1,2	-1,7	-2,2	-2,9	-3,1	-3,2
5:15	-0,9	-0,8	-0,7	-0,5	-0,4	-0,4	-0,4	-0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,4	0,1	0,0	-0,5	-0,4	-0,4	0,2	0,2	0,1	-0,1	-0,7	-0,8	-1,3	-1,7	-2,2	-2,9	-3,1	-3,2
5:30	-1,4	-1,3	-1,2	-1,1	-1,0	-1,0	-0,9	-0,8	-0,6	-0,5	-0,4	-0,4	-0,3	-0,5	-0,6	-1,0	-1,0	-0,9	-0,5	-0,4	-0,6	-0,7	-1,2	-1,3	-1,7	-2,1	-2,6	-3,2	-3,4	-3,5
5:45	-1,7	-1,6	-1,5	-1,4	-1,3	-1,3	-1,3	-1,1	-1,0	-0,8	-0,8	-0,8	-0,7	-0,9	-0,9	-1,3	-1,3	-1,3	-0,8	-0,8	-0,9	-1,0	-1,5	-1,6	-2,0	-2,4	-2,9	-3,4	-3,6	-3,7
6:00	-1,7	-1,6	-1,5	-1,4	-1,3	-1,3	-1,2	-1,1	-1,0	-0,8	-0,8	-0,8	-0,6	-0,9	-0,9	-1,3	-1,3	-1,2	-0,8	-0,8	-0,9	-1,0	-1,5	-1,6	-2,0	-2,4	-2,8	-3,4	-3,6	-3,7
6:15	-1,3	-1,2	-1,1	-1,0	-0,8	-0,8	-0,8	-0,7	-0,5	-0,3	-0,3	-0,3	-0,1	-0,4	-0,4	-0,9	-0,8	-0,8	-0,3	-0,3	-0,4	-0,6	-1,1	-1,2	-1,6	-2,1	-2,5	-3,1	-3,3	-3,5

Quadro 7 - Diferenças entre o valor L_n obtido por medição em contínuo em dois dias e o L_n obtido pela técnica de amostragem de 45 minutos em cada dia para o local RA29-b

	23:00	23:15	23:30	23:45	0:00	0:15	0:30	0:45	1:00	1:15	1:30	1:45	2:00	2:15	2:30	2:45	3:00	3:15	3:30	3:45	4:00	4:15	4:30	4:45	5:00	5:15	5:30	5:45	6:00	6:15
23:00	-0,4	-0,5	-0,2	0,1	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	1,1	1,1	1,3	0,9	1,1	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	0,8	0,5	0,2	-0,2	-0,3	-0,8	-1,4	-1,6	-1,9	-1,9	-2,5
23:15	-0,1	-0,2	0,1	0,4	0,6	0,7	1,0	1,1	1,2	1,5	1,6	1,7	1,2	1,5	1,8	1,6	1,2	1,2	1,1	1,1	0,9	0,6	0,1	0,0	-0,6	-1,1	-1,4	-1,7	-1,7	-2,4
23:30	0,2	0,0	0,3	0,7	0,9	1,0	1,3	1,4	1,6	1,9	1,9	2,1	1,6	1,8	1,5	2,0	1,5	1,5	1,4	1,5	1,2	0,9	0,4	0,3	-0,4	-1,0	-1,2	-1,5	-1,5	-2,2
23:45	0,3	0,1	0,4	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,7	2,0	2,1	2,3	1,7	2,0	1,7	2,1	1,7	1,7	1,5	1,6	1,3	1,0	0,5	0,4	-0,3	-0,9	-1,2	-1,5	-1,5	-2,2
0:00	0,7	0,5	0,8	1,3	1,5	1,7	2,0	2,1	2,3	2,6	2,7	2,9	2,3	2,6	2,2	2,8	2,2	2,2	2,1	2,2	1,9	1,5	0,9	0,8	0,1	-0,6	-0,9	-1,2	-1,2	-1,9
0:15	0,8	0,6	1,0	1,4	1,7	1,9	2,2	2,3	2,5	2,9	2,9	3,2	2,5	2,8	2,5	3,0	2,4	2,4	2,3	2,4	2,1	1,6	1,0	0,9	0,2	-0,5	-0,8	-1,1	-1,1	-1,9
0:30	0,9	0,7	1,1	1,6	1,8	2,0	2,3	2,5	2,6	3,0	3,1	3,4	2,7	3,0	2,6	3,2	2,6	2,6	2,4	2,5	2,2	1,8	1,2	1,0	0,3	-0,4	-0,7	-1,1	-1,1	-1,8
0:45	0,6	0,4	0,8	1,2	1,4	1,6	1,9	2,0	2,2	2,5	2,6	2,8	2,2	2,5	2,1	2,7	2,1	2,1	2,0	2,1	1,8	1,4	0,8	0,7	0,0	-0,6	-0,9	-1,3	-1,3	-2,0
1:00	0,6	0,4	0,7	1,1	1,4	1,5	1,8	2,0	2,1	2,5	2,5	2,7	2,1	2,4	2,1	2,6	2,1	2,1	1,9	2,0	1,7	1,3	0,8	0,7	0,0	-0,7	-1,0	-1,3	-1,3	-2,0
1:15	0,7	0,5	0,8	1,3	1,5	1,7	2,0	2,1	2,3	2,6	2,7	2,9	2,3	2,6	2,2	2,8	2,2	2,2	2,1	2,2	1,9	1,5	0,9	0,8	0,1	-0,6	-0,9	-1,2	-1,2	-1,9
1:30	1,0	0,8	1,2	1,6	1,9	2,1	2,4	2,6	2,7	3,1	3,2	3,5	2,8	3,1	2,7	3,3	2,7	2,7	2,5	2,6	2,3	1,8	1,2	1,1	0,3	-0,3	-0,7	-1,0	-1,0	-1,8
1:45	1,2	1,0	1,4	1,9	2,2	2,3	2,7	2,8	3,0	3,5	3,6	3,8	3,1	3,4	3,0	3,7	3,0	3,0	2,8	2,9	2,6	2,1	1,4	1,3	0,5	-0,2	-0,5	-0,9	-0,9	-1,7
2:00	1,1	0,9	1,3	1,8	2,1	2,3	2,6	2,8	3,0	3,4	3,5	3,7	3,0	3,4	2,9	3,6	2,9	2,7	2,8	2,5	2,0	1,4	1,3	0,5	-0,2	-0,6	-0,9	-0,9	-1,7	
2:15	1,1	0,9	1,3	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,3	3,4	3,6	2,9	3,3	2,9	3,5	2,8	2,8	2,7	2,8	2,4	2,0	1,3	1,2	0,4	-0,3	-0,6	-1,0	-1,0	-1,7
2:30	1,3	1,1	1,5	2,0	2,3	2,5	2,8	3,0	3,2	3,6	3,7	4,0	3,2	3,6	3,2	3,9	3,1	3,1	3,0	3,1	2,7	2,2	1,5	1,4	0,6	-0,1	-0,4	-0,8</		

4. Caso de estudo

Quadro 8 - Diferenças entre o valor L_e obtido por medição em contínuo em dois dias e o L_e obtido pela técnica de amostragem de 45 minutos em cada dia para o local RA25

	20:00	20:15	20:30	20:45	21:00	21:15	21:30	21:45	22:00	22:15
20:00	-1,2	-1,1	-0,8	-0,4	-0,4	-0,5	-0,6	-0,4	-0,6	-0,4
20:15	-1,1	-1,1	-0,8	-0,4	-0,4	-0,4	-0,6	-0,4	-0,6	-0,3
20:30	-1,1	-1,1	-0,8	-0,3	-0,4	-0,4	-0,5	-0,4	-0,6	-0,3
20:45	-1,1	-1,1	-0,8	-0,4	-0,4	-0,4	-0,6	-0,4	-0,6	-0,3
21:00	-0,9	-0,9	-0,5	-0,1	-0,1	-0,1	-0,3	-0,1	-0,3	-0,1
21:15	-0,3	-0,2	0,1	0,7	0,7	0,6	0,4	0,6	0,4	0,7
21:30	0,4	0,5	0,9	1,6	1,6	1,5	1,3	1,5	1,3	1,6
21:45	0,6	0,6	1,1	1,8	1,7	1,7	1,4	1,7	1,4	1,8
22:00	0,2	0,3	0,7	1,4	1,3	1,3	1,1	1,3	1,0	1,4
22:15	-0,3	-0,3	0,1	0,6	0,6	0,6	0,4	0,6	0,4	0,7

Quadro 9 - Diferenças entre o valor L_e obtido por medição em contínuo em dois dias e o L_e obtido pela técnica de amostragem de 45 minutos em cada dia para o local RA29-a

	20:00	20:15	20:30	20:45	21:00	21:15	21:30	21:45	22:00	22:15
20:00	0,4	0,7	0,9	1,6	1,4	1,1	1,0	1,5	1,7	2,0
20:15	0,4	0,7	0,9	1,5	1,3	1,1	0,9	1,5	1,6	2,0
20:30	0,4	0,7	0,9	1,5	1,3	1,1	1,0	1,5	1,6	2,0
20:45	0,0	0,3	0,5	1,1	0,9	0,7	0,6	1,1	1,2	1,6
21:00	-0,6	-0,3	-0,1	0,3	0,2	0,0	-0,1	0,3	0,4	0,7
21:15	-1,2	-1,0	-0,9	-0,5	-0,6	-0,7	-0,8	-0,5	-0,4	-0,2
21:30	-1,8	-1,6	-1,5	-1,1	-1,3	-1,4	-1,5	-1,2	-1,1	-0,9
21:45	-1,8	-1,6	-1,5	-1,1	-1,2	-1,4	-1,4	-1,1	-1,1	-0,9
22:00	-1,5	-1,3	-1,1	-0,8	-0,9	-1,0	-1,1	-0,8	-0,7	-0,5
22:15	-0,8	-0,5	-0,4	0,1	-0,1	-0,2	-0,3	0,1	0,2	0,4

Quadro 10 - Diferenças entre o valor L_e obtido por medição em contínuo em dois dias e o L_e obtido pela técnica de amostragem de 45 minutos em cada dia para o local RA29-b

	20:00	20:15	20:30	20:45	21:00	21:15	21:30	21:45	22:00	22:15
20:00	-1,6	-1,4	-1,4	-0,9	-0,7	-0,6	-0,6	-0,7	-0,5	-0,6
20:15	-1,4	-1,2	-1,2	-0,7	-0,5	-0,4	-0,4	-0,5	-0,3	-0,4
20:30	-1,0	-0,8	-0,8	-0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,3	0,2
20:45	-1,2	-1,0	-1,0	-0,4	-0,2	-0,1	-0,1	-0,2	0,0	-0,1
21:00	-1,1	-0,9	-0,9	-0,3	-0,1	0,1	0,1	-0,1	0,2	0,1
21:15	-1,0	-0,8	-0,8	-0,2	0,0	0,1	0,1	0,0	0,2	0,1
21:30	-0,5	-0,3	-0,3	0,5	0,7	0,8	0,8	0,7	1,0	0,9
21:45	-0,1	0,1	0,1	0,9	1,1	1,3	1,3	1,2	1,5	1,4
22:00	0,2	0,5	0,5	1,4	1,6	1,8	1,8	1,6	2,0	1,8
22:15	0,3	0,6	0,6	1,4	1,7	1,9	1,9	1,7	2,1	1,9

Para o período do entardecer não foi observado um padrão semelhante para todos os locais de medição, no entanto o local RA25 assemelha-se muito ao local RA29-b. No local RA29-a uma das medições do entardecer foi efetuada no dia 1 de Agosto e, como se pode observar na Figura 11, ocorreu um acréscimo nos níveis de pressão sonora entre as 22:00 e as 23:00. Nos locais RA25 e RA29-b observa-se que as amostras recolhidas no início do período do entardecer dão origem a valores de L_e superiores aos obtidos por medição em contínuo no período e as amostras recolhidas no final do período dão origem a L_e inferiores.

No entanto, observa-se que a diferença máxima observada foi de 2,1 dB(A) comparativamente com o valor de L_e medido durante todo o período de referência. Este resultado deve-se ao facto de a variação de tráfego observada neste período não ser muito

significativa e o período ter a duração de apenas 3h correspondendo cada amostra a 25% do tempo total.

No Quadro 11, Quadro 12 e Quadro 13 são apresentadas as diferenças entre o valor L_d obtido por medição em contínuo em 2 dias e o L_d obtido pela técnica de amostragem de 45 min, 3 amostras de 15 min consecutivas, em 2 dias. No período diurno observa-se que a diferença máxima não ultrapassa os 2 dB(A) comparativamente com o valor de L_d medido durante todo o período de referência pois a variação de tráfego observada ao longo do período não é muito significativa. No local RA25 observa-se que as amostras recolhidas no início ou no final do dia dão origem a valores de L_d superiores aos obtidos por medição em contínuo no período e as amostras recolhidas no restante período dão origem a L_d inferiores. Também se verificaram as maiores diferenças no período entre as 11:30 e as 12:30 e entre as 15:00 e as 15:45, e como se pode verificar na Figura 10 foram períodos onde ocorreu um decréscimo nos níveis de pressão sonora.

4. Caso de estudo

Quadro 11 - Diferenças entre o valor L_d obtido por medição em contínuo em dois dias e o L_d obtido pela técnica de amostragem de 45 minutos em cada dia para o local RA25

7:00	-0.6	-0.9	-0.9	-0.7	-0.6	-0.7	-0.6	-0.2	0.1	-0.3	-0.2	-0.4	0.2	-0.3	-0.1	0.1	0.1	0.3	0.5	0.6	0.6	0.4	0.3	-0.1	-0.2	-0.3	-0.1	0.2	0.2	-0.1	0.0	-0.2	0.5	0.3	0.5	0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.4	-0.4	-0.5	-0.5	-0.8	-1.1	-1.0	-0.9	-0.9	-0.7		
7:15	-0.7	-0.9	-0.9	-0.7	-0.6	-0.8	-0.6	-0.3	0.1	-0.3	-0.2	-0.5	0.1	-0.6	-0.4	-0.2	-0.2	0.0	0.1	0.3	0.3	0.1	-0.1	-0.4	-0.5	-0.6	-0.4	-0.1	-0.1	-0.4	-0.3	-0.5	0.2	0.0	0.2	-0.2	-0.4	-0.5	-0.5	-0.4	-0.7	-0.7	-0.8	-0.8	-1.1	-1.3	-1.3	-1.2	-1.1	-1.0	
7:30	-0.7	-1.0	-1.0	-0.8	-0.7	-0.8	-0.7	-0.3	0.0	-0.4	-0.3	-0.6	0.0	-0.6	-0.4	-0.2	-0.2	0.0	0.1	0.3	0.2	0.1	-0.1	-0.4	-0.5	-0.6	-0.4	-0.1	-0.1	-0.4	-0.3	-0.5	0.2	0.0	0.2	-0.2	-0.4	-0.5	-0.5	-0.4	-0.7	-0.7	-0.8	-0.8	-1.1	-1.4	-1.3	-1.2	-1.1	-1.0	
7:45	-0.6	-0.9	-0.9	-0.7	-0.5	-0.7	-0.6	-0.2	0.1	-0.2	-0.1	-0.4	0.2	-0.4	-0.2	0.0	0.0	0.2	0.4	0.5	0.5	0.3	0.1	-0.2	-0.3	-0.4	-0.2	0.1	0.1	-0.2	-0.1	-0.3	0.4	0.2	0.4	0.0	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.5	-0.5	-0.6	-0.6	-0.9	-1.2	-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	
8:00	-0.6	-0.9	-0.9	-0.7	-0.6	-0.7	-0.6	-0.2	0.1	-0.3	-0.2	-0.4	0.1	-0.3	-0.1	0.1	0.2	0.4	0.5	0.7	0.6	0.5	0.3	-0.1	-0.2	-0.2	0.0	0.2	0.3	-0.1	0.1	-0.1	0.6	0.3	0.6	0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.4	-0.4	-0.5	-0.5	-0.8	-1.1	-1.0	-0.9	-0.8	-0.7	
8:15	-0.4	-0.6	-0.6	-0.5	-0.3	-0.5	-0.3	0.1	0.4	0.0	0.1	-0.2	0.5	-0.4	-0.2	0.0	0.0	0.2	0.3	0.5	0.5	0.3	0.1	-0.3	-0.3	-0.4	-0.2	0.1	0.1	-0.2	-0.1	-0.3	0.4	0.2	0.4	0.0	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.5	-0.5	-0.6	-0.6	-0.9	-1.2	-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	
8:30	-0.3	-0.5	-0.5	-0.3	-0.2	-0.4	-0.2	0.2	0.5	0.2	0.2	0.0	0.6	-0.3	-0.1	0.1	0.1	0.4	0.5	0.7	0.6	0.5	0.3	-0.1	-0.2	-0.3	-0.1	0.2	0.3	-0.1	0.1	-0.2	0.5	0.3	0.6	0.1	-0.1	-0.2	-0.2	0.1	-0.4	-0.4	-0.5	-0.5	-0.8	-1.1	-1.0	-0.9	-0.9	-0.7	
8:45	-0.1	-0.4	-0.4	-0.2	-0.1	-0.2	-0.1	0.3	0.7	0.3	0.4	0.1	0.8	0.1	0.3	0.6	0.6	0.9	1.0	1.2	1.1	0.9	0.8	0.3	0.2	0.2	0.4	0.7	0.7	0.4	0.5	0.3	1.0	0.8	1.1	0.6	0.3	0.2	0.3	0.3	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.4	-0.8	-0.7	-0.5	-0.5	-0.3	
9:00	-0.1	-0.4	-0.4	-0.2	0.0	-0.2	0.0	0.4	0.8	0.4	0.4	0.2	0.8	0.5	0.7	0.9	1.0	1.3	1.4	1.6	1.6	1.4	1.2	0.7	0.6	0.5	0.7	1.1	1.1	0.7	0.9	0.6	1.5	1.2	1.5	1.0	0.7	0.6	0.6	0.7	0.3	0.3	0.2	0.2	-0.1	-0.5	-0.4	-0.3	-0.2	0.0	
9:15	-0.2	-0.5	-0.5	-0.3	-0.2	-0.3	-0.2	0.2	0.6	0.2	0.3	0.0	0.7	0.1	0.3	0.5	0.5	0.8	0.9	1.1	1.1	0.9	0.7	0.3	0.2	0.1	0.3	0.6	0.7	0.3	0.4	0.2	1.0	0.7	1.0	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.5	-0.8	-0.7	-0.6	-0.5	-0.4	
9:30	-0.1	-0.4	-0.4	-0.2	-0.1	-0.2	-0.1	0.3	0.7	0.3	0.4	0.1	0.8	0.2	0.4	0.6	0.6	0.9	1.0	1.2	1.2	1.0	0.8	0.4	0.3	0.2	0.4	0.7	0.8	0.4	0.5	0.3	1.1	0.8	1.1	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.0	-0.1	-0.1	-0.4	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.3	
9:45	-0.2	-0.5	-0.5	-0.3	-0.2	-0.4	-0.2	0.2	0.5	0.2	0.2	0.0	0.6	-0.1	0.1	0.3	0.3	0.6	0.7	0.9	0.8	0.7	0.5	0.1	0.0	-0.1	0.1	0.4	0.5	0.1	0.2	0.0	0.7	0.5	0.8	0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.6	-1.0	-0.9	-0.7	-0.7	-0.5	
10:00	-0.3	-0.6	-0.6	-0.4	-0.3	-0.4	-0.3	0.1	0.5	0.1	0.2	-0.1	0.5	0.5	0.8	1.0	1.1	1.3	1.5	1.7	1.7	1.5	1.2	0.8	0.7	0.6	0.8	1.1	1.2	0.8	1.0	0.7	1.5	1.3	1.6	1.1	0.7	0.7	0.7	0.7	0.4	0.4	0.3	0.3	-0.1	-0.4	-0.3	-0.2	-0.1	0.0	
10:15	-0.1	-0.4	-0.4	-0.2	0.0	-0.2	-0.1	0.4	0.7	0.3	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.6	0.6	0.9	1.0	1.2	1.2	1.0	0.8	0.3	0.3	0.2	0.4	0.7	0.8	0.4	0.5	0.3	1.1	0.8	1.1	0.6	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.4	-0.7	-0.7	-0.5	-0.5	-0.3		
10:30	-0.1	-0.4	-0.4	-0.2	0.0	-0.2	-0.1	0.4	0.7	0.3	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.6	0.6	0.9	1.0	1.2	1.2	1.0	0.8	0.3	0.3	0.2	0.4	0.7	0.8	0.4	0.5	0.3	1.1	0.8	1.1	0.6	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.4	-0.7	-0.7	-0.5	-0.5	-0.3		
10:45	-0.3	-0.6	-0.6	-0.4	-0.2	-0.4	-0.3	0.2	0.5	0.1	0.2	0.0	-0.1	-0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.9	0.7	0.5	0.1	0.0	0.0	0.2	0.5	0.5	0.2	0.3	0.1	0.8	0.6	0.8	0.4	0.1	0.1	0.1	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.6	-0.9	-0.8	-0.7	-0.7	-0.5			
11:00	-0.7	-0.9	-0.9	-0.8	-0.6	-0.8	-0.6	-0.3	0.0	-0.3	-0.3	-0.4	-0.5	-0.5	-0.3	-0.1	-0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.2	0.1	-0.3	-0.4	-0.2	0.0	0.1	-0.3	-0.1	-0.3	0.3	0.1	0.3	-0.1	-0.3	-0.1	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.6	-0.6	-0.7	-0.7	-1.0	-1.3	-1.2	-1.1	-1.0	-0.9
11:15	-0.5	-0.7	-0.7	-0.5	-0.4	-0.6	-0.4	0.0	0.3	-0.1	0.0	-0.2	-0.2	-0.2	0.0	0.2	0.2	0.4	0.6	0.7	0.7	0.5	0.3	-0.1	-0.1	-0.2	0.0	0.3	0.3	0.0	0.1	-0.1	0.6	0.4	0.6	0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.8	-1.1	-1.0	-0.9	-0.8	-0.7	
11:30	-0.5	-0.7	-0.7	-0.6	-0.4	-0.6	-0.4	0.0	0.3	-0.1	0.0	-0.2	-0.3	-0.3	0.0	0.1	0.2	0.4	0.5	0.7	0.7	0.5	0.3	-0.1	-0.1	-0.2	0.0	0.2	0.3	0.0	0.1	-0.1	0.6	0.3	0.6	0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.4	-0.4	-0.5	-0.4	-0.8	-1.1	-1.0	-0.9	-0.8	-0.7	
11:45	0.2	-0.1	-0.1	0.1	0.3	0.1	0.3	0.8	1.2	0.7	0.8	0.6	0.5	0.5	0.8	1.0	1.0	1.3	1.5	1.7	1.6	1.4	1.2	0.7	0.6	0.5	0.8	1.1	1.2	0.8	0.9	0.7	1.5	1.2	1.6	1.0	0.7	0.6	0.6	0.7	0.4	0.4	0.3	0.3	-0.1	-0.5	-0.4	-0.2	-0.2	0.0	
12:00	0.3	0.0	0.0	0.2	0.4	0.2	0.3	0.8	1.2	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6	0.8	1.0	1.1	1.4	1.5	1.8	1.7	1.5	1.3	0.8	0.7	0.6	0.8	1.2	1.2	0.8	1.0	0.7	1.6	1.3	1.6	1.1	0.8	0.7	0.7	0.8	0.4	0.4	0.3	0.3	-0.1	-0.4	-0.3	-0.2	-0.1	0.1	
12:15	0.3	0.0	0.0	0.2	0.3	0.2	0.3	0.8	1.2	0.7	0.8	0.6	0.5	0.5	0.8	1.0	1.1	1.4	1.5	1.7	1.7	1.5	1.2	0.8	0.7	0.6	0.8	1.1	1.2	0.8	1.0	0.7	1.6	1.3	1.6	1.1	0.7	0.7	0.7	0.7	0.4	0.4	0.3	0.3	-0.1	-0.4	-0.3	-0.2	-0.1	0.0	
12:30	0.1	-0.2	-0.2	0.0	0.2	0.0	0.2	0.6	1.0	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.6	0.9	0.9	1.2	1.3	1.5	1.5	1.3	1.1	0.6	0.5	0.4	0.7	1.0	1.0	0.6	0.8	0.5	1.4	1.1	1.4	0.9	0.6	0.5	0.5	0.6	0.3	0.2	0.2	0.2	-0.2	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.1	
12:45	-0.1	-0.4	-0.4	-0.2	0.0	-0.2	0.0	0.4	0.8	0.3	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	0.6	0.6	0.9	1.0	1.2	1.2	1.0	0.8	0.4	0.3	0.2	0.4	0.7	0.8	0.4	0.5	0.3	1.1	0.8	1.1	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.4	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.3	
13:00	-0.1	-0.4	-0.4	-0.2	0.0	-0.2	-0.1	0.4	0.7	0.3	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.6	0.6	0.9	1.0	1.2	1.1	1.0	0.8	0.3	0.3	0.2	0.4	0.7	0.7	0.4	0.5	0.3	1.0	0.8	1.1	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.4	-0.8	-0.7	-0.5	-0.5	-0.3	
13:15	0.0	-0.3	-0.3	-0.1	0.1	-0.1	0.0	0.5	0.8	0.4	0.5	0.3	0.2	0.2	0.5	0.7	0.7	1.0	1.1	1.3	1.3	1.1	0.9	0.4	0.4	0.3	0.5	0.8	0.9	0.5	0.6	0.4	1.2	0.9	1.2	0.7	0.4	0.4	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	-0.3	-0.7	-0.6	-0.4	-0.4	-0.2		
13:30	0.3	0.0	0.0	0.2	0.3	0.2	0.3	0.8	1.2	0.7	0.8	0.6	0.5	0.5	0.8	1.0	1.1	1.3	1.5	1.7	1.6	1.4	1.2	0.7	0.7	0.6	0.8	1.1	1.2	0.8	0.9	0.7	1.5	1.3	1.6	1.1	0.7	0.7	0.7	0.7	0.4	0.4	0.3	0.3	-0.1	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	0.0	
13:45	0.3	0.0	0.0	0.2	0.4	0.2	0.3	0.8	1.2	0.8	0.8	0.7	0.6	0.6	0.8	1.1	1.1	1.4	1.5	1.8	1.7	1.5	1.3	0.8	0.7	0.6	0.9	1.2	1.2	0.8	1.0	0.7	1.6	1.3	1.6	1.1	0.8	0.7	0.7	0.8	0.4	0.4	0.3	0.3	-0.1	-0.4	-0.3	-0.2	-0.1	0.1	
14:00	0.1	-0.2	-0.2	0.0	0.2	0.0	0.2	0.6	1.0	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.6	0.9	0.9	1.2	1.3	1.5	1.5	1.3	1.1	0.6	0.5	0.4	0.7	1.0	1.0	0.6	0.8	0.5	1.4	1.1	1.4	0.9	0.6	0.5	0.5	0.6	0.3	0.2	0.2	0.2	-0.2	-0.5	-0.5	-0.3	-0.3	-0.1	
14:15	0.0	-0.3	-0.3	-0.1	0.0	-0.1	0.0	0.4	0.8	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.4	0.7	0.7	0.9	1.1	1.3	1.2	1.0	0.9	0.4	0.3	0.2																									

4. Caso de estudo

Quadro 12 - Diferenças entre o valor L_d obtido por medição em contínuo em dois dias e o L_d obtido pela técnica de amostragem de 45 minutos em cada dia para o local RA29-a

7:00	0.8	0.5	1.2	1.5	1.5	0.8	0.6	0.5	0.6	0.7	0.8	1.1	0.8	0.7	1.1	1.3	1.3	1.2	0.9	0.9	1.1	1.6	1.4	1.3	1.2	1.3	1.3	1.1	1.0	0.8	0.5	0.4	0.6	0.4	0.2	0.8	-0.3	-0.1	0.8	0.4	-0.2	-0.2	0.2	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.5	
7:15	0.8	0.5	1.2	1.5	1.5	0.8	0.6	0.5	0.6	0.7	0.8	1.1	0.8	0.7	1.1	1.3	1.3	1.2	0.9	0.9	1.1	1.5	1.4	1.3	1.2	1.3	1.3	1.1	1.0	0.8	0.5	0.4	0.6	0.4	0.2	0.8	-0.3	-0.1	0.8	0.4	-0.2	-0.2	0.2	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.5	
7:30	0.6	0.4	1.1	1.3	1.4	0.7	0.5	0.4	0.4	0.6	0.7	1.0	0.7	0.6	0.9	1.2	1.2	1.0	0.8	0.8	1.0	1.4	1.2	1.1	1.0	1.1	1.1	1.0	0.9	0.6	0.4	0.3	0.5	0.3	0.1	0.7	-0.4	-0.2	0.6	0.3	-0.3	-0.3	0.1	0.9	0.8	0.8	0.9	0.8	1.0	1.4	
7:45	0.7	0.5	1.1	1.4	1.4	0.7	0.5	0.5	0.5	0.7	0.8	1.0	0.8	0.6	1.0	1.2	1.2	1.1	0.8	0.8	1.0	1.4	1.3	1.2	1.1	1.2	1.2	1.0	0.9	0.7	0.4	0.3	0.5	0.4	0.1	0.7	-0.4	-0.1	0.7	0.4	-0.3	-0.2	0.1	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	1.0	1.4	
8:00	0.4	0.2	0.8	1.0	1.1	0.4	0.3	0.2	0.2	0.4	0.5	0.7	0.5	0.4	0.7	0.9	0.9	0.8	0.5	0.5	0.7	1.1	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.7	0.6	0.4	0.2	0.1	0.2	0.1	-0.1	0.4	-0.6	-0.4	0.4	0.1	-0.5	-0.5	-0.1	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.7	1.1	
8:15	0.3	0.1	0.7	0.9	1.0	0.3	0.2	0.1	0.1	0.3	0.4	0.7	0.4	0.3	0.6	0.8	0.8	0.7	0.4	0.5	0.6	1.0	0.8	0.8	0.7	0.4	0.5	0.3	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	-0.2	0.3	-0.7	-0.4	0.3	0.0	-0.6	-0.5	-0.2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	1.0		
8:30	0.0	-0.2	0.4	0.6	0.6	0.0	-0.1	-0.2	-0.2	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.2	0.4	0.5	0.3	0.1	0.1	0.3	0.6	0.5	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.2	0.0	-0.2	-0.3	-0.2	-0.3	-0.5	0.0	-0.9	-0.7	0.0	-0.3	-0.9	-0.8	-0.5	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3	0.6	
8:45	0.0	-0.2	0.4	0.6	0.6	0.0	-0.1	-0.2	-0.2	0.0	0.1	0.3	0.1	0.0	0.3	0.4	0.5	0.3	0.1	0.1	0.3	0.6	0.5	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.2	0.0	-0.2	-0.3	-0.2	-0.3	-0.5	0.0	-0.9	-0.7	0.0	-0.3	-0.8	-0.8	-0.5	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3	0.6	
9:00	0.0	-0.2	0.4	0.6	0.6	0.0	-0.1	-0.2	-0.2	0.0	0.1	0.3	0.1	0.0	0.3	0.4	0.5	0.4	0.1	0.1	0.3	0.7	0.5	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.2	0.0	-0.2	-0.3	-0.2	-0.3	-0.5	0.0	-0.9	-0.7	0.0	-0.3	-0.8	-0.8	-0.5	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3	0.6	
9:15	0.1	-0.1	0.5	0.7	0.7	0.1	0.0	-0.1	-0.1	0.1	0.2	0.4	0.1	0.1	0.3	0.5	0.6	0.4	0.2	0.2	0.4	0.7	0.6	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.3	0.1	-0.1	-0.2	-0.1	-0.2	-0.4	0.1	-0.9	-0.6	0.1	-0.2	-0.8	-0.7	-0.4	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4	0.7		
9:30	0.0	-0.2	0.4	0.6	0.6	0.0	-0.1	-0.2	-0.2	0.0	0.1	0.3	0.1	0.0	0.3	0.4	0.5	0.4	0.1	0.1	0.3	0.7	0.5	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.2	0.0	-0.2	-0.3	-0.2	-0.3	-0.5	0.0	-0.9	-0.7	0.0	-0.3	-0.8	-0.8	-0.5	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3	0.6	
9:45	0.0	-0.2	0.4	0.6	0.6	0.0	-0.1	-0.2	-0.2	0.0	0.1	0.3	0.1	0.0	0.3	0.4	0.5	0.3	0.1	0.1	0.3	0.6	0.5	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.2	0.0	-0.2	-0.3	-0.2	-0.3	-0.5	0.0	-0.9	-0.7	0.0	-0.3	-0.9	-0.8	-0.5	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3	0.6	
10:00	0.0	-0.2	0.4	0.6	0.6	0.0	-0.1	-0.2	-0.2	0.0	0.1	0.3	0.1	0.0	0.3	0.4	0.5	0.3	0.1	0.1	0.3	0.7	0.5	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.2	0.0	-0.2	-0.3	-0.2	-0.3	-0.5	0.0	-0.9	-0.7	0.0	-0.3	-0.8	-0.8	-0.5	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3	0.6	
10:15	0.0	-0.1	0.4	0.6	0.7	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.1	0.4	0.1	0.0	0.3	0.5	0.5	0.4	0.2	0.2	0.3	0.7	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.3	0.3	0.0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.2	-0.5	0.1	-0.9	-0.7	0.0	-0.2	-0.8	-0.8	-0.4	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.4	0.7	
10:30	0.0	-0.2	0.3	0.5	0.6	0.0	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	0.0	0.3	0.0	-0.1	0.2	0.4	0.4	0.3	0.1	0.1	0.2	0.6	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.2	0.0	-0.2	-0.3	-0.2	-0.3	-0.5	0.0	-1.0	-0.7	0.0	-0.3	-0.9	-0.8	-0.5	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.3	0.6	
10:45	0.1	-0.1	0.5	0.7	0.8	0.1	0.0	-0.1	-0.1	0.1	0.2	0.4	0.2	0.1	0.4	0.6	0.6	0.5	0.2	0.2	0.4	0.8	0.6	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.3	0.1	-0.1	-0.2	-0.1	-0.2	-0.4	0.1	-0.8	-0.6	0.1	-0.2	-0.8	-0.7	-0.4	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4	0.8		
11:00	0.2	0.0	0.6	0.8	0.9	0.2	0.1	0.0	0.0	0.2	0.3	0.5	0.3	0.2	0.5	0.7	0.7	0.6	0.3	0.3	0.5	0.9	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4	0.2	0.0	-0.1	0.0	-0.1	-0.3	0.2	-0.8	-0.5	0.2	-0.1	-0.7	-0.6	-0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.5	0.9		
11:15	0.2	0.0	0.6	0.8	0.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.5	0.2	0.1	0.4	0.6	0.7	0.5	0.3	0.3	0.5	0.9	0.7	0.6	0.5	0.6	0.6	0.5	0.4	0.2	0.0	-0.1	0.0	-0.1	-0.3	0.2	-0.8	-0.5	0.2	-0.1	-0.7	-0.7	-0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.8		
11:30	0.3	0.1	0.7	0.9	1.0	0.3	0.2	0.1	0.1	0.3	0.4	0.6	0.4	0.3	0.6	0.8	0.8	0.7	0.4	0.4	0.6	1.0	0.8	0.7	0.6	0.7	0.6	0.7	0.6	0.5	0.3	0.1	0.0	0.1	0.0	-0.2	0.3	-0.7	-0.2	0.5	0.3	0.0	-0.6	-0.6	-0.2	0.5	0.5	0.4	0.5	0.6	1.0
11:45	0.4	0.2	0.9	1.1	1.2	0.5	0.3	0.2	0.3	0.4	0.5	0.8	0.5	0.4	0.7	0.9	1.0	0.8	0.6	0.6	0.8	1.2	1.0	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8	0.7	0.4	0.2	0.1	0.3	0.1	-0.1	0.5	-0.6	-0.3	0.5	0.2	-0.5	-0.4	-0.1	0.7	0.6	0.6	0.7	0.6	0.8	1.2	
12:00	0.6	0.4	1.1	1.3	1.4	0.7	0.5	0.4	0.4	0.6	0.7	1.0	0.7	0.6	0.9	1.2	1.2	1.0	0.8	0.8	1.0	1.4	1.2	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	0.9	0.6	0.4	0.3	0.4	0.3	0.1	0.7	-0.4	-0.2	0.6	0.3	-0.3	-0.3	0.1	0.9	0.8	0.8	0.9	0.8	1.0	1.4	
12:15	0.5	0.3	1.0	1.2	1.3	0.6	0.4	0.3	0.3	0.5	0.6	0.9	0.6	0.5	0.8	1.0	1.1	0.9	0.7	0.7	0.9	1.3	1.1	1.0	0.9	1.0	1.0	0.9	0.8	0.5	0.3	0.2	0.3	0.2	0.0	0.6	-0.5	-0.2	0.5	0.2	-0.4	-0.4	0.0	0.8	0.7	0.7	0.8	0.7	0.9	1.3	
12:30	0.3	0.1	0.7	0.9	1.0	0.3	0.2	0.1	0.1	0.3	0.4	0.6	0.4	0.3	0.6	0.8	0.8	0.7	0.4	0.5	0.6	1.0	0.8	0.8	0.7	0.8	0.8	0.6	0.5	0.3	0.1	0.0	0.1	0.0	-0.2	0.3	-0.7	-0.4	0.3	0.0	-0.6	-0.5	-0.2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	1.0	
12:45	0.2	0.0	0.6	0.8	0.9	0.3	0.1	0.0	0.0	0.2	0.3	0.6	0.3	0.2	0.5	0.7	0.7	0.6	0.4	0.4	0.5	0.9	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.5	0.5	0.2	0.0	-0.1	0.0	-0.1	-0.3	0.3	-0.8	-0.5	0.2	-0.1	-0.7	-0.6	-0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.9	
13:00	0.1	0.0	0.5	0.7	0.8	0.2	0.0	-0.1	0.0	0.1	0.2	0.5	0.2	0.1	0.4	0.6	0.6	0.5	0.3	0.3	0.4	0.8	0.7	0.6	0.5	0.6	0.6	0.5	0.4	0.1	-0.1	-0.2	0.0	-0.1	-0.4	0.2	-0.8	-0.6	0.1	-0.1	-0.7	-0.7	-0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.5	0.8	
13:15	0.2	0.0	0.6	0.8	0.9	0.5	0.1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.6	0.5	0.2	0.5	0.7	0.7	0.6	0.4	0.4	0.5	0.9	0.8	0.7	0.6	0.7	0.7	0.5	0.5	0.2	0.0	-0.1	0.1	-0.1	-0.3	0.3	-0.7	-0.5	0.2	0.0	-0.7	-0.6	-0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.9	
13:30	0.3	0.1	0.7	1.0	1.0	0.4	0.2	0.1	0.1	0.3	0.4	0.7	0.4	0.3	0.6	0.8	0.8	0.7	0.5	0.5	0.6	1.0	0.9	0.8	0.7	0.8	0.8	0.6	0.6	0.3	0.1	0.0	0.1	0.0	-0.2	0.4	-0.7	-0.4	0.3	0.0	-0.6	-0.5	-0.2	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.7	1.0	
13:45	0.4	0.2	0.8	1.0	1.1	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	0.5	0.7	0.4	0.3	0.7	0.9	0.9	0.8	0.5	0.5	0.7	1.1	0.9	0.8	0.7	0.8	0.8	0.7	0.6	0.4	0.2	0.1	0.2	0.1	-0.2	0.4	-0.6	-0.4	0.4	0.1	-0.5	-0.5	-0.1	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.7	1.1	
14:00	0.3	0.1	0.8	1.0	1.0	0.4	0.2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.7	0.4	0.3	0.6	0.8	0.9	0.7	0.5	0.5	0.7	1.1	0.9	0.8	0.7	0.8	0.8	0.7	0.6	0.3	0.1	0.0	0.2	0.0	-0.2	0.4	-0.7	-0.4	0.4	0.1	-0.6	-0.5	-0.2	0.6	0.5	0.5	0.6	0.5	0.7	1.0	
14:15	0.3	0.1	0.7	0.9	1.0	0.3	0.2	0.1	0.1	0.3	0.4	0.6	0.4	0.3	0.6	0.8	0.8	0.7	0.4	0.5	0.6	1.0	0.8	0.8	0.7</																										

4. Caso de estudo

Quadro 13 - Diferenças entre o valor L_d obtido por medição em contínuo em dois dias e o L_d obtido pela técnica de amostragem de 45 minutos em cada dia para o local RA29-b

7:00	1.5	1.0	1.0	0.6	0.5	0.3	0.3	0.5	0.6	0.7	0.7	0.3	0.3	0.2	0.5	0.3	0.1	-0.1	0.1	0.2	0.7	0.8	1.0	1.1	1.2	0.9	0.6	0.3	0.4	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.1	0.0	-0.2	-0.2	0.0	0.1	0.1	0.1	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.5	
7:15	1.3	0.9	0.8	0.5	0.4	0.2	0.2	0.3	0.5	0.6	0.6	0.2	0.2	0.1	0.4	0.2	0.0	-0.2	0.0	0.1	0.6	0.7	0.9	1.0	1.1	0.8	0.5	0.2	0.3	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.0	-0.1	-0.3	-0.3	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4	
7:30	0.9	0.6	0.5	0.2	0.1	-0.1	-0.2	0.0	0.2	0.2	0.3	-0.1	-0.1	-0.2	0.1	-0.1	-0.3	-0.5	-0.3	-0.2	0.2	0.4	0.5	0.6	0.7	0.4	0.2	-0.1	0.0	0.0	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0
7:45	0.7	0.4	0.3	0.0	-0.1	-0.3	-0.3	-0.1	0.0	0.1	0.1	-0.3	-0.2	-0.3	-0.1	-0.3	-0.5	-0.6	-0.5	-0.3	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.3	0.0	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.5	-0.7	-0.7	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.2	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.2	-0.1	
8:00	0.5	0.1	0.0	-0.2	-0.3	-0.5	-0.5	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.5	-0.5	-0.3	-0.5	-0.7	-0.8	-0.7	-0.6	-0.2	-0.1	0.1	0.2	0.2	0.0	-0.2	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4	-0.5	-0.6	-0.6	-0.7	-0.7	-0.9	-0.9	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.5	-0.4	-0.4	
8:15	0.6	0.2	0.2	-0.1	-0.2	-0.4	-0.4	-0.3	-0.1	-0.1	0.0	-0.4	-0.4	-0.5	-0.2	-0.4	-0.6	-0.8	-0.6	-0.5	-0.1	0.0	0.2	0.3	0.4	0.1	-0.1	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.5	-0.5	-0.5	-0.6	-0.6	-0.8	-0.8	-0.7	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.3	-0.3	
8:30	0.6	0.3	0.2	-0.1	-0.1	-0.4	-0.4	-0.2	-0.1	0.0	0.0	-0.3	-0.3	-0.4	-0.2	-0.3	-0.5	-0.7	-0.6	-0.4	0.0	0.1	0.3	0.4	0.4	0.2	-0.1	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.5	-0.5	-0.6	-0.8	-0.8	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.3	-0.2	0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	0.2	
8:45	0.9	0.5	0.4	0.1	0.1	-0.2	-0.2	0.0	0.1	0.2	0.2	-0.1	-0.1	-0.2	0.0	-0.2	-0.4	-0.5	-0.4	-0.2	0.2	0.3	0.5	0.6	0.6	0.4	0.1	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.1	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.1	0.0	
9:00	1.0	0.6	0.5	0.2	0.2	-0.1	-0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	-0.1	0.0	-0.1	0.1	-0.1	-0.3	-0.4	-0.3	-0.1	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	0.5	0.2	-0.1	0.0	0.0	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.5	-0.5	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.1		
9:15	0.9	0.5	0.4	0.1	0.1	-0.2	-0.2	0.0	0.1	0.2	0.2	-0.1	-0.1	-0.2	0.0	-0.2	-0.4	-0.5	-0.4	-0.2	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	0.4	0.1	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.1	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	
9:30	0.7	0.3	0.3	0.0	-0.1	-0.3	-0.4	-0.2	-0.1	0.0	0.0	-0.3	-0.3	-0.4	-0.1	-0.3	-0.5	-0.7	-0.5	-0.4	0.0	0.1	0.3	0.4	0.5	0.2	0.0	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3	-0.4	-0.4	-0.5	-0.6	-0.8	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2		
9:45	0.5	0.2	0.1	-0.2	-0.2	-0.5	-0.5	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1	-0.4	-0.4	-0.5	-0.3	-0.4	-0.6	-0.8	-0.6	-0.5	-0.1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.1	-0.2	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4	-0.5	-0.6	-0.6	-0.7	-0.9	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3		
10:00	0.7	0.3	0.3	0.0	-0.1	-0.3	-0.3	-0.2	0.0	0.0	0.1	-0.3	-0.3	-0.3	-0.1	-0.3	-0.5	-0.6	-0.5	-0.3	0.0	0.2	0.3	0.4	0.5	0.2	0.0	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.4	-0.4	-0.5	-0.5	-0.7	-0.7	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.2	-0.1	
10:15	0.8	0.5	0.4	0.1	0.0	-0.2	-0.2	-0.1	0.1	0.1	0.2	-0.2	-0.2	-0.3	0.0	-0.2	-0.4	-0.6	-0.4	-0.3	0.1	0.3	0.4	0.5	0.6	0.3	0.1	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.5	-0.7	-0.6	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.1	0.0		
10:30	1.0	0.6	0.6	0.3	0.2	-0.1	-0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.0	0.0	-0.1	0.2	0.0	-0.3	-0.4	-0.3	-0.1	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	0.5	0.3	-0.1	0.1	0.0	0.0	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.5	-0.5	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	
10:45	0.8	0.4	0.3	0.0	0.0	-0.3	-0.3	-0.1	0.0	0.1	0.1	-0.2	-0.2	-0.3	-0.1	-0.3	-0.5	-0.6	-0.5	-0.3	0.1	0.2	0.4	0.5	0.5	0.3	0.0	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.5	-0.7	-0.7	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4	-0.2	-0.1	0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	0.0	
11:00	0.7	0.4	0.3	0.0	-0.1	-0.3	-0.3	-0.1	0.0	0.0	0.1	-0.3	-0.2	-0.3	-0.1	-0.3	-0.5	-0.6	-0.5	-0.3	0.0	0.2	0.3	0.4	0.5	0.3	0.0	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.4	-0.4	-0.5	-0.5	-0.7	-0.7	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.2	-0.1		
11:15	0.6	0.3	0.2	-0.1	-0.1	-0.4	-0.4	-0.2	-0.1	0.0	0.0	-0.3	-0.3	-0.4	-0.2	-0.4	-0.6	-0.7	-0.6	-0.4	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.2	-0.1	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.5	-0.5	-0.6	-0.8	-0.8	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.3	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2		
11:30	1.1	0.7	0.6	0.3	0.2	0.0	0.0	0.1	0.3	0.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	-0.2	-0.4	-0.2	-0.1	0.3	0.5	0.7	0.8	0.8	0.6	0.3	0.0	0.1	0.1	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.5	-0.5	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.2
11:45	1.4	1.0	0.9	0.5	0.5	0.2	0.2	0.4	0.5	0.6	0.6	0.3	0.3	0.2	0.4	0.2	0.0	-0.2	0.0	0.2	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1	0.8	0.6	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	-0.3	-0.2	-0.1	0.0	0.0	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4		
12:00	1.6	1.2	1.1	0.8	0.7	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8	0.9	0.4	0.5	0.4	0.6	0.4	0.2	0.0	0.2	0.4	0.8	1.0	1.2	1.3	1.4	1.1	0.8	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	-0.1	-0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.6	
12:15	1.4	0.9	0.9	0.5	0.4	0.2	0.2	0.4	0.5	0.6	0.6	0.2	0.3	0.2	0.4	0.2	0.0	-0.2	0.0	0.1	0.6	0.7	0.9	1.0	1.1	0.8	0.5	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	-0.1	-0.3	-0.3	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.4		
12:30	1.2	0.8	0.7	0.4	0.3	0.1	0.1	0.2	0.4	0.4	0.5	0.1	0.1	0.0	0.3	0.1	-0.1	-0.3	-0.1	0.0	0.4	0.6	0.8	0.9	1.0	0.7	0.4	0.1	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.2	-0.4	-0.4	-0.2	-0.1	-0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3		
12:45	1.3	0.8	0.8	0.4	0.4	0.1	0.1	0.3	0.4	0.5	0.5	0.1	0.2	0.1	0.3	0.1	-0.1	-0.3	-0.1	0.1	0.5	0.6	0.8	0.9	1.0	0.7	0.4	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.4	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.3	
13:00	1.5	1.0	1.0	0.6	0.5	0.3	0.3	0.5	0.6	0.7	0.7	0.3	0.3	0.2	0.5	0.3	0.1	-0.1	0.1	0.2	0.7	0.8	1.0	1.1	1.2	0.9	0.6	0.3	0.4	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.1	0.0	-0.2	-0.2	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.5
13:15	1.5	1.1	1.0	0.6	0.6	0.3	0.3	0.5	0.6	0.7	0.7	0.3	0.4	0.3	0.5	0.3	0.1	-0.1	0.1	0.2	0.7	0.8	1.0	1.1	1.2	0.9	0.6	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.0	-0.2	-0.2	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.5
13:30	1.3	0.9	0.8	0.5	0.4	0.2	0.1	0.3	0.5	0.5	0.6	0.2	0.2	0.1	0.4	0.2	-0.1	-0.2	-0.1	0.1	0.5	0.7	0.9	1.0	1.1	0.8	0.5	0.2	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	-0.1	-0.3	-0.3	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3		
13:45	1.2	0.8	0.7	0.4	0.3	0.0	0.0	0.2	0.3	0.4	0.5	0.1	0.1	0.0	0.3	0.1	-0.2	-0.3	-0.2	0.0	0.4	0.6	0.7	0.8	0.9	0.6	0.4	0.0	0.2	0.2	0.1	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4	-0.4	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	
14:00	1.0	0.6	0.6	0.3	0.2	-0.1	-0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.0	0.0	-0.1	0.2	0.0	-0.3	-0.4	-0.3	-0.1	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	0.5	0.3	-0.1	0.1	0.1	0.0	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.5	-0.5	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	
14:15	0.6	0.3	0.2	-0.1	-0.1	-0.4	-0.4	-0.2	-0.1	0.0	0.0	-0.3	-0.3	-0.4	-0.2	-0.4	-0.6	-0.7	-0.6	-0.4	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.2	-0.1</																								

A caracterização da rodovia rural foi efetuada no local designado por R221, localizado a cerca de 60 metros da estrada nacional EN221 e a da rodovia urbana caracterizada por uma medição no local designado para RC1, localizado a cerca de 5 metros da berma da Avenida Alberto Sampaio - Viseu.

Efetuaram-se medições em contínuo com gravação dos níveis de pressão sonora de 2 em 2 segundos obtendo-se os indicadores de ruído para os dois dias de medição, por período de referência, os valores obtidos são apresentados no Quadro 14. Com base nos dados recolhidos de 2 em 2 segundos foram calculadas médias de 15 min e médias de 3 amostras consecutivas correspondendo a 45 min, como representado na Figura 13 e na Figura 14.

Quadro 14 - Indicadores de ruído calculados para os dois dias de medição, por período de referência, determinados por medição em contínuo dos níveis de pressão sonora nos locais R221 e RC1

Indicador	R221			RC1		
	Dia 1	Dia 2	Total	Dia 1	Dia 2	Total
L_d	51,8	52,7	52,2	65,4	65,6	65,5
L_e	49,8	50,8	50,3	63,2	62,7	62,9
L_n	49,2	46,4	48,0	57,5	57,5	57,5

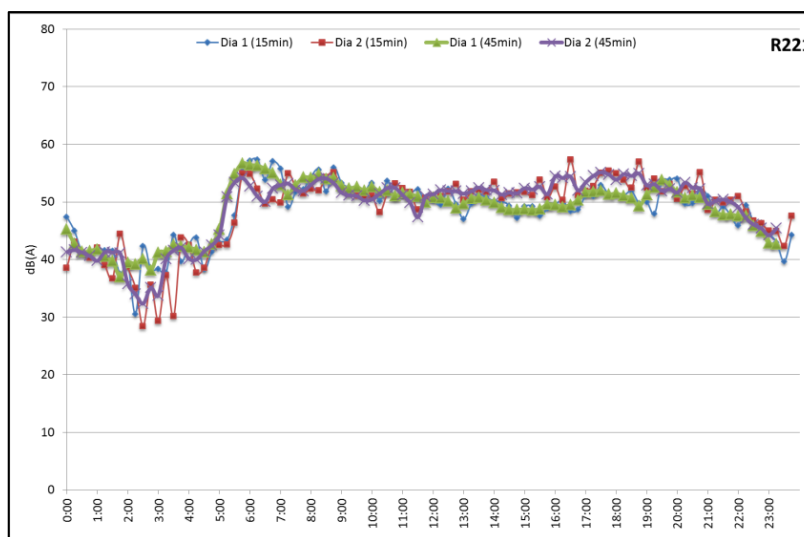


Figura 13 - Níveis de pressão sonora contínuos calculados para intervalos de 15 e 45 min, com início de 15 em 15 min, relativos aos dois dias de medição no local de medição R221

4. Caso de estudo

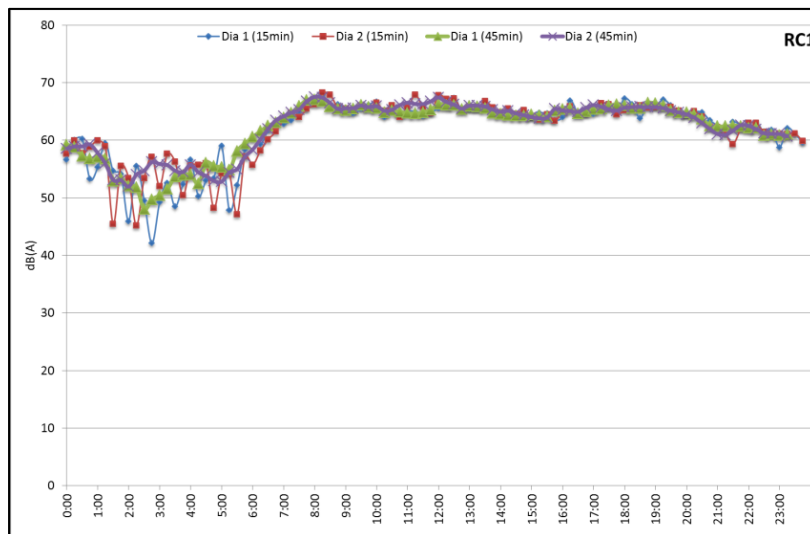


Figura 14 - Níveis de pressão sonora contínuos calculados para intervalos de 15 e 45 min, com início de 15 em 15 min, relativos aos dois dias de medição no local de medição RC1

No Quadro 15 são apresentadas as diferenças entre o valor L_n , obtido por medição em contínuo, em 2 dias e o L_n , obtido pela técnica de amostragem de 45 minutos, 3 amostras de 15 min consecutivas, em 2 dias no local R221 que caracteriza uma rodovia rural com um tráfego noturno muito reduzido. Como se pode observar pelos resultados obtidos as medições por amostragens realizadas antes das 5:00 dão origem a valores de L_n significativamente inferiores, 3 a 13 dB(A), aos obtidos por medição em contínuo no período. Observa-se que as medições realizadas após este horário dão origem a valores de L_n superiores aos obtidos por medição em contínuo no período. Ou seja, a técnica de amostragem, utilizando amostras de 45 minutos em dois dias distintos no período noturno, dificilmente dará origem a um resultado representativo da realidade.

No Quadro 16 são apresentados os resultados para o local RC1 que caracteriza uma via urbana de uma cidade de média dimensão, ou seja, em que se verifica uma diminuição acentuada do tráfego noturno. Verifica-se que existe um padrão semelhante ao observado nas rodovias de elevado tráfego rodoviário caracterizadas no presente estudo. Observa-se que a seleção do horário de amostragem em dois dias distintos e no horário compreendido entre a 1:30 e as 6:00 é desadequado e que o valor de L_n obtido será inferior em cerca de 2 a 5 dB(A) relativamente ao valor obtido no total do período de amostragem. A seleção do horário no início ou no final do período noturno dá origem a valores de L_n superiores em cerca de 2 a 4 dB(A) relativamente ao valor obtido no total do período de amostragem.

4. Caso de estudo

Quadro 15 - Diferenças entre o valor L_n obtido por medição em contínuo em dois dias e o L_n obtido pela técnica de amostragem de 45 minutos em cada dia para o local EN221

	23:00	23:15	23:30	23:45	0:00	0:15	0:30	0:45	1:00	1:15	1:30	1:45	2:00	2:15	2:30	2:45	3:00	3:15	3:30	3:45	4:00	4:15	4:30	4:45	5:00	5:15	5:30	5:45	6:00	6:15	
23:00	4.4	4.5	4.9	4.5	5.0	4.9	5.0	5.2	5.5	5.0	5.0	5.1	6.2	6.4	6.5	6.3	6.4	5.4	4.9	4.7	5.4	5.0	4.6	3.8	-0.7	-2.9	-3.6	-2.3	-0.8		
23:15	3.7	3.7	4.1	3.8	4.2	4.1	4.2	4.4	4.5	4.2	4.2	4.2	5.1	5.3	5.4	5.2	5.3	4.5	4.1	4.0	4.5	4.1	3.8	3.1	-1.0	-3.0	-3.7	-2.5	-1.0		
23:30	3.1	3.1	3.4	3.2	3.5	3.4	3.5	3.7	3.8	3.5	3.5	3.5	4.3	4.4	4.5	4.4	3.8	3.4	3.3	3.7	3.8	3.5	3.2	2.6	-1.2	-3.2	-3.8	-2.6	-1.2		
23:45	2.8	2.8	3.1	2.8	3.2	3.1	3.2	3.3	3.4	3.2	3.2	3.2	3.9	4.0	4.1	3.9	4.0	3.4	3.1	3.0	3.4	3.4	3.1	2.9	2.3	-1.3	-3.2	-3.9	-2.7	-1.3	
0:00	3.8	3.9	4.2	3.9	4.3	4.2	4.3	4.5	4.7	4.3	4.3	4.4	5.3	5.5	5.6	5.4	5.5	4.6	4.2	4.1	4.6	4.6	4.3	3.9	3.3	-0.9	-3.0	-3.7	-2.4	-0.9	
0:15	5.2	5.3	5.8	5.3	5.9	5.8	5.9	6.2	6.5	5.9	5.9	6.0	7.5	7.7	7.9	7.6	7.7	6.4	5.8	5.6	6.4	6.4	5.9	5.4	4.5	-0.5	-2.8	-3.4	-2.1	-0.5	
0:30	5.8	5.9	6.5	6.0	6.7	6.5	6.7	7.0	7.3	6.7	6.7	6.8	8.6	8.9	9.1	8.7	8.9	7.2	6.5	6.3	7.2	7.3	6.6	6.0	5.0	-0.4	-2.7	-3.4	-2.0	-0.4	
0:45	5.8	5.9	6.5	6.0	6.6	6.4	6.6	6.9	7.3	6.6	6.6	6.7	8.5	8.8	9.0	8.6	8.9	7.2	6.5	6.2	7.1	7.2	6.5	6.0	4.9	-0.4	-2.7	-3.4	-2.0	-0.4	
1:00	5.7	5.8	6.4	5.8	6.5	6.3	6.5	6.8	7.1	6.5	6.5	6.6	8.3	8.6	8.8	8.4	8.6	7.0	6.4	6.1	7.0	7.1	6.4	5.9	4.9	-0.4	-2.7	-3.4	-2.1	-0.4	
1:15	6.1	6.2	6.9	6.3	7.1	6.9	7.1	7.4	7.8	7.1	7.1	7.2	9.2	9.6	9.8	9.4	9.6	7.7	6.9	6.6	7.6	7.7	7.0	6.4	5.2	-0.3	-2.6	-3.3	-2.0	-0.3	
1:30	6.5	6.5	7.3	6.6	7.4	7.2	7.5	7.8	8.3	7.4	7.5	7.6	9.8	10.3	10.6	10.0	10.3	8.1	7.3	7.0	8.1	8.1	7.3	6.7	5.5	-0.2	-2.6	-3.3	-1.9	-0.2	
1:45	7.2	7.3	8.1	7.4	8.3	8.1	8.4	8.8	9.4	8.4	8.4	8.5	11.6	12.3	12.7	11.8	12.3	9.2	8.1	7.8	9.2	9.3	8.2	7.5	6.0	-0.1	-2.5	-3.2	-1.8	-0.1	
2:00	6.5	6.6	7.4	6.7	7.5	7.3	7.6	7.9	8.4	7.5	7.6	7.7	10.0	10.5	10.8	10.2	10.5	8.2	7.4	7.1	8.2	8.3	7.5	6.8	5.6	-0.2	-2.6	-3.3	-1.9	-0.2	
2:15	6.6	6.7	7.4	6.8	7.6	7.4	7.7	8.0	8.5	7.6	7.7	7.8	10.2	10.7	11.0	10.4	10.7	8.3	7.5	7.2	8.3	8.4	7.5	6.9	5.6	-0.2	-2.6	-3.3	-1.9	-0.2	
2:30	6.3	6.4	7.1	6.5	7.3	7.1	7.3	7.6	8.1	7.3	7.3	7.4	9.5	10.0	10.2	9.7	10.0	7.9	7.1	6.8	7.9	8.0	7.2	6.6	5.4	-0.3	-2.6	-3.3	-2.0	-0.3	
2:45	6.9	7.0	7.8	7.1	8.0	7.8	8.1	8.5	9.0	8.0	8.0	8.2	10.9	11.5	11.9	11.1	11.5	8.8	7.8	7.5	8.8	8.8	7.9	7.2	5.8	-0.1	-2.5	-3.2	-1.9	-0.1	
3:00	5.9	6.0	6.6	6.1	6.8	6.6	6.8	7.1	7.5	6.8	6.8	6.9	8.7	9.1	9.3	8.9	9.1	7.3	6.6	6.4	7.3	7.4	6.7	6.1	5.0	-0.3	-2.6	-3.4	-2.0	-0.3	
3:15	5.8	5.9	6.5	6.0	6.6	6.5	6.7	7.0	7.3	6.6	6.7	6.7	8.5	8.9	9.1	8.7	8.9	7.2	6.5	6.3	7.2	7.2	6.6	6.0	5.0	-0.4	-2.7	-3.4	-2.0	-0.4	
3:30	5.3	5.4	5.9	5.4	6.0	5.9	6.1	6.3	6.6	6.0	6.1	6.1	7.6	7.9	8.1	7.7	7.9	6.5	5.9	5.7	6.5	6.5	6.0	5.5	4.5	-0.5	-2.7	-3.4	-2.1	-0.5	
3:45	5.4	5.5	6.0	5.6	6.2	6.0	6.2	6.5	6.8	6.2	6.2	6.3	7.8	8.1	8.3	7.9	8.1	6.7	6.0	5.8	6.6	6.7	6.1	5.6	4.6	-0.5	-2.7	-3.4	-2.1	-0.5	
4:00	5.5	5.6	6.1	5.7	6.3	6.1	6.3	6.6	6.9	6.3	6.3	6.4	8.0	8.3	8.5	8.1	8.3	6.8	6.1	5.9	6.8	6.8	6.2	5.7	4.7	-0.4	-2.7	-3.4	-2.1	-0.4	
4:15	5.7	5.8	6.4	5.9	6.5	6.3	6.5	6.8	7.2	6.5	6.5	6.6	8.3	8.6	8.9	8.5	8.7	7.1	6.4	6.1	7.0	7.1	6.4	5.9	4.9	-0.4	-2.7	-3.4	-2.1	-0.4	
4:30	5.9	6.0	6.6	6.0	6.7	6.5	6.8	7.0	7.4	6.7	6.7	6.8	8.7	9.0	9.2	8.8	9.0	7.3	6.6	6.3	7.3	7.3	6.6	6.1	5.0	-0.4	-2.7	-3.4	-2.0	-0.4	
4:45	5.3	5.3	5.8	5.4	6.0	5.8	6.0	6.2	6.5	6.0	6.0	6.1	7.5	7.8	8.0	7.6	7.8	6.4	5.9	5.6	6.4	6.5	5.9	5.4	4.5	-0.5	-2.7	-3.4	-2.1	-0.5	
5:00	3.8	3.9	4.2	3.9	4.3	4.2	4.3	4.5	4.7	4.3	4.3	4.4	5.3	5.5	5.6	5.4	5.5	4.6	4.2	4.1	4.6	4.6	4.3	3.9	3.3	-0.9	-3.0	-3.7	-2.4	-0.9	
5:15	-1.1	-1.0	-0.9	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.8	-0.7	-0.9	-0.9	-0.8	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.5	-0.8	-0.9	-0.9	-0.8	-0.8	-0.9	-1.0	-1.2	-3.2	-4.5	-5.0	-4.2	-3.2	
5:30	-4.1	-4.1	-4.0	-4.1	-4.0	-4.1	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-3.9	-3.9	-3.9	-3.9	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.1	-4.2	-5.3	-6.2	-6.5	-5.9	-5.3	
5:45	-5.9	-5.9	-5.8	-5.8	-5.8	-5.8	-5.8	-5.8	-5.8	-5.8	-5.8	-5.8	-5.7	-5.7	-5.7	-5.7	-5.8	-5.8	-5.8	-5.8	-5.8	-5.8	-5.8	-5.8	-5.9	-6.7	-7.4	-7.6	-7.2	-6.7	
6:00	-5.6	-5.5	-5.5	-5.5	-5.5	-5.5	-5.5	-5.5	-5.5	-5.5	-5.5	-5.5	-5.4	-5.4	-5.4	-5.4	-5.4	-5.5	-5.5	-5.5	-5.5	-5.5	-5.5	-5.5	-5.5	-5.6	-6.5	-7.1	-7.4	-6.9	-6.5
6:15	-5.5	-5.5	-5.5	-5.5	-5.4	-5.5	-5.4	-5.4	-5.4	-5.4	-5.4	-5.4	-5.4	-5.3	-5.3	-5.3	-5.3	-5.4	-5.5	-5.5	-5.4	-5.4	-5.5	-5.5	-5.6	-6.4	-7.1	-7.4	-6.9	-6.4	

Quadro 16 - Diferenças entre o valor L_n obtido por medição em contínuo em dois dias e o L_n obtido pela técnica de amostragem de 45 minutos em cada dia para o local RC1

	23:00	23:15	23:30	23:45	0:00	0:15	0:30	0:45	1:00	1:15	1:30	1:45	2:00	2:15	2:30	2:45	3:00	3:15	3:30	3:45	4:00	4:15	4:30	4:45	5:00	5:15	5:30	5:45	6:00	6:15
23:00	-3.5	-3.5	-2.9	-2.7	-2.5	-2.6	-2.6	-2.8	-2.2	-1.7	-1.2	-1.2	-1.1	-1.4	-1.5	-1.8	-1.7	-1.7	-1.5	-1.4	-1.7	-1.4	-1.3	-1.2	-1.2	-1.4	-1.5	-2.0	-2.4	-3.1
23:15	-3.3	-3.4	-2.7	-2.5	-2.3	-2.4	-2.4	-2.5	-2.0	-1.4	-0.9	-0.9	-0.7	-1.0	-1.2	-1.5	-1.4	-1.4	-1.2	-1.1	-1.4	-1.1	-1.0	-0.9	0.8	-1.1	-1.2	-1.8	-2.2	-2.9
23:30	-2.7	-2.8	-2.1	-1.9	-1.6	-1.7	-1.8	-1.9	-1.3	-0.6	0.1	0.1	0.3	-0.1	-0.3	-0.7	-0.6	-0.5	-0.3	-0.2	-0.6	-0.2	-0.1	0.1	0.1	-0.2	-0.4	-1.0	-1.5	-2.4
23:45	-2.5	-2.7	-1.9	-1.6	-1.3	-1.5	-1.5	-1.7	-1.0	-0.3	0.5	0.5	0.7	0.3	0.1	-0.4	-0.3	-0.2	0.1	0.1	-0.2	0.2	0.3	0.5	0.5	0.2	0.0	-0.7	-1.2	-2.1
0:00	-2.6	-2.7	-1.9	-1.7	-1.4	-1.6	-1.6	-1.7	-1.1	-0.4	0.3	0.3	0.5	0.1	0.0	-0.5	-0.4	-0.3	0.0	0.0	-0.3	0.0	0.2	0.4	0.0	-0.1	-0.8	-1.3	-2.2	
0:15	-2.4	-2.5	-1.7	-1.5	-1.2	-1.3	-1.4	-1.5	-0.8	-0.1	0.7	0.7	0.9	0.5	0.3	-0.2	-0.1	0.0	0.3	0.4	0.0	0.4	0.5	0.7	0.7	0.4	0.2	-0.5	-1.1	-2.0
0:30	-1.9	-2.0	-1.1	-0.8	-0.5	-0.7	-0.7	-0.9	0.0	0.8	1.8	1.8	2.1	1.5	1.3	0.7	0.9	0.9	1.3	1.4	0.9	1.4	1.6	1.9	1.9	1.4	1.2	0.3	-0.4	-1.4
0:45	-1.8	-1.9	-1.0	-0.6	-0.3	-0.5	-0.5	-0.7	0.2	1.1	2.2	2.2	2.5	1.9	1.6	1.0	1.1	1.2	1.6	1.7	1.2	1.7	1.9	2.2	2.2	1.7	1.5	0.5	-0.2	-1.3
1:00	-1.8	-2.0	-1.0	-0.7	-0.4	-0.6	-0.6	-0.8	0.1	1.0	2.0	2.0	2.3	1.7	1.5	0.9	1.0	1.1	1.5	1.6	1.1	1.6	1.8	2.0	2.1	1.6	1.4	0.4	-0.3	-1.4
1:15	-1.8	-1.9	-1.0	-0.6	-0.3	-0.5	-0.5	-0.7	0.2	1.1	2.2	2.2	2.5	1.9	1.6	1.0	1.1	1.2	1.6	1.7	1.2	1.7	1.9	2.2	2.2	1.7	1.5	0.5	-0.2	-1.3
1:30	-1.0	-1.1	0.0	0.4	0.9	0.6	0.6	0.3	1.5	2.8	4.5	4.5	5.0	4.0	3.6	2.6	2.9	3.0	3.6	3.7	3.0	3.8	4.1	4.6	4.6	3.8	3.4	2.0	1.1	-0.4
1:45	-1.0	-1.2	-0.1	0.3	0.8	0.5	0.5	0.3	1.4	2.7	4.3	4.3	4.8	3.8	3.4	2.5	2.7	2.8	3.4	3.5	2.8	3.6	3.9	4.3	4.4	3.6	3.3	1.9	0.9	-0.5
2:00	-0.9	-1.0	0.2	0.6	1.1	0.8	0.8	0.5	1.7	3.1	4.9	4.9	5.5	4.3	3.9	2.9	3.1	3.3	3.9	4.1	3.2	4.1	4.5	5.0	5.1	4.1	3.7	2.2	1.2	-0.3
2:15	-0.8	-1.0	0.2	0.6	1.1	0.8	0.8	0.5	1.7	3.2	5.0	5.0	5.6	4.4	4.0	3.0	3.2	3.3	4.0	4.2	3.3	4.2	4.6	5.1	5.1	4.2	3.8	2.3	1.3	-0.2
2:30	-0.5	-0.7	0.6	1.0	1.6	1.3	1.2	0.9	2.3	3.9	6.3	6.3	7.1	5.5	5.0	3.7	4.0	4.2	5.0	5.2	4.1	5.2	5.7	6.4	6.5	5.2	4.7	2.9	1.8	0.1
2:45	-0.6	-0.8																												

4. Caso de estudo

comparativamente com o valor de L_e medido durante todo o período de referência, (ver Quadro 17 e Quadro 18).

Quadro 17 - Diferenças entre o valor L_e obtido por medição em contínuo em dois dias e o L_e obtido pela técnica de amostragem de 45 minutos em cada dia para o local EN221

	20:00	20:15	20:30	20:45	21:00	21:15	21:30	21:45	22:00	22:15
20:00	-1,3	-0,9	-1,1	-0,9	-0,4	0,0	0,2	0,2	0,3	0,2
20:15	-2,3	-1,9	-2,1	-1,9	-1,5	-1,2	-1,1	-1,1	-1,0	-1,1
20:30	-1,8	-1,4	-1,5	-1,4	-1,0	-0,6	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
20:45	-1,7	-1,2	-1,4	-1,3	-0,8	-0,4	-0,2	-0,3	-0,2	-0,2
21:00	-0,5	0,1	-0,1	0,1	0,7	1,3	1,5	1,5	1,6	1,5
21:15	-0,7	-0,2	-0,4	-0,2	0,4	1,0	1,2	1,1	1,3	1,2
21:30	-0,8	-0,3	-0,5	-0,3	0,3	0,8	1,0	1,0	1,1	1,1
21:45	-0,6	-0,1	-0,3	-0,1	0,5	1,1	1,3	1,2	1,4	1,3
22:00	-0,2	0,3	0,1	0,3	1,0	1,6	1,9	1,8	2,0	1,9
22:15	0,3	1,0	0,7	1,0	1,8	2,5	2,8	2,8	2,9	2,9

Quadro 18 - Diferenças entre o valor L_e obtido por medição em contínuo em dois dias e o L_e obtido pela técnica de amostragem de 45 minutos em cada dia para o local RC1

	20:00	20:15	20:30	20:45	21:00	21:15	21:30	21:45	22:00	22:15
20:00	-1,8	-1,6	-1,2	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,6	-0,6
20:15	-1,5	-1,3	-0,9	-0,4	-0,3	-0,3	-0,4	-0,3	-0,2	-0,2
20:30	-1,1	-0,9	-0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
20:45	-0,7	-0,5	0,0	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,9	0,9
21:00	-0,4	-0,2	0,3	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,3	1,3
21:15	-0,4	-0,1	0,4	1,1	1,2	1,2	1,1	1,1	1,3	1,3
21:30	-0,6	-0,4	0,1	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	1,0	1,0
21:45	-1,0	-0,7	-0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5	0,5
22:00	-0,9	-0,7	-0,2	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,6	0,6
22:15	-0,7	-0,5	0,0	0,7	0,8	0,8	0,7	0,7	0,9	0,9

No Quadro 19 e no Quadro 20 são apresentados os resultados obtidos para o período diurno para os locais R221 e RC1. Verifica-se que, para a rodovia rural, devido a variação mais acentuada do tráfego nas horas de ponta, identifica-se que as medições nestes horários (próximo das 8:00 e das 18:00) dão origem a valores de L_d superiores aos obtidos por medição em contínuo em cerca de 2 dB(A). Por outro lado as amostras recolhidos no horário de menor tráfego (14:00 às 16:00) dão origem a valores de L_d inferiores aos obtidos por medição em contínuo em cerca de 3 dB(A).

Na rodovia urbana os níveis de ruído são pouco variáveis ao longo do dia, embora também se identifique uma diferença nos níveis de pressão sonora entre as amostras recolhidos no horário das horas de ponta (início da manhã, hora de almoço e final de tarde) e as amostras recolhidas no horário do meio da tarde.

4. Caso de estudo

Quadro 19 - Diferenças entre o valor L_d obtido por medição em contínuo em dois dias e o L_d obtido pela técnica de amostragem de 45 minutos em cada dia para o local R221

7:00	-0,7	-0,9	-0,4	-0,3	-0,8	-1,3	-1,3	-0,9	-0,2	0,0	0,1	0,4	0,3	-0,1	-0,5	-0,5	0,0	0,5	0,2	0,6	0,2	0,3	0,5	0,9	0,7	0,3	0,3	0,4	0,6	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0	0,9	0,7	0,7	0,8	0,7	0,4	-0,1	-0,2	-0,2	0,1	0,0	0,2	0,3	0,8	0,1	-0,5	
7:15	0,1	-0,1	0,5	0,6	0,0	-0,6	-0,6	-0,1	0,8	1,0	1,1	1,5	1,4	0,9	0,4	0,4	1,0	1,7	0,0	0,4	0,1	0,1	0,3	0,7	0,5	0,1	0,1	0,2	0,4	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,6	0,5	0,2	-0,3	-0,3	-0,4	-0,1	-0,2	0,0	0,1	0,5	-0,1	-0,7	
7:30	-0,7	-0,8	-0,3	-0,2	-0,7	-1,3	-1,3	-0,9	-0,1	0,1	0,1	0,4	0,4	0,0	-0,4	-0,5	0,1	0,6	0,7	1,1	0,7	0,8	1,0	1,4	1,2	0,8	0,7	0,9	1,1	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,2	1,2	1,4	1,2	0,9	0,3	0,3	0,2	0,5	0,4	0,6	0,8	1,3	0,5	-0,1	
7:45	-1,4	-1,5	-1,1	-1,0	-1,5	-1,9	-1,9	-1,6	-0,9	-0,8	-0,7	-0,5	-0,6	-0,9	-1,2	-1,2	-0,8	-0,4	0,8	1,2	0,8	0,9	1,1	1,5	1,3	0,9	0,9	1,0	1,2	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7	1,6	1,3	1,4	1,5	1,3	1,0	0,4	0,4	0,3	0,6	0,5	0,7	0,9	1,4	0,6	0,0	
8:00	-1,4	-1,5	-1,1	-1,0	-1,4	-1,9	-1,9	-1,5	-0,9	-0,7	-0,7	-0,4	-0,5	-0,8	-1,2	-1,2	-0,7	-0,3	0,1	0,5	0,2	0,3	0,4	0,8	0,6	0,3	0,2	0,4	0,5	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,6	0,7	0,8	0,6	0,4	-0,2	-0,2	-0,3	0,0	-0,1	0,1	0,3	0,7	0,0	-0,5	
8:15	-1,7	-1,9	-1,4	-1,4	-1,8	-2,2	-2,2	-1,9	-1,3	-1,1	-1,1	-0,9	-0,9	-1,2	-1,5	-1,6	-1,1	-0,8	-0,5	-0,2	-0,5	-0,4	-0,2	0,1	-0,1	-0,4	-0,4	-0,3	-0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-0,1	-0,1	0,0	-0,1	-0,3	-0,8	-0,8	-0,9	-0,6	-0,7	-0,5	-0,4	0,0	-0,6	-1,1	
8:30	-1,3	-1,4	-1,0	-0,9	-1,3	-1,8	-1,8	-1,4	-0,8	-0,6	-0,6	-0,3	-0,4	-0,7	-1,1	-1,1	-0,6	-0,2	-0,5	-0,2	-0,5	-0,5	-0,3	0,0	-0,2	-0,4	-0,5	-0,4	-0,2	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-0,1	-0,1	0,0	-0,1	-0,4	-0,8	-0,9	-0,7	-0,7	-0,6	-0,5	-0,1	-0,6	-1,1		
8:45	-1,4	-1,5	-1,1	-1,0	-1,4	-1,9	-1,9	-1,5	-0,9	-0,7	-0,7	-0,4	-0,5	-0,8	-1,2	-1,2	-0,7	-0,3	0,0	0,3	0,0	0,1	0,3	0,6	0,4	0,1	0,1	0,2	0,4	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,4	0,5	0,6	0,5	0,2	-0,3	-0,4	-0,4	-0,1	-0,2	0,0	0,1	0,5	-0,1	-0,7		
9:00	-0,6	-0,8	-0,2	-0,2	-0,7	-1,2	-1,3	-0,8	0,0	0,2	0,2	0,5	0,4	0,1	-0,4	-0,4	0,2	0,7	0,9	1,4	1,0	1,1	1,3	1,7	1,5	1,1	1,0	1,2	1,4	1,7	1,8	1,8	1,8	1,9	1,8	1,5	1,5	1,7	1,5	1,2	0,5	0,5	0,4	0,8	0,7	0,9	1,1	1,6	0,8	0,1	
9:15	-0,4	-0,6	0,0	0,1	-0,4	-1,0	-1,1	-0,6	0,2	0,4	0,5	0,8	0,7	0,3	-0,1	-0,2	0,4	1,0	1,2	1,6	1,2	1,3	1,5	2,0	1,8	1,3	1,3	1,5	1,7	2,0	2,1	2,2	2,1	2,2	2,1	1,8	1,8	2,0	1,8	1,5	0,8	0,7	0,7	1,0	0,9	1,1	1,3	1,9	1,0	0,3	
9:30	-0,5	-0,7	-0,1	-0,1	-0,6	-1,1	-1,2	-0,7	0,1	0,3	0,3	0,6	0,6	0,2	-0,3	-0,3	0,3	0,8	1,2	1,7	1,3	1,4	1,6	2,1	1,8	1,4	1,3	1,5	1,7	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	1,8	1,9	2,0	1,9	1,5	0,8	0,8	0,7	1,1	1,0	1,2	1,4	2,0	1,1	0,4	
9:45	-0,2	-0,4	-0,2	0,3	-0,3	-0,9	-0,9	-0,4	0,4	0,6	0,7	1,0	0,9	0,5	0,0	0,0	0,6	1,2	1,6	2,1	1,7	1,8	2,0	2,6	2,3	1,8	1,7	1,9	2,2	2,5	2,7	2,7	2,7	2,6	2,3	2,3	2,5	2,3	1,9	1,2	1,1	1,0	1,4	1,3	1,6	1,8	2,4	1,5	0,7		
10:00	-0,5	-0,7	-0,1	0,0	-0,6	-1,1	-1,2	-0,7	0,1	0,3	0,3	0,6	0,6	0,2	-0,3	-0,3	0,3	0,8	1,5	2,0	1,6	1,7	1,9	2,5	2,2	1,7	1,6	1,8	2,0	2,4	2,6	2,6	2,5	2,6	2,5	2,2	2,2	2,4	2,2	1,8	1,1	1,0	1,0	1,3	1,2	1,5	1,7	2,3	1,4	0,6	
10:15	-0,1	-0,3	0,3	0,4	-0,2	-0,8	-0,8	-0,3	0,5	0,8	0,8	1,2	1,1	0,6	0,1	0,1	0,8	1,3	1,0	1,5	1,1	1,2	1,4	1,9	1,6	1,2	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,0	1,9	2,0	1,9	1,6	1,7	1,8	1,6	1,3	0,6	0,6	0,5	0,9	0,8	1,0	1,2	1,7	0,9	0,2	
10:30	-0,2	-0,4	0,2	0,3	-0,3	-0,9	-0,9	-0,4	0,4	0,6	0,7	1,0	0,9	0,5	0,0	0,0	0,6	1,2	0,5	0,9	0,5	0,6	0,8	1,2	1,0	0,6	0,6	0,7	0,9	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,0	1,1	1,2	1,0	0,7	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,5	0,6	1,1	0,4	-0,2	
10:45	0,1	0,0	0,6	0,7	0,1	-0,5	-0,6	-0,1	0,9	1,1	1,2	1,5	1,4	1,0	0,4	0,4	1,1	1,7	0,5	0,9	0,5	0,6	0,8	1,2	1,0	0,6	0,5	0,7	0,9	1,2	1,3	1,3	1,2	1,3	1,2	1,0	1,0	1,1	1,0	0,7	0,1	0,1	0,0	0,3	0,2	0,4	0,6	1,1	0,3	-0,3	
11:00	-0,1	-0,2	0,4	0,5	-0,1	-0,7	-0,8	-0,3	0,6	0,8	0,9	1,2	1,2	0,7	0,2	0,2	0,8	1,4	1,2	1,6	1,2	1,3	1,5	2,0	1,8	1,3	1,3	1,5	1,7	2,0	2,1	2,2	2,1	2,2	2,1	1,8	1,8	2,0	1,8	1,5	0,8	0,7	0,7	1,0	0,9	1,1	1,3	1,9	1,0	0,3	
11:15	0,1	-0,1	0,5	0,6	0,0	-0,6	-0,7	-0,1	0,8	1,0	1,1	1,4	1,3	0,9	0,3	0,3	1,0	1,6	1,8	2,3	1,9	2,0	2,2	2,8	2,5	2,0	1,9	2,1	2,4	2,8	2,9	2,9	2,9	3,0	2,9	2,5	2,6	2,7	2,5	2,1	1,3	1,3	1,2	1,6	1,5	1,8	2,0	2,6	1,6	0,8	
11:30	0,2	0,0	0,7	0,8	0,1	-0,5	-0,5	0,0	0,9	1,2	1,2	1,6	1,5	1,0	0,5	0,5	1,2	1,8	1,0	1,6	1,8	1,3	1,4	1,7	2,2	1,9	1,5	1,4	1,6	1,8	2,1	2,3	2,3	2,3	2,3	2,2	1,9	2,0	2,1	1,9	1,6	0,9	0,8	0,8	1,1	1,0	1,3	1,4	2,0	1,1	0,4
11:45	0,2	0,0	0,7	0,8	0,1	-0,5	-0,5	0,0	0,9	1,2	1,2	1,6	1,5	1,0	0,5	0,5	1,2	1,8	1,3	1,4	1,7	2,2	1,9	1,5	1,4	1,6	1,8	2,1	2,3	2,3	2,3	2,3	2,2	1,9	2,0	2,1	1,9	1,6	0,9	0,8	0,8	1,1	1,0	1,3	1,4	2,0	1,1	0,4			
12:00	0,1	-0,1	0,5	0,6	0,0	-0,6	-0,7	-0,2	0,8	1,0	1,0	1,4	1,3	0,9	0,3	0,3	1,0	1,6	1,1	1,5	1,1	1,2	1,5	1,9	1,7	1,3	1,2	1,4	1,6	1,9	2,0	2,0	2,0	2,0	2,1	2,0	1,7	1,7	1,9	1,7	1,4	0,7	0,7	0,6	0,9	0,8	1,1	1,2	1,8	1,0	0,3
12:15	-0,3	-0,4	0,2	0,2	-0,3	-0,9	-0,9	-0,4	0,4	0,6	0,7	1,0	0,9	0,5	0,0	0,0	0,6	1,2	0,7	1,1	0,8	0,8	1,0	1,5	1,2	0,9	0,8	1,0	1,1	1,4	1,6	1,6	1,5	1,6	1,5	1,2	1,3	1,4	1,3	1,0	0,3	0,3	0,2	0,5	0,5	0,7	0,8	1,3	0,6	-0,1	
12:30	-0,2	-0,4	0,2	0,3	-0,2	-0,8	-0,9	-0,4	0,5	0,7	0,8	1,1	1,0	0,6	0,1	0,1	0,7	1,3	0,8	1,2	0,8	0,9	1,1	1,6	1,3	0,9	0,9	1,0	1,2	1,5	1,7	1,7	1,6	1,7	1,6	1,3	1,4	1,5	1,4	1,0	0,4	0,4	0,3	0,6	0,5	0,8	0,9	1,4	0,7	0,0	
12:45	-0,2	-0,3	0,2	0,3	-0,2	-0,8	-0,9	-0,4	0,5	0,7	0,8	1,1	1,0	0,6	0,1	0,1	0,7	1,3	0,8	1,2	0,9	0,9	1,1	1,6	1,3	1,0	0,9	1,1	1,3	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,4	1,4	1,5	1,4	1,1	0,4	0,4	0,3	0,6	0,6	0,8	0,9	1,5	0,7	0,0	
13:00	0,0	-0,2	0,4	0,5	-0,1	-0,7	-0,7	-0,2	0,7	0,9	1,0	1,3	1,2	0,8	0,3	0,2	0,9	1,5	1,0	1,5	1,1	1,2	1,4	1,9	1,6	1,2	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,0	1,9	2,0	1,9	1,6	1,7	1,8	1,6	1,3	0,6	0,6	0,5	0,9	0,8	1,0	1,2	1,7	0,9	0,2	
13:15	-0,2	-0,3	0,2	0,3	-0,2	-0,8	-0,9	-0,4	0,5	0,7	0,8	1,1	1,0	0,6	0,1	0,1	0,7	1,3	0,8	1,2	0,9	0,9	1,1	1,6	1,3	1,0	0,9	1,1	1,3	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,4	1,4	1,5	1,4	1,1	0,4	0,4	0,3	0,6	0,6	0,8	0,9	1,5	0,7	0,0
13:30	-0,5	-0,6	-0,1	0,0	-0,5	-1,1	-1,1	-0,6	0,2	0,4	0,4	0,7	0,6	0,2	-0,2	-0,2	0,4	0,9	0,5	0,8	0,5	0,6	0,8	1,2	0,9	0,6	0,5	0,7	0,9	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,2	1,0	1,0	1,1	1,0	0,7	0,1	0,1	0,0	0,3	0,2	0,4	0,6	1,0	0,3	-0,3	
13:45	-0,3	-0,4	0,1	0,2	-0,3	-0,9	-1,0	-0,5	0,4	0,6	0,6	1,0	0,9	0,5	0,0	0,0	0,6	1,1	0,7	1,1	0,7	0,8	1,0	1,4	1,2	0,8	0,8	0,9	1,1	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,2	1,3	1,4	1,2	0,9	0,3	0,3	0,2	0,5	0,4	0,6	0,8	1,3	0,6	-0,1	
14:00	-0,2	-0,4	0,2	0,3	-0,3	-0,9	-0,9	-0,4	0,4	0,6	0,7	1,0	0,9	0,5	0,0	0,0	0,6	1,2	0,7	1,1	0,8	0,8	1,1	1,5	1,2	0,9	0,8	1,0	1,2	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5	1,3	1,3	1,4	1,3	1,0	0,4	0,3	0,3	0,6	0,5	0,7	0,8	1,4	0,6	-0,1
14:15	0,1	-0,1	0,5	0,6	0,0	-0,6	-0,7	-0,1	0,8	1,0	1,1	1,4	1,3	0,9	0,4	0,3	1,0	1,6	1,1	1,6	1,2	1,3</																													

4. Caso de estudo

Quadro 20 - Diferenças entre o valor L_d obtido por medição em contínuo em dois dias e o L_d obtido pela técnica de amostragem de 45 minutos em cada dia para o local RC1

	7:00	7:15	7:30	7:45	8:00	8:15	8:30	8:45	9:00	9:15	9:30	9:45	10:00	10:15	10:30	10:45	11:00	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	13:15	13:30	13:45	14:00	14:15	14:30	14:45	15:00	15:15	15:30	15:45	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45	19:00	19:15	
7:00	1.5	1.2	0.9	0.0	-0.5	-0.4	0.2	0.8	0.8	0.7	0.5	0.6	0.5	1.0	0.9	0.4	0.2	0.3	0.3	0.0	-0.4	0.1	0.4	0.8	0.5	0.5	0.6	0.9	1.1	1.0	1.3	1.4	1.6	1.7	1.6	0.8	1.0	1.1	1.1	1.1	0.7	0.4	0.6	0.9	1.0	0.7	0.6	0.6	0.7	0.6	0.8
7:15	1.1	0.8	0.5	-0.3	-0.8	-0.7	-0.1	0.5	0.4	0.4	0.1	0.3	0.2	0.6	0.5	0.1	-0.2	0.0	0.0	-0.3	-0.7	-0.3	0.0	0.4	0.1	0.1	0.2	0.5	0.7	0.6	0.9	1.0	1.2	1.3	1.2	0.4	0.6	0.7	0.7	0.7	0.4	0.1	0.3	0.5	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4
7:30	0.4	0.1	-0.1	-0.8	-1.3	-1.2	-0.7	-0.1	-0.2	-0.2	-0.4	-0.3	-0.4	0.0	-0.1	-0.5	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-1.2	-0.8	-0.5	-0.2	-0.4	-0.4	-0.3	-0.1	0.1	0.0	0.2	0.3	0.5	0.5	0.5	-0.2	0.0	0.0	0.1	-0.2	-0.5	-0.3	-0.1	0.0	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	
7:45	-0.2	-0.5	-0.7	-1.3	-1.7	-1.6	-1.2	-0.7	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.9	-0.6	-0.7	-1.0	-1.2	-1.1	-1.1	-1.3	-1.6	-1.3	-1.0	-0.7	-1.0	-1.0	-0.9	-0.7	-0.5	-0.6	-0.4	-0.3	-0.2	-0.1	-0.2	-0.7	-0.6	-0.6	-0.5	-0.8	-1.0	-0.9	-0.7	-0.6	-0.8	-0.9	-0.9	-0.8	-0.8	-0.8	
8:00	-0.3	-0.5	-0.7	-1.4	-1.7	-1.7	-1.2	-0.8	-0.8	-0.8	-1.0	-0.9	-1.0	-0.6	-0.7	-1.1	-1.2	-1.1	-1.1	-1.4	-1.7	-1.3	-1.1	-0.8	-1.0	-1.0	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.5	-0.4	-0.2	-0.2	-0.2	-0.8	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-1.1	-0.9	-0.7	-0.6	-0.8	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.8	
8:15	-0.1	-0.3	-0.6	-1.2	-1.6	-1.5	-1.1	-0.6	-0.7	-0.7	-0.9	-0.7	-0.8	-0.5	-0.6	-0.9	-1.1	-1.0	-1.0	-1.2	-1.6	-1.2	-0.9	-0.6	-0.9	-0.9	-0.8	-0.6	-0.4	-0.5	-0.3	-0.2	-0.1	0.0	-0.6	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4	-0.7	-0.9	-0.8	-0.6	-0.5	-0.7	-0.8	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	
8:30	0.5	0.2	-0.1	-0.8	-1.2	-1.1	-0.6	0.1	-0.2	-0.2	-0.4	-0.3	-0.3	0.0	0.0	-0.4	-0.7	-0.5	-0.5	-0.8	-1.2	-0.7	-0.5	-0.1	-0.4	-0.4	-0.3	-0.1	0.1	0.1	0.2	0.4	0.5	0.6	0.5	-0.1	0.0	0.1	0.1	-0.2	-0.4	-0.3	-0.1	0.0	-0.2	-0.3	-0.2	-0.3	-0.2		
8:45	0.7	0.4	0.1	-0.6	-1.1	-1.0	-0.5	0.1	0.0	0.0	-0.2	-0.1	-0.2	0.2	0.2	-0.3	-0.5	-0.4	-0.4	-0.6	-1.0	-0.6	-0.3	0.1	-0.2	-0.2	-0.1	0.1	0.3	0.2	0.5	0.6	0.7	0.8	0.8	0.1	0.2	0.3	0.3	0.0	-0.3	-0.1	0.1	0.2	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	0.0		
9:00	0.8	0.5	0.3	-0.5	-1.0	-0.9	-0.3	0.2	0.2	0.1	-0.1	0.1	0.0	0.4	0.3	-0.1	-0.4	-0.2	-0.2	-0.5	-0.9	-0.5	-0.2	0.2	-0.1	-0.1	0.0	0.3	0.5	0.4	0.6	0.7	0.9	1.0	0.9	0.2	0.4	0.4	0.5	0.1	-0.1	0.0	0.3	0.4	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	
9:15	0.7	0.4	0.2	-0.6	-1.1	-1.0	-0.4	0.1	0.1	0.0	-0.2	-0.1	-0.1	0.3	0.2	-0.2	-0.5	-0.3	-0.3	-0.6	-1.0	-0.5	-0.3	0.1	-0.2	-0.2	-0.1	0.2	0.3	0.3	0.5	0.6	0.8	0.8	0.8	0.1	0.2	0.3	0.4	0.0	-0.2	-0.1	0.1	0.3	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0		
9:30	0.3	0.0	-0.2	-0.9	-1.3	-1.3	-0.8	-0.2	-0.3	-0.3	-0.5	-0.4	-0.5	-0.1	-0.2	-0.6	-0.8	-0.7	-0.7	-0.9	-1.3	-0.9	-0.6	-0.3	-0.5	-0.5	-0.4	-0.2	0.0	-0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	-0.2	-0.1	-0.1	0.0	-0.3	-0.6	-0.4	-0.2	-0.1	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3		
9:45	0.5	0.3	0.0	-0.7	-1.2	-1.1	-0.6	0.0	-0.1	-0.1	-0.3	-0.2	-0.3	0.1	0.0	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	-0.7	-1.1	-0.7	-0.4	-0.1	-0.3	-0.3	-0.2	0.0	0.2	0.1	0.3	0.4	0.6	0.7	0.6	0.0	0.1	0.1	0.2	-0.1	-0.4	-0.2	0.0	0.1	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2		
10:00	0.6	0.3	0.1	-0.7	-1.1	-1.0	-0.5	0.0	0.0	0.0	-0.3	-0.1	-0.2	0.2	0.1	-0.3	-0.5	-0.4	-0.4	-0.7	-1.0	-0.6	-0.3	0.0	-0.3	-0.3	-0.2	0.1	0.3	0.2	0.4	0.5	0.7	0.8	0.7	0.0	0.2	0.2	0.3	0.0	-0.3	-0.1	0.1	0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0		
10:15	1.1	0.7	0.5	-0.4	-0.8	-0.7	-0.2	0.4	0.3	0.3	0.1	0.2	0.2	0.6	0.5	0.0	-0.2	-0.1	-0.1	-0.4	-0.8	-0.3	0.0	0.4	0.1	0.2	0.2	0.5	0.7	0.6	0.8	1.0	1.1	1.2	1.1	0.4	0.6	0.6	0.7	0.3	0.0	0.2	0.4	0.6	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3		
10:30	0.9	0.6	0.3	-0.5	-1.0	-0.9	-0.3	0.2	0.2	0.2	-0.1	0.1	0.0	0.4	0.3	-0.1	-0.4	-0.2	-0.2	-0.5	-0.9	-0.4	-0.2	0.2	-0.1	-0.1	0.0	0.3	0.5	0.4	0.6	0.8	0.9	1.0	1.0	0.2	0.4	0.4	0.5	0.1	-0.1	0.1	0.3	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
10:45	1.0	0.7	0.4	-0.4	-0.9	-0.8	-0.2	0.4	0.3	0.3	0.0	0.2	0.1	0.5	0.4	0.0	-0.2	-0.1	-0.1	-0.4	-0.8	-0.3	0.0	0.3	0.1	0.0	0.2	0.4	0.6	0.5	0.8	0.9	1.0	1.2	1.1	0.4	0.5	0.6	0.6	0.3	0.0	0.2	0.4	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3		
11:00	1.1	0.8	0.5	-0.3	-0.8	-0.7	-0.2	0.4	0.4	0.4	0.1	0.3	0.2	0.6	0.5	0.1	-0.2	-0.1	0.0	-0.3	-0.7	-0.3	0.0	0.4	0.1	0.1	0.2	0.5	0.7	0.6	0.8	1.0	1.1	1.2	1.2	0.4	0.6	0.6	0.7	0.3	0.1	0.2	0.5	0.6	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3		
11:15	1.2	0.9	0.6	-0.3	-0.8	-0.7	-0.1	0.5	0.4	0.4	0.2	0.3	0.2	0.7	0.6	0.1	-0.1	0.0	0.0	-0.3	-0.7	-0.2	0.1	0.5	0.2	0.2	0.3	0.6	0.8	0.7	0.9	1.1	1.2	1.3	1.3	0.5	0.7	0.7	0.8	0.4	0.1	0.3	0.6	0.7	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3		
11:30	1.0	0.7	0.4	-0.4	-0.8	-0.7	-0.2	0.4	0.3	0.3	0.1	0.2	0.1	0.6	0.5	0.0	-0.2	-0.1	-0.1	-0.4	-0.8	-0.3	0.0	0.4	0.1	0.1	0.2	0.4	0.6	0.6	0.8	0.9	1.1	1.2	1.1	0.4	0.5	0.6	0.6	0.3	0.0	0.2	0.4	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3		
11:45	0.8	0.5	0.2	-0.6	-1.0	-0.9	-0.4	0.2	0.1	0.1	-0.1	0.0	-0.1	0.3	0.2	-0.2	-0.4	-0.3	-0.3	-0.6	-1.0	-0.5	-0.2	0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.2	0.4	0.3	0.5	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9	0.2	0.3	0.4	0.4	0.1	-0.2	0.0	0.2	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0		
12:00	0.2	0.0	-0.3	-1.0	-1.4	-1.3	-0.8	-0.3	-0.4	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	-0.2	-0.3	-0.6	-0.9	-0.7	-0.7	-1.0	-1.3	-0.9	-0.7	-0.4	-0.6	-0.6	-0.5	-0.3	-0.1	-0.2	0.0	0.1	0.2	0.3	0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.1	-0.4	-0.6	-0.5	-0.3	-0.2	-0.4	-0.5	-0.5	-0.5			
12:15	0.3	0.0	-0.2	-0.9	-1.3	-1.3	-0.8	-0.3	-0.3	-0.3	-0.5	-0.4	-0.5	-0.1	-0.2	-0.6	-0.8	-0.7	-0.7	-0.9	-1.3	-0.9	-0.6	-0.3	-0.5	-0.5	-0.5	-0.2	-0.1	-0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	-0.3	-0.1	-0.1	0.0	-0.4	-0.6	-0.4	-0.2	-0.1	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3		
12:30	0.3	0.1	-0.2	-0.9	-1.3	-1.2	-0.7	-0.2	-0.3	-0.3	-0.5	-0.4	-0.5	-0.1	-0.2	-0.6	-0.8	-0.7	-0.7	-0.9	-1.3	-0.8	-0.6	-0.3	-0.5	-0.5	-0.4	-0.2	0.0	-0.1	0.1	0.2	0.4	0.4	0.4	-0.2	-0.1	-0.1	0.0	-0.3	-0.6	-0.4	-0.2	-0.1	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3		
12:45	0.7	0.4	0.2	-0.6	-1.0	-1.0	-0.4	0.1	0.1	0.0	-0.2	0.0	-0.1	0.3	0.2	-0.2	-0.5	-0.3	-0.3	-0.6	-1.0	-0.5	-0.3	0.1	-0.2	-0.2	-0.1	0.2	0.4	0.3	0.5	0.6	0.8	0.9	0.8	0.1	0.3	0.3	0.4	0.0	-0.2	-0.1	0.2	0.3	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0		
13:00	0.4	0.2	-0.1	-0.8	-1.2	-1.2	-0.7	-0.1	-0.2	-0.2	-0.4	-0.3	-0.4	0.0	-0.1	-0.5	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-1.2	-0.8	-0.5	-0.2	-0.4	-0.4	-0.3	-0.1	0.1	0.0	0.2	0.3	0.5	0.6	0.5	-0.1	0.0	0.0	0.1	-0.2	-0.5	-0.3	-0.1	0.0	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2		
13:15	0.4	0.2	-0.1	-0.8	-1.2	-1.2	-0.6	-0.1	-0.2	-0.2	-0.4	-0.3	-0.3	0.0	-0.1	-0.5	-0.7	-0.6	-0.5	-0.8	-1.2	-0.7	-0.5	-0.1	-0.4	-0.4	-0.3	-0.1	0.1	0.0	0.2	0.4	0.5	0.6	0.5	-0.1	0.0	0.1	0.1	-0.2	-0.4	-0.3	-0.1	0.0	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2		
13:30	0.6	0.4	0.1	-0.7	-1.1	-1.0	-0.5	0.0	0.0	0.0	-0.3	-0.1	-0.2	0.2	0.1	-0.3	-0.5	-0.4	-0.4	-0.7	-1.0	-0.6	-0.3	0.0	-0.2	-0.3	-0.2	0.1	0.3	0.2	0.4	0.5	0.7	0.8	0.7	0.0	0.2	0.2	0.3	0.0	-0.3	-0.1	0.1	0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0		
13:45	1.1	0.8	0.5	-0.3	-0.8	-0.7	-0.2	0.4	0.4	0.4	0.1	0.3	0.2	0.6	0.5	0.1	-0.2	-0.1	0.0	-0.3	-0.7	-0.3	0.0	0.4	0.1	0.1	0.2	0.5	0.7	0.6	0.8	1.0	1.1	1.2	1.2	0.4	0.6	0.6	0.7	0.3	0.1	0.2	0.5	0.6	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3		
14:00	1.2	0.9	0.6	-0.2	-0.7	-0.6	-0.1	0.5	0.5	0.5	0.2	0.4	0.3	0.7	0.6	0.2	-0.1	0.0	0.1	-0.2	-0																														

4.2.2 Influência das alturas de medição

Para avaliar a influência da altura de medição realizaram-se medições dos níveis de pressão sonora a 4,0 m e 1,5 m de altura, em simultâneo, recorrendo à técnica de amostragem numa via com perfil de autoestrada. Para cada um dos 20 pontos monitorizados foram calculados os valores de L_d , L_e e L_n correspondentes a cada altura de medição. Os resultados são apresentados no Quadro 21, onde são ainda indicadas as distâncias à fonte, a presença ou não de barreiras acústicas, o tipo de solo e a existência de outras rodovias.

Quadro 21 - Indicadores de ruído obtidos nos diferentes locais de medição a duas alturas de medição

	Distância ao centro da via (m)	Tipo solo	Barreira acústica	L_d (1,5m)	L_d (4m)	ΔL_d	L_e (1,5m)	L_e (4m)	ΔL_e	L_n (1,5m)	L_n (4m)	ΔL_n	
P1	25	Poroso	Não	62,2	65,8	3,6	60,5	63,6	3,1	56,9	59,4	2,5	Diferença de cota em relação à rodovia (-1m)
P2	30	Duro	Não	59,5	63,1	3,6	56,4	60,0	3,6	55,8	59,3	3,5	
P3	40	Poroso	Não	59,3	63,7	4,4	56,8	60,2	3,4	54,5	57,0	2,5	Diferença de cota em relação à rodovia (-1m)
P4	50	Poroso	Sim	50,9	52,5	1,6	49,3	50,8	1,5	48,1	49,6	1,5	Diferença de cota em relação à rodovia (-3m)
P5	60	Poroso	Não	52,6	58,2	5,6	51,0	55,5	4,5	49,5	52,8	3,3	Diferença de cota em relação à rodovia (4m); EM a 25m
P6	65	Poroso	Sim	50,5	53,1	2,6	50,0	52,2	2,2	46,2	47,9	1,7	Diferença de cota em relação à rodovia (3m); EN a 35m
P7	80	Poroso	Sim	55,5	57,6	2,1	54,2	55,6	1,4	52,8	53,2	0,4	Diferença de cota em relação à rodovia (-7m); EN a 20m
P8	80	Poroso	Sim	50,3	52,4	2,1	45,9	47,0	1,1	45,7	46,9	1,2	Diferença de cota em relação à rodovia (-7m)
P9	85	Poroso	Sim	45,5	47,3	1,8	47,7	48,4	0,7	42,5	43,1	0,6	Diferença de cota em relação à rodovia (-13m)
P10	110	Poroso	Não	50,9	53,3	2,4	50,3	50,7	0,4	48,1	49,5	1,4	EN a 35m
P11	120	Poroso	Não	56,9	57,5	0,6	53,9	53,4	-0,5	52,4	52,3	-0,1	Diferença de cota em relação à rodovia (5m)
P12	120	Poroso	Não	48,0	52,2	4,2	48,8	52,1	3,3	44,9	47,5	2,6	EN a 35m
P13	125	Poroso	Sim	46,4	49,3	2,9	44,9	46,7	1,8	44,6	45,9	1,3	EM a 35m
P14	130	Poroso	Não	52,6	54,0	1,4	51,7	52,7	1,0	49,7	51,0	1,3	Diferença de cota em relação à rodovia (3m); EM a 10m
P15	155	Poroso	Não	54,5	55,1	0,6	50,2	50,3	0,1	49,8	49,6	-0,2	Diferença de cota em relação à rodovia (20m)
P16	160	Poroso	Não	50,9	53,4	2,5	50,1	51,9	1,8	48,8	49,6	0,8	Diferença de cota em relação à rodovia (-20m); EN a 20m
P17	180	Poroso	Não	55,0	58,0	3,0	51,4	54,2	2,8	51,7	54,0	2,3	Diferença de cota em relação à rodovia (5m); EN a 45m
P18	180	Poroso	Sim	43,0	44,5	1,5	43,5	44,3	0,8	42,1	43,5	1,4	
P19	210	Poroso	Não	47,2	49,1	1,9	44,5	45,4	0,9	41,9	42,6	0,7	Diferença de cota em relação à rodovia (-27m); EN a 15m
P20	220	Poroso	Não	50,2	52,4	2,2	49,3	50,8	1,5	48,0	49,1	1,1	Diferença de cota em relação à rodovia (7m)
Média						2,5			1,8			1,5	
Desvio Padrão						1,3			1,3			1,0	

4. Caso de estudo

Para cada indicador são apresentadas as diferenças entre os valores obtidos a 4,0 m e os valores obtidos a 1,5 m e a média e desvio padrão das diferenças para todos os locais de medição.

Com a análise dos dados constata-se que, a média das diferenças dos níveis de pressão sonora medidos à altura de 4,0 m e à altura de 1,5 m é superior no período diurno comparativamente aos períodos de entardecer e noturno e superior no período do entardecer relativamente ao período noturno. No período diurno observaram-se níveis de pressão sonora superiores, nas medições efetuadas a 4,0 m de altura comparativamente com as efetuadas a 1,5 m em média de 2,5 dB(A) com um desvio padrão de 1,3 dB(A). No período do entardecer a diferença foi em média 1,8 dB(A), com desvio padrão de 1,3 dB(A), e no período noturno a diferença foi em média de 1,5 dB(A), com desvio padrão de 1,0 dB(A).

A diferença dos níveis de pressão sonora medidos a diferentes alturas é por um lado devida a uma diferente atenuação do solo e por outro, devida à diferente propagação sonora.

A influência do solo verifica-se no caso do solo poroso, observando-se uma maior atenuação para alturas menores. Esta diferença está transcrita no algoritmo de cálculo descrito na NP 4361-2:2001 (correspondente com a ISO 9613-2:1996) utilizado na modelação dos níveis de pressão sonora.

Também a diferença das condições de propagação, influenciadas pelas condições meteorológicas, influenciam os níveis de pressão sonora medidos a diferentes alturas.

No período noturno as condições de propagação sonora foram geralmente favoráveis na totalidade do período de medição diminuindo a diferença entre os níveis sonoros medidos a diferentes alturas quando comparada com o período do entardecer e com o período diurno.

5. Conclusão

A realização do estágio curricular na empresa Monitar, Lda, juntamente com a elaboração do presente relatório permitiram aprofundar os conhecimentos e técnicas adquiridas ao longo da frequência do Mestrado em Tecnologias Ambientais. Durante o decorrer de estágio foi promovida a aquisição de capacidades e conhecimentos técnicos, não só, no que respeita à medição e avaliação do ruído ambiente, como também relativos a outras áreas da Engenharia do Ambiente.

Em relação ao tema objeto de estudo, o ruído ambiente e os fatores que condicionam a determinação dos níveis de pressão sonora, a pesquisa realizada revelou que esta é uma área que requer cada vez mais a atenção de toda a sociedade. Por um lado, devido aos impactes consideráveis sobre a saúde humana, e por outro relativo às técnicas e procedimentos adotados pelas entidades responsáveis pela sua monitorização. É assim, de extrema importância a existência de legislação aplicável e procedimentos uniformizados de monitorização de ruído ambiente.

O estudo realizado permitiu a aquisição de resultados que contribuíram para identificar os períodos em que os níveis de pressão sonora obtidos através da técnica de amostragem, por recolha de amostras dentro do período de referência, são representativos para a fonte tráfego rodoviário, comparativamente com a técnica de amostragem por medição em contínuo nos períodos de referência, onde são verificadas diferenças mínimas entre as duas técnicas.

Para os períodos diurno e entardecer a diferença do indicador de ruído obtido pelas duas técnicas foi inferior a 3 dB(A) para todas as rodovias estudadas. Para o período noturno a diferença máxima obtida pelas duas técnicas foi de: 5 dB(A) para caracterizar a rodovia de elevado tráfego; 13 dB(A) para caracterizar a rodovia rural e 7 dB(A) para caracterizar a rodovia urbana.

Comprova-se assim a necessidade de selecionar corretamente o horário de amostragem, sobretudo, sempre que a recolha de amostras seja efetuada dentro do período de referência noturno.

Salienta-se ainda a necessidade de alargar a base de dados de medições acústicas, e respetivos estudos, por forma a permitir estabelecer diretrizes com horários de medição que possam ser utilizados para as recolhas de amostras a efetuar dentro do período, em função

5. Conclusão

das características da rodovia e, desta forma, homogeneizar procedimentos entre diferentes entidades que efetuam ensaios de medição de ruído ambiente.

Com o presente estudo foi também possível concluir, que a extrapolação, por cálculo, das medições de ruído efetuadas a uma dada altura para outra, podem dar origem a resultados significativamente diferentes dos observados no campo. É por isso essencial uma boa caracterização dos diversos fatores que possam influenciar as medições, fatores que nem sempre são fáceis de caracterizar no local.

A frequência do estágio permite o enquadramento numa atividade profissional, tornando possível o contato com o mercado de trabalho, o que é extremamente importante para o futuro próximo de qualquer estudante, na medida em que permite o crescimento e enriquecimento pessoal e sobretudo técnico.

REFERÊNCIAS

- Antunes, S., Rosão, V., & Falcão, A. (2008). Representatividade das medições em Acústica Ambiental. *Acústica 2008*. Coimbra.
- Babisch, W. (2005). Traffic, noise and health. *Environmental Health Impacts of Transport and Mobility*. (pp. 9-24).
- Berglund, B., Lindvall, T., & Schwella, D. (1999). *Guidelines for Community Noise*. Geneva: World Health Organization.
- Besnard, F., & Duc, E. L. (2009). Prévion du bruit routier. Méthode de calcul de propagation du bruit incluant les effets météorologiques (NMPB 2008). Sétra.
- Bodin, T., Albin, M., Ardö, J., Stroh, E., Östergren, P.-O., & Björk, J. (2009). Road traffic noise and hypertension: results from a cross-sectional public health survey in southern Sweden. *Environmental Health 2009*.
- Boer, L., & Schroten, A. (2007). Traffic noise reduction in Europe. Health effects, social costs and technical and policy options to reduce road and rail traffic noise. CE Delft.
- Co, W. M., EcoSafer, A.-V., n.v.-s.a., A., S.L., L. T., LANG, H.-P. D.-I., GmbH, L., & Ltd., P. E. (25 de 03 de 2003). AR-INTERIM-CM - Adaptation and revision of the interim noise computation methods for the purpose of strategic noise mapping - Final Draft Report.
- COM(96) 540 final, C. d. (04 de 11 de 1996). Livro Verde da Comissão Europeia - Futura Política de Ruído. Bruxelas.
- Declaração de Retificação n.º 57/2006. D.R. Série I. 168 (31 de Agosto de 2006). 6417-6417
- Declaração de Retificação n.º18/2007. D.R. Série I. 54 (16 de Março de 2007). 1628
- Decreto-lei n.º 251/87. D.R. Série I. 142 (24 de Junho de 1987). 2386-2393
- Decreto-lei n.º 292/89. D.R. Série I. 202 (2 de Setembro de 1989). 3770-3772
- Decreto-lei n.º 72/92. D.R. Série I-A. 98 (28 de Abril de 1992). 1955-1956
- Decreto-lei n.º 9/92. D.R. Série I-B. 98 (28 de Abril de 1992). 1961-1971
- Decreto-lei n.º 292/2000. D.R. Série I-A. 263 (14 de Novembro de 2000). 6511-6520

REFERÊNCIAS

- Decreto-lei n.º 129/2002. D.R. Série I-A. 109 (11 de Maio de 2002). 4421-4428
- Decreto-lei n.º 310/2002. D.R. Série I-A. 292 (18 de Dezembro de 2002). 7896-7903
- Decreto-lei n.º 259/2002. D.R. Série I-A. 271 (23 de Novembro de 2002). 7368-7370
- Decreto-lei n.º 76/2002. D.R. Série I-A. 72 (26 de Março de 2002). 2879-2910
- Decreto-lei n.º 293/2003. D.R. Série I-A. 268 (19 de Novembro de 2003). 7895-7899
- Decreto-lei n.º 146/2006. D.R. Série I. 146 (31 de Julho de 2006). 5433-5441
- Decreto-lei n.º 182/2006. D.R. Série I. 172 (6 de Setembro de 2006). 6584-6593
- Decreto-lei n.º 221/2006. D.R. Série I. 215 (08 de Novembro de 2006). 7750-7779
- Decreto-lei n.º 278/2007. D.R. Série I. 147 (1 de Agosto de 2007). 4912-4913
- Decreto-lei n.º 9/2007. D.R. Série I. 12 (17 de Janeiro de 2007). 389-398
- Decreto-lei n.º 96/2008. D.R. Série I. 110 (9 de Junho de 2008). 3359-3372
- Diretiva 86/188/CEE. Jornal das Comunidades Europeias L137 (24 de Maio de 1986) 28-34
- Diretiva 95/27/CE. Jornal das Comunidades Europeias L168 (18 de Julho de 1995) 14-17
- Diretiva 2000/14/CE. Jornal das Comunidades Europeias L162 (3 de Julho de 2000) 1-78
- Diretiva 2002/30/CE. Jornal das Comunidades Europeias L085 (28 de Março de 2002) 40-46
- Diretiva 2002/49/CE. Jornal das Comunidades Europeias L189 (25 de Junho de 2002) 12-26
- Diretiva 2003/10/CE. Jornal das Comunidades Europeias L042 (15 de Fevereiro de 2003) 38-44
- Diretiva 2005/88/CE. Jornal das Comunidades Europeias L344 (14 de Dezembro de 2005). 44-46
- European Environmental Agency. (2010). Good practice guide on dose exposure and potencial health effects. Copenhaga.
- Guedes, M., & Leite, M. J. (2011). Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído. Agência Portuguesa do Ambiente.

- Heimann, D. (2003). Influence of meteorological parameters on outdoor noise propagation. *Euronoise*. Naples.
- Heimann, D. (2003). Meteorological aspects in modeling noise propagation outdoors. *Euronoise*. Naples.
- Larson, C. (1997). Atmospheric Absorption Conditions for Horizontal Sound Propagation. *Applied Acoustics*, 231-245.
- Lei n.º 11/87. Diário da República, I.ª série. 81. (07 de 04 de 1987).
- Matos, J., Fradique, J., Tavares, L., Guedes, M., & Leite, M. J. (2011). Guia prático para medições de ruído ambiente - no contexto do Regulamento Geral do Ruído tendo em conta a NP ISO 1996. Agência Portuguesa do Ambiente.
- Miedema, H. (2001). Noise and Health: How does noise affect us? Proceedings of Inter-Noise. Haia: Holanda.
- NP 4361-2 - *Acústica. Atenuação do som na sua propagação ao ar livre. Parte 2: Método geral de cálculo.* (2001).
- NP ISO 1996-1 - *Acústica. Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente. Parte 1: Grandezas fundamentais e métodos de avaliação.* (2011).
- NP ISO 1996-2 - *Acústica. Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente. Parte 2: Determinação dos níveis de pressão sonora do ruído ambiente.* (2011).
- Oliveira, M., & Silva, L. (2010). A influência da forma urbana na propagação do ruído urbano. *Pluris*.
- Ovenden, N. C., Shaffer, S. R., & Fernando, H. J. (2009). Impact of meteorological conditions on noise propagation from freeway corridors. *Acoustical Society of America*, 25-35.
- Passchier-Vermeer, W., & Passchier, W. (2005). Environmental noise, annoyance and sleep disturbance. *Environmental Health Impacts of Transport and Mobility.* (pp. 25-38).
- Portaria n.º 879/90. D.R. Série I. 218 (20 de Setembro de 1990). 3897
- Portaria n.º 77/96. D.R. Série I-B. 59 (9 de Março de 1996). 444-446

REFERÊNCIAS

- Renterghem, T. V., & Botteldooren, D. (2010). Meteorological influence on sound propagation between adjacent city canyons: A real-life experiment. *Acoustical Society of America*.
- Rosão, V. C. (2001). *Desenvolvimento de Modelo de Avaliação do Impacte Ambiental devido ao Ruído de Tráfego Rodoviário*. Lisboa.
- Rosão, V. C. (2011). *Desenvolvimentos sobre Métodos de Previsão, Medição, Limitação e Avaliação em Ruído e Vibração Ambiente*. Algarve.
- Taherzadeh, S. K., & Attenborough, K. (1998). Some Practical Considerations for Predicting Outdoor Sound Propagation in the Presence of Wind and Temperature Gradients. *Applied Acoustics*, 27-44.
- Tanaka, S., & Shiraishi, B. (2008). Wind effects on noise propagation for complicated geographical and road configurations. *Applied Acoustics*, 1038-1043.
- Tarrero, A., González, J., Machimbarrena, M., & Arenal, M. (2001). Temperature & Trees Influence on Propagation Outdoors.
- World Health Organization. (2009). *Night Noise Guidelines for Europe*. Copenhagen.
- World Health Organization. (2011). *Burden of disease from environmental noise - Quantification of healthy life years lost in Europe*. Copenhagen.