



João Pedro Santos Monteiro

Variação do teor em partículas
e ruído a uma escala urbana

Universidade do Minho
Escola de Engenharia





Universidade do Minho
Escola de Engenharia

João Pedro Santos Monteiro

Variação do teor em partículas
e ruído a uma escala urbana

Tese de Mestrado
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao
Grau de Mestre em Engenharia Civil

Trabalho efetuado sob a orientação da
Professora Doutora Lúcia Maria Marques de Oliveira
Torres Silva

Dezembro de 2012

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar o meu profundo agradecimento às pessoas e instituições que de alguma forma contribuíram para a elaboração deste trabalho.

À Professora Lúcia Torres Silva, orientadora desta dissertação, pelo constante interesse demonstrado, pela enorme disponibilidade e dedicação, e sobretudo pelo acompanhamento técnico e científico que concedeu, fundamental no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Professor Daniel Souto Rodrigues, docente na Universidade do Minho, por toda a sua disponibilidade e auxílio indispensável concedido no que concerne ao cálculo de F.V.C..

À AGERE (Empresa de Águas, Efluentes e Resíduos de Braga), na pessoa da Eng.^a Gabriela Ferreira, responsável pelo projecto SmarBRAGA, pela disponibilidade sempre prestada e dados disponibilizados, e à sua restante equipa.

À Universidade do Minho, na pessoa do seu Reitor, e ao Departamento de Engenharia Civil, na pessoa do seu Director, pelo apoio concedido.

RESUMO

O crescimento da população nas últimas décadas conduziu um contínuo aumento da população urbana. Este crescimento levou em alguns casos, a um agravamento das condições de vida urbana provocada pela progressiva urbanização do espaço. A urbanização demasiado rápida e incoerente do meio urbano, tornou a população vulnerável à exposição a poluentes atmosféricos e níveis de ruído em quantidades cada vez maiores. Contribuiu para tal, a saturação do espaço, do ecossistema, das infra-estruturas e do tráfego automóvel que é apontado como a principal fonte urbana de poluição. Estas características passaram a ser comuns na maioria dos centros urbanos.

Este trabalho estabeleceu como objectivo a criação de uma correlação espacial entre o espaço construído, o nível de ruído e a concentração de partículas em meio urbano. A obtenção destes dados resulta da existência de um sistema de informação e monitorização do ambiente urbano da cidade de Braga – SmarBRAGA.

Posteriormente analisou-se cada um dos casos em estudo, abordando diversas questões chave relacionadas com a influência da forma urbana, no nível de ruído e poluição atmosférica medida em meio urbano.

Dessa análise conclui-se que tanto o nível de ruído, como a concentração de partículas, é superior nos casos em estudo, onde o valor dos índices de forma urbana de porosidade (ROS) e de factor visão do céu (FVC) tomam valores inferiores. Conclui-se portanto que a forma urbana influencia as condições de propagação de ruído e de dispersão de partículas.

Palavras-Chave: forma urbana, monitorização de ambiente urbano, ruído ambiental, poluição atmosférica, qualidade do ar.

ABSTRACT

The population growth in recent decades has led a steady increase in urban population. This growth has led in some cases to a worsening of urban living conditions caused by the progressive urbanization of space. A too fast and incoherent urbanization of the urban environment became population vulnerable to exposure to air pollutants and noise levels in increasing amounts. Contributed to such a saturation of space, ecosystem, infrastructure and car traffic that is identified as the main source of urban pollution. These features have become common in most urban centers.

This work had the objective of creating a spatial correlation between the space built, the noise level and the particles concentration in the urban environment. Obtaining these data results from the existence of a system of reporting and monitoring of the urban environment from the city of Braga - SmarBRAGA.

Later, each one of the cases in study was analyzed, approaching diverse related questions key with the influence of the urban form, in the level of noise and measured atmospheric pollution in urban way.

From this analysis it is concluded that both the noise level, as concentration of particles is higher in the case studied, where the value of the indices of urban form porosity (ROS) and sky view factor (SVF) take values lower. It is concluded that urban form influences propagation conditions of noise and dispersion of particles.

Keywords: urban form, monitoring urban environment, urban noise, air pollution, air quality.

ÍNDICE GERAL

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Objectivos	2
1.3. Estrutura do conteúdo	3
2. BASES TEÓRICAS E CONCEPTUAIS	5
2.1. Crescimento das Cidades	5
2.1.1. Definição	5
2.1.2. Fenómeno de urbanização e formação de cidade	6
2.1.3. Políticas de planeamento urbano e territorial	9
2.1.4. Sistemas de gestão territorial	10
2.1.4.1. Caracterização e Organização	10
2.2. Poluição Atmosférica	11
2.2.1. Definição	11
2.2.2. Classificação de poluentes atmosféricos	13
2.2.3. Caracterização dos principais poluentes atmosféricos	14
2.2.4. Avaliação de concentrações de poluentes atmosféricos	18
2.2.5. Modelo de dispersão de poluentes atmosféricos	19
2.2.6. Qualidade do ar	22
2.2.6.1. Efeitos genéricos da poluição do ar	22
2.2.6.2. Legislação actual sobre qualidade do ar	24
2.3. Ruído Ambiental	28
2.3.1. Definição	28
2.3.2. Enquadramento legal do ruído ambiental	29
2.3.3. Quantificação do ruído ambiental	33

2.3.3.1.	Definições	33
2.3.3.2.	Unidades e indicadores de ruído ambiental	38
2.3.4.	Propagação do ruído ambiental	41
2.3.5.	Medidas de controlo do ruído ambiental	45
2.4.	Forma Urbana	46
2.4.1.	Definição e caracterização de tipologia	46
2.4.2.	Análise de forma urbana	48
2.4.3.	A influência da forma urbana na propagação do ruído	51
2.4.4.	A influência da forma urbana na dispersão de poluentes atmosféricos	53
3.	CASOS DE ESTUDO	55
3.1.	Metodologia utilizada	55
3.2.	Seleccção dos casos de estudo – pontos de medição	55
3.3.	Métodos de recolha de dados e análise	56
3.4.	Caracterização dos pontos de medição	59
3.4.1.	Localização geográfica.....	59
3.4.2.	Cartografia.....	63
3.4.3.	Actualização da base cartográfica para o cálculo da forma urbana	66
3.5.	Dados obtidos	76
3.5.1.	Dados relativos a tráfego rodoviário	76
3.5.2.	Dados relativos a poluentes atmosféricos	78
3.5.3.	Dados relativos a ruído.....	80
4.	ANÁLISE.....	83
4.1.	Análise da forma urbana	83
4.1.1.	Índice de Porosidade (ROS).....	83
4.1.2.	Índice de Factor Visão do Céu (FVC).....	85
4.1.3.	Variação do Índice de Porosidade (ROS) e Índice de Factor Visão do Céu (FVC)	

4.2.	Análise da forma urbana na variação do teor em partículas e ruído.....	96
4.2.1.	Seleccção dos dados relativos a concentração de PM10 e ruído	96
4.2.2.	Resultados obtidos.....	100
5.	CONCLUSÕES.....	107
5.1.	Trabalho Futuro	109
6.	BIBLIOGRAFIA.....	111
7.	ANEXOS.....	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Formação das cidades secundárias [Galego, 1999].....	6
Figura 2.2 – Relação Tempo/Urbanização [Rodrigues, 2009]	7
Figura 2.3 – Fontes de poluentes atmosféricos [APA,2010].....	14
Figura 2.4 – Fluxograma do Modelo de Poluição Atmosférica [Silva, 2007].....	20
Figura 2.5 – Estrutura vertical Troposfera [APA, 2010].....	21
Figura 2.6 – Efeitos da poluição atmosférica na saúde humana [APA, 2010].....	23
Figura 2.7 – Enquadramento legislativo da avaliação e gestão do ar ambiente na União Europeia e em Portugal [APA, 2010].....	26
Figura 2.8 – Mapa de ruído diurno-entardecer-nocturno [SMARBRAGA, 2012]	30
Figura 2.9 – Mapa de ruído nocturno de Braga [SMARBRAGA,2012].....	31
Figura 2.10 – Barreiras acústicas.....	33
Figura 2.11 – Parâmetros físicos [Santos, 2007]	33
Figura 2.12 – Espectro de frequências em bandas de oitava e 1/3 de oitava [Carvalho, 2008]	35
Figura 2.13 – Escala comparativa da pressão sonora e do nível de pressão sonora [Santos, 2007].....	36
Figura 2.14 – Curvas de igual sensação sonora (a); Curvas de ponderação (b).....	37
Figura 2.15 – Variação no nível de ruído rodoviário e o nível de ruído equivalente, L_{Aeq} , dB (aferido junto a estrada movimentada) [FEHRL, 2006].....	39
Figura 2.16 – Indicadores de ruído ambiente [Silva, 2007]	40
Figura 2.17 – Propagação uma fonte sonora do tipo pontual [Silva, 2007]	41
Figura 2.18 – Propagação de uma fonte sonora do tipo linear [Silva, 2007]	42
Figura 2.19 – Propagação vertical do ruído emitido por uma estrada ladeada por dois edifícios [Silva, 2007]	43
Figura 2.20 – Propagação vertical do ruído emitido por uma estrada em campo aberto [Silva, 2007].....	43
Figura 2.21 – Propagação horizontal do ruído emitido por uma estrada ladeada por dois edifícios [Silva, 2007]	43
Figura 2.22 – Propagação horizontal do ruído emitido por uma estrada em campo aberto [Silva, 2007]	44
Figura 2.23 – Efeitos da velocidade do vento na propagação do som [Fernandes, 2002]	45

Figura 2.24 – Ilustração do Índice de Porosidade [Ribeiro, 2009].....	49
Figura 2.25 – Obstrução causada pela edificação [Ribeiro, 2009].....	50
Figura 2.26 – Projecção estereográfica da área de céu obstruída [Souza et al., 2003].....	51
Figura 2.27 – Formas mais fechadas (menos espaços de propagação de ruído) [Oliveira, 2011]	52
Figura 2.28 – Formas com menos zonas sombra ou a inexistência delas [Oliveira, 2011].....	52
Figura 3.1 – Rede de monitorização (fonte: SmarBRAGA)	56
Figura 3.2 – Unidade móvel de recolha de dados	57
Figura 3.3- Estação meteorológica, microfone e computador portátil	57
Figura 3.4 - Equipamento de monitorização de partículas	57
Figura 3.5 – SmarBRAGA: homepage (http://www.SmarBRAGA.com)	57
Figura 3.6 – SmarBRAGA – medições ambientais	58
Figura 3.7 – SmarBRAGA - Estatísticas de Tráfego.....	58
Figura 3.8 – Posição da unidade móvel SmarBRAGA em relação à via (fonte: SmarBRAGA)	59
Figura 3.9 – Localização do ponto de medição (fonte: Google Maps)	60
Figura 3.10 – Posição da unidade móvel SmarBRAGA em relação à via (fonte: SmarBRAGA)	60
Figura 3.11 – Localização do ponto de medição (fonte: Google Maps)	61
Figura 3.12 – Posição da unidade móvel SmarBRAGA em relação à via (fonte: SmarBRAGA)	61
Figura 3.13 – Localização do ponto de medição (fonte: Google Maps)	62
Figura 3.14 – Posição da unidade móvel SmarBRAGA em relação à via (fonte: SmarBRAGA)	62
Figura 3.15 – Localização do ponto de medição (fonte: Google Maps)	63
Figura 3.16 – Aspecto do centro urbano da cidade de Braga na cartografia disponível	64
Figura 3.17 – Área de referência com representação do ponto de medição – Circular Sul	64
Figura 3.18 – Área de referência com representação do ponto de medição – Infias.....	65
Figura 3.19 – Área de referência com representação do ponto de medição – Maximinos.....	65
Figura 3.20 – Área de referência com representação do ponto de medição – Variante da Encosta	66
Figura 3.21 – Vista aérea do ponto de medição (fonte: SmarBRAGA).....	67
Figura 3.22 – Vista mais abrangente do ponto de medição (fonte: Google Maps).....	68

Figura 3.23 – Cartografia actualizada da área de referência do ponto de medição (construção recente representada a vermelho)	68
Figura 3.24 – Vista geral da construção recente.....	69
Figura 3.25 – Vista aérea do ponto de medição (fonte: SmarBRAGA).....	69
Figura 3.26 – Vista mais abrangente do ponto de medição (fonte: Google Maps).....	70
Figura 3.27 – Vista da envolvente ao ponto de medição (1).....	70
Figura 3.28 – Vista da envolvente ao ponto de medição (2).....	70
Figura 3.29 – Vista aérea do ponto de medição (fonte: SmarBRAGA).....	71
Figura 3.30 – Vista mais abrangente do ponto de medição (fonte: Google Maps).....	72
Figura 3.31 – Vista da envolvente ao ponto de medição (1).....	72
Figura 3.32 – Vista da envolvente ao ponto de medição (2).....	72
Figura 3.33 – Vista aérea do ponto de medição (fonte: SmarBRAGA).....	73
Figura 3.34 – Vista mais abrangente do ponto de medição (fonte: Google Maps).....	74
Figura 3.35 – Vista das novas construções (fonte: Google Maps).....	74
Figura 3.36 – Cartografia actualizada da área de referência do ponto de medição (construção recente representada a vermelho)	75
Figura 3.37 – Vista da envolvente ao ponto de medição (1).....	75
Figura 3.38 – Vista da envolvente ao ponto de medição (2).....	76
Figura 3.39 – Apresentação dos dados estatísticos de tráfego (fonte: SmarBRAGA).....	77
Figura 4.1 – Exemplo de determinação de áreas no AutoCAD (exemplo do ponto de medição - Circular Sul).....	83
Figura 4.2 – Shape file fornecida relativa aos edifícios (centro urbano da cidade de Braga) ..	86
Figura 4.3 – Inserção de novas edificações	86
Figura 4.4 – Inserção de atributos ao polígono (edifício) na área do ponto de medição localizado em Circular Sul	87
Figura 4.5 – Aspecto final das áreas em estudo para determinação do FVC (Shapefile)	87
Figura 4.6 – Shapefile relativo aos pontos de medição	88
Figura 4.7 – Shapefile relativo aos 4 pontos de medição (ponto de medição + edifícios).....	88
Figura 4.8 – Posicionamento do observador em relação ao edificado – Circular Sul.....	90
Figura 4.9 – Projecção estereográfica da área de céu obstruída – Circular Sul	90
Figura 4.10 – Posicionamento do observador em relação ao edificado – Infias	91
Figura 4.11 – Projecção estereográfica da área de céu obstruída – Infias.....	91
Figura 4.12 – Posicionamento do observador em relação ao edificado – Maximinos.....	92
Figura 4.13 – Projecção estereográfica da área de céu obstruída – Maximinos.....	92

Figura 4.14 – Posicionamento do observador em relação ao edificado – Variante da Encosta	93
Figura 4.15 – Projecção estereográfica da área de céu obstruída – Variante da Encosta.....	93
Figura 4.16 – Gráfico da Variação do Índice ROS e Índice FVC para os 4 pontos de medição	94
Figura 4.17 – Gráfico relativo à modelação da concentração de PM10 – Circular Sul	98
Figura 4.18 – Gráfico relativo à modelação da concentração de PM10 – Infias.....	99
Figura 4.19 – Gráfico da variação da concentração de PM10 em função do Índice FVC – Categoria [200 - 400].....	101
Figura 4.20 – Gráfico da variação da concentração de PM10 em função do Índice ROS – Categoria [200 - 400].....	102
Figura 4.21 – Gráfico da variação da concentração de PM10 em função do Índice FVC – Categoria [400 - 600].....	102
Figura 4.22 – Gráfico da variação da concentração de PM10 em função do Índice ROS – Categoria [400 - 600].....	103
Figura 4.23 – Gráfico da variação da concentração de PM10 em função do Índice FVC – Categoria [600 - 800].....	103
Figura 4.24 – Gráfico da variação da concentração de PM10 em função do Índice ROS – Categoria [600 - 800].....	104
Figura 4.25 – Gráfico da variação do ruído em função do Índice FVC – Categoria [600 - 800]	105
Figura 4.26 – Gráfico da variação do ruído em função do Índice ROS – Categoria [600 - 800]	106

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Fases de desenvolvimento urbano [Rodrigues, 1999]	8
Tabela 2.2 – Classificação do índice de qualidade do ar para o ano 2010 [Silva, 2007]	19
Tabela 2.3 – Valores relativos ao NO ₂ definidos no Decreto-Lei n.º 102/2010 para a protecção da saúde humana	27
Tabela 2.4 – Valores relativos ao PM ₁₀ definidos no Decreto-Lei n.º 102/2010 para a protecção da saúde humana	27
Tabela 2.5 – Valores definidos para o O ₃ no Decreto-Lei n.º 102/2010, para a protecção da saúde humana	27
Tabela 2.6 – Valores definidos para o CO no Decreto-Lei n.º 102/2010, para a protecção da saúde humana	28
Tabela 2.7 – Valores limite de exposição [DL 9/2007].....	32
Tabela 2.8 – Malha de ponderação A para bandas de frequência de 1/3 de oitava [Silva, 2007]	37
Tabela 3.1 – Dados relativos ao tráfego rodoviário no ponto de medição - Circular Sul	77
Tabela 3.2 – Tabela de valores relativos à concentração de partículas (PM ₁₀) em determinada hora e tráfego característico no ponto de medição - Circular Sul (extrato).....	78
Tabela 3.3 – Tabela de valores relativos à concentração de partículas (PM ₁₀) em determinada hora e tráfego característico no ponto de medição – Infias (extrato)	79
Tabela 3.4– Tabela de valores relativos à concentração de partículas (PM ₁₀) em determinada hora e tráfego característico no ponto de medição – Maximinos (extrato)	79
Tabela 3.5 – Tabela de valores relativos à concentração de partículas (PM ₁₀) em determinada hora e tráfego característico no ponto de medição – Variante da Encosta (extrato)	80
Tabela 3.6 – Tabela de valores relativos ao nível de ruído (Leq) em determinada hora e tráfego característico no ponto de medição - Circular Sul (extrato).....	81
Tabela 3.7 – Tabela de valores relativos ao nível de ruído (Leq) em determinada hora e tráfego característico no ponto de medição – Infias (extrato)	81
Tabela 3.8 – Tabela de valores relativos ao nível de ruído (Leq) em determinada hora e tráfego característico no ponto de medição – Maximinos (extrato)	82
Tabela 3.9 – Tabela de valores relativos ao nível de ruído (Leq) em determinada hora e tráfego característico no ponto de medição – Variante da Encosta (extrato)	82

Tabela 4.1 – Resumo do resultado do cálculo do Índice ROS	84
Tabela 4.2 – Quadro resumo dos valores de FVC	89
Tabela 4.3 – Categorias de tráfego	97
Tabela 4.4 – Dados de base para modelação da concentração de PM10 – Circular Sul	98
Tabela 4.5 – Dados obtidos por modelação para vários cenários de tráfego.....	98
Tabela 4.6 – Dados de base para modelação da concentração de PM10 – Infias	99
Tabela 4.7 – Dados obtidos por modelação para vários cenários de tráfego.....	100
Tabela 4.8 – Tabela de organização de dados obtidos relativos aos 4 pontos de medição	100
Tabela 7.1 – Tabela de valores relativos à concentração de partículas (PM10) em determinada hora e tráfego característico no ponto de medição - Circular Sul	115
Tabela 7.2 – Tabela de valores relativos ao nível de ruído (Leq) em determinada hora e tráfego característico no ponto de medição - Circular Sul	119
Tabela 7.3 – Tabela de valores relativos à concentração de partículas (PM10) em determinada hora e tráfego característico no ponto de medição – Infias	123
Tabela 7.4 – Tabela de valores relativos ao nível de ruído (Leq) em determinada hora e tráfego característico no ponto de medição – Infias	127
Tabela 7.5 – Tabela de valores relativos à concentração de partículas (PM10) em determinada hora e tráfego característico no ponto de medição – Maximinos	131
Tabela 7.6 – Tabela de valores relativos ao nível de ruído (Leq) em determinada hora e tráfego característico no ponto de medição – Maximinos	135
Tabela 7.7 – Tabela de valores relativos à concentração de partículas (PM10) em determinada hora e tráfego característico no ponto de medição – Variante da Encosta	139
Tabela 7.8 – Tabela de valores relativos ao nível de ruído (Leq) em determinada hora e tráfego característico no ponto de medição – Variante da Encosta.....	143

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

O crescimento da população nas últimas décadas conduziu a um contínuo aumento da população urbana. A expansão das cidades foi mesmo um dos fenómenos mais marcantes do século XX, tanto que, actualmente é legítimo afirmar que “o século XXI é urbano”, pois metade da população mundial vive em áreas urbanas e o número tenderá a aumentar. Porém este crescimento, foi em muitos casos desordenado, acompanhado de um agravamento das condições de vida urbana, conduzindo ao aparecimento de vários problemas que contribuíram para a diminuição da qualidade de vida dos seus habitantes (Valente, 2004).

A qualidade de vida urbana, nomeadamente a dimensão ambiental, tornou-se a fonte de algumas das maiores preocupações ambientais, como resultado da progressiva urbanização do espaço e da aparente contradição entre o papel historicamente desempenhado pelas cidades, enquanto geradoras de bem-estar ao comum cidadão. A urbanização demasiado rápida e incoerente do meio urbano, tornou a população vulnerável à exposição a poluentes atmosféricos e níveis de ruído em quantidades cada vez maiores, contribuindo para tal a saturação do espaço, do ecossistema, das infra-estruturas, características que passaram a ser comuns na maioria dos centros urbanos.

Paralelamente a esta transformação do centro urbano, ocorreu um crescimento desenfreado das periferias das cidades, permitiu que se criassem zonas residenciais de baixa densidade populacional sem ligação entre si, obrigando a movimentos pendulares casa-trabalho utilizando o transporte particular em detrimento do transporte colectivo, colocando pressões insustentáveis na rede viária e no centro das cidades a nível de estacionamento. Deste modo, para além do conforto que a mobilidade trouxe às populações, a poluição atmosférica causada pelas emissões dos automóveis e o ruído produzido pela interacção do veículo com a via têm impactos no ambiente e na saúde humana graves.

Estudos mostram que a forma urbana encontra-se intrinsecamente relacionada com o nível de ruído urbano e concentração de poluentes atmosféricos, na medida em que na sua concepção deveria ser previsto o seu efeito. Desta forma é possível antever em fase de concepção de uma determinada área habitacional a exposição ao ruído, minimizando os efeitos, recorrendo ao ajuste da configuração e disposição da forma edificada (Oliveira, 2011).

Muitos dos problemas ambientais urbanos surgem como resultado da administração ineficaz, de planeamento deficiente e da ausência de políticas urbanas coerentes, mais do que do processo de urbanização em si. A União Europeia (UE) como uma das regiões mais urbanizadas do mundo, onde 70 % da população vive em meios urbanos, desenvolveu um conjunto de políticas ou directivas, considerando este um assunto de fundamental importância. Reconheceu que a qualidade de vida, está intimamente ligada à sustentabilidade ambiental. Este foi um importante passo para a criação dos mecanismos necessários para integrar estes princípios, através de políticas nacionais e locais.

Assim surge a necessidade de desenvolvimento de sistemas de medição e monitorização dos parâmetros de qualidade do ambiente urbano. Através da implementação destes sistemas é possível a medição das alterações e a avaliação da qualidade ambiental ao longo do tempo e permite detectar em tempo real, alterações espaciais e temporais em indicadores do ambiente urbano revelando as relações causa-efeito que explicam tal mudança. Este conhecimento possibilita a previsão de alterações futuras (Silva, 2007).

1.2. Objectivos

A existência de um sistema de informação e monitorização do ambiente urbano da cidade de Braga, permite a obtenção e análise de dados relativos ao teor em partículas e ruído.

O estudo parte da análise desses dados, e estabelece como objectivo a criação de uma correlação entre forma urbana e o nível de ruído e concentração de partículas em meio urbano. A influência negativa que ambos têm no meio ambiente urbano é inquestionável, pelo que conhecendo a sua relação auxilia a definição de medidas de minimização dos seus efeitos, nomeadamente no centro urbano da cidade de Braga.

Para isso é necessário alcançar os seguintes objectivos mais específicos:

- Correlacionar espacialmente o nível de ruído e concentração de poluentes atmosféricos.
- Identificar os fenómenos físicos associados ao ruído e concentração de poluentes atmosféricos bem como a importância da forma urbana na sua dispersão ou propagação.

1.3. Estrutura do conteúdo

Para melhor compreensão e análise do tema abordado nesta dissertação, o trabalho está dividido em cinco capítulos, incluindo este capítulo inicial onde se pretende fazer um breve enquadramento do tema desenvolvido e apresentar os objectivos do trabalho e metodologia utilizada.

No segundo capítulo apresentam-se as bases teóricas e conceptuais, fundamentais para a compreensão do trabalho desenvolvido, nas seguintes áreas: o crescimento das cidades, a poluição atmosférica, o ruído ambiental e forma urbana.

No terceiro capítulo são apresentados os casos de estudo, caracterizando-se cada um deles quanto aos seus aspectos considerados como essenciais ao estudo. Apresenta-se o método de recolha de dados, assim como a sua organização.

A análise e validação de resultados e as respectivas conclusões são apresentadas, respectivamente, no capítulo quarto e quinto.

2. BASES TEÓRICAS E CONCEPTUAIS

2.1. Crescimento das Cidades

2.1.1. Definição

A evolução do homem desde os tempos mais primitivos, no abandono de um modo de vida nómada, para se tornar sedentário, permitiu a formação de aglomerados populacionais. As cidades e áreas metropolitanas são autênticos centros de diversidade de pessoas, de funções, de culturas, de classes, de ideias. A diversidade fomenta a inovação, que por sua vez estimula a produtividade. Por outro lado, a pobreza, a degradação física e ambiental, e a crescente artificialização dos espaços urbanos exigem particular reflexão (Galego, 1999).

O padrão de evolução das cidades recentemente caracterizou-se genericamente por uma acelerada descentralização. A população do centro urbano da maior parte das cidades da Europa, Estados Unidos da América e Japão diminuiu, enquanto a população do anel envolvente crescia, em algumas, e chegava a decrescer, noutras (Galego, 1999).

Entre várias causas da descentralização, encontra-se a terciarização e o seu aumento da sua relevância pela intensificação dos processos, e o conseqüente aumento do preço do solo urbano. A pressão imobiliária e os elevados preços dos terrenos, proibitivo para a maior parte do comum cidadão, vão “expulsando” a função residencial dos centros urbanos das cidades, tornando-as num deserto à noite, em contraste com o “reino” terciário, que caracteriza a cidade durante o dia (Galego, 1999). Os centros urbanos, que em tempos anteriores, se caracterizavam por grandes concentrações de população residente, más condições de habitabilidade e salubridade, perdem a sua população que parte destes locais em busca de melhores condições de habitação. O desperdício e degradação de recursos limitados como é o solo urbano e o património, e pela crescente subutilização do parque edificado, de equipamentos e infra-estruturas, tem caracterizado o desenvolvimento das aglomerações urbanas.

Ao mesmo tempo, nas áreas periféricas, dão-se importantes alterações. Apresentam preço de solo mais acessível e forte vitalidade demográfica, porém a forma como se processa a

construção, é desordenada, sem qualquer qualidade ambiental e funcional, e com graves carências na dotação de infra-estruturas básicas e equipamentos. O centro polariza os serviços que fazem funcionar a cidade e o deslocamento entre cidade e periferia torna-se necessário, pelo que o factor mobilidade adquire especial papel, variando de cidade para cidade conforme as infra-estruturas que possua. Os congestionamentos provocados pelas deslocações pendulares casa/trabalho-centro/periferia, poderão tornar-se insustentáveis pela pressão que colocam no meio ambiente.

Segundo Salgueiro (1999), com a continuação do crescimento da povoação, o número de centros secundários multiplica-se e, ao mesmo tempo, dá-se a sua diferenciação funcional, constituindo-se uma hierarquia de centros de diferentes níveis no interior da aglomeração urbana. Pelo que, quando o lugar atinge uma dimensão considerável começa a ser incómodo para os utentes das zonas mais afastadas efectuarem deslocações muito frequentes ao centro, então certas actividades migram daqui para regiões periféricas onde dão lugar a centros secundários (Figura 2.1).

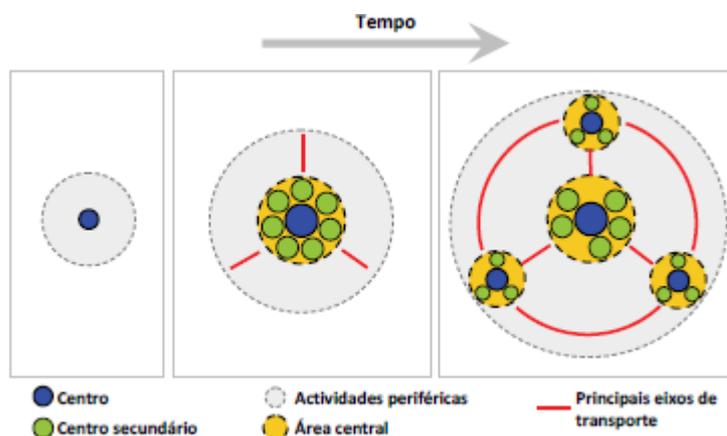


Figura 2.1 – Formação das cidades secundárias [Galego, 1999]

2.1.2. Fenómeno de urbanização e formação de cidade

Num contexto do desenvolvimento geral do fenómeno urbano tem-se dado destaque ao ciclo de vida das cidades. A sua evolução segue um determinado “ciclo”, dividindo-se em etapas de crescimento e estagnação/declínio (Galego, 1999). A cidade cresce mediante uma série de

condições favoráveis, rapidamente ou gradualmente, consoante as circunstâncias o permitam, com a necessária expansão física para além dos seus limites iniciais. De forma resumida, descrevem-se as 3 etapas de desenvolvimento da cidade:

- **Urbanização**, caracterizada por uma rápida expansão do tecido urbano, crescimento e concentração de pessoas e actividades. Ao longo do tempo, as pessoas abandonaram a ocupação dispersa para se concentrarem em aglomerados de pequenas dimensões, na tentativa de usufruir dos efeitos da economia de escala, na medida em que, se organiza o processo produtivo de maneira que se alcance a máxima utilização dos factores produtivos, procurando como resultado o incremento de bens e serviços (Figura 2.2).

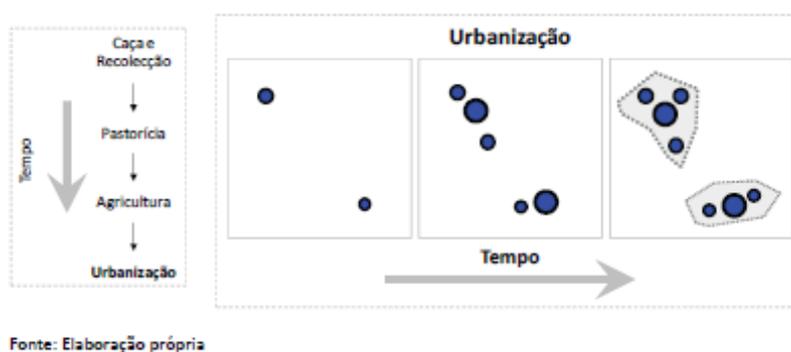


Figura 2.2 – Relação Tempo/Urbanização [Rodrigues, 2009]

- **Suburbanização**, a quando da dispersão desse crescimento, apoiado por uma evolução do sistema de transportes que se afirma neste cenário como um factor decisivo nessa mudança espacial. A descentralização da população residente para áreas mais periféricas à procura de melhores condições de vida deve ser encarada como positiva, o efeito polarizador do centro gera uma enorme dependência destas áreas, originando impactes negativos, como os enormes congestionamentos diários. Quanto ao número de habitantes diminuí enquanto o sector terciário continua a crescer em grande escala e vai ocupando maior área desse centro (Galego, 1999).
- **Desurbanização**, traduzindo-se em estagnação ou declínio. Com o contínuo abandono da população residente, o emprego e os equipamentos também se vão descentralizando. Os serviços procuram áreas menos congestionadas, por forma a

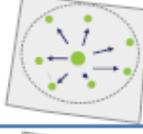
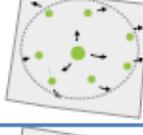
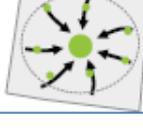
ficarem mais acessíveis, e começam a instalar-se nos subúrbios. Que por sua vez, começam a perder população, e as áreas rurais vão-se transformando em áreas urbanas (Galego, 1999). A descentralização da população residente, e posteriormente do emprego é um processo que caracteriza a Desurbanização (Van den Berg et al.,1982).

A **Reurbanização** poderá ser uma 4ª etapa de desenvolvimento, ao traduzir um aumento de população à cidade após perda anterior.

Ela reflectirá por parte das autoridades em desenvolver políticas globais e locais de modo a fazer renascer uma área em declínio. O primeiro sintoma do declínio urbano é a perda de população. Problemas que afectam as cidades são entre outras, as carências ao nível educativo e formativo, os baixos rendimentos, o desemprego, a dependência económica, a degradação das infra-estruturas, as más condições de habitabilidade, a poluição ambiental. Melhorando estes aspectos numa cidade em declínio através de políticas de gestão territorial restabelece-se condições de vida urbana perdidas, permitindo a fixação novamente de população com consequente crescimento (Galego, 1999).

No quadro seguinte resumem-se as etapas referidas anteriormente acompanhadas de ilustração.

Tabela 2.1 – Fases de desenvolvimento urbano [Rodrigues, 1999]

Fase	Variação da População	Processos	Espacialidade
I – Urbanização	Ganha o centro	Forte concentração da população e das actividades económicas no centro da aglomeração criando as condições para o surgimento de uma coroa periférica	
II – Suburbanização	Perde o centro, ganha a periferia	Desconcentração da população e do emprego das áreas centrais para a cintura periférica	
III – Desurbanização	Perde o centro, perde a periferia	Perda da população e do emprego no conjunto da aglomeração, devido à saída da população para espaços não metropolitanos e sobretudo devido ao decréscimo do êxodo rural para as grandes cidades	
IV – Reurbanização	Volta a ganhar o centro e a periferia cresce ligeiramente	Retoma do centro, acompanhada de processos de requalificação urbana de centros históricos e áreas pericentrais	

2.1.3. Políticas de planeamento urbano e territorial

As aceleradas mudanças económicas e sociais a que se assiste actualmente, com demasiada influência directa nos territórios, têm levado à interrogação sobre o papel do planeamento, dos seus métodos e dos seus objectivos.

A sustentabilidade urbana relaciona variáveis como a densidade, o uso do solo, desenho dos espaços públicos. Manipulando estas variáveis atinge-se um modo de alterar a cidade adequando-a às necessidades da população. Para além das características do uso do solo, as características socioeconómicas influenciam muito os padrões de mobilidade, por este motivo o sistema de transportes público deve ser delineado em conjunto com o planeamento urbano. A manipulação do uso do solo é um dos meios de induzir o modo como a população realiza as actividades humanas. A sua relação é recíproca. Ou seja, tanto o uso do solo influencia o modo de deslocamento da população, como o sistema de transportes influencia o uso do solo (Gomes,2009).

Nesta linha de pensamento com uma ideologia sustentável se define o objecto e a finalidade do planeamento e gestão do território, como o ordenamento territorial. Esta expressão significa a análise da distribuição dos locais destinados a habitação e a actividades produtivas e outras num dado espaço, bem como das formas de utilização pelos diversos agentes envolvidos.

As políticas territoriais são um conjunto de normas e intervenções ditadas ou adoptadas por iniciativa publica, tendo em vista o ordenamento do território atingindo um equilíbrio entre preservação e melhoria do meio ambiente e desenvolvimento económico, social e cultural do território, atraindo novos investimentos e apoio à população quer residente, quer com a função trabalhadora.

A sua eficácia é geralmente avaliada recorrendo à comparação com padrões de qualidade, quantidade, ou capacidade que são conhecidos à partida. Pois como qualquer outra política requerem um bom conhecimento da situação e uma clara definição dos fins e dos objectivos a cumprir com determinadas alterações do estado actual.

2.1.4. Sistemas de gestão territorial

2.1.4.1. Caracterização e Organização

O sistema de gestão territorial tem como base legal o Decreto de Lei Nº 310/2003 de 10 de Dezembro. Este define o regime de coordenação dos âmbitos nacional, regional e municipal do sistema de planificação territorial, o regime geral de uso do solo e a disciplina jurídica do procedimento de elaboração, aprovação, execução e avaliação dos instrumentos de gestão territorial em moldes significativamente inovadores.

De modo a abranger a totalidade do território, com racionalidade e valorização integrada das diversidades do todo território, o sistema de gestão territorial estrutura-se, como anteriormente foi referido, em 3 âmbitos distintos:

- O âmbito Nacional, define o quadro estratégico para o ordenamento do espaço nacional, estabelecendo as directrizes a considerar no ordenamento regional e municipal. A compatibilização entre os diversos instrumentos de política sectorial caracteriza a aplicação deste sistema a este nível. Envolve a consideração de directrizes próprias da Comunidade Europeia e permite reforçar a competitividade territorial de Portugal e a sua integração no espaço europeu e global.
- O âmbito Regional define o quadro estratégico para o ordenamento do espaço regional em estreita articulação com as políticas de desenvolvimento nacional e de desenvolvimento económico e social. Os planos regionais do sistema urbano, das redes de transporte, das infra-estruturas e equipamentos de interesse regional e assegurando a salvaguarda e valorização de áreas de interesse nacional.
- O âmbito Municipal, define de acordo com as directrizes do âmbito nacional e regional, e com opções próprias de desenvolvimento estratégico, o regime de uso do solo e respectiva regulamentação. Estabelecem o regime de uso do solo, definindo modelos de evolução previsível da ocupação humana e da organização de redes e sistemas urbanos e, na escala adequada, parâmetros de aproveitamento do solo, os seguintes planos:

- Plano Director Municipal (PDM)
- Plano de Urbanização (PU)
- Plano de Pormenor (PP)

Apenas a partir do final do século XX é que Portugal possui um conjunto alargado de instrumentos de planeamento e ordenamento do território, com a aprovação da Lei de bases da política de ordenamento do território e urbanismo (LBOTU).

2.2. Poluição Atmosférica

2.2.1. Definição

A utilização das diversas fontes de energia pelo homem tem sido uma das principais causas de danos ao meio ambiente. Vive-se uma situação ímpar na história da humanidade com a ascensão da consciência ambiental. Até então, o homem acreditava que os recursos naturais em seu conjunto fossem inesgotáveis, podendo ser consumidos indiscriminadamente, sem atentar para um possível problema de escassez.

No começo da era capitalista, no período da revolução industrial (início em meados do século XVIII em Inglaterra e a partir do século XIX para o resto do mundo) teve início um fenómeno de êxodo das populações das zonas rurais para se concentrarem em grandes centros urbanos onde se localizava grande parte da indústria criadora de empregos. O aumento da densidade populacional, aliado à elevada concentração de indústrias conduziu ao aparecimento de vários problemas de gestão e planeamento das cidades, e conseqüentemente a um dos principais problemas dos centros urbanos industrializados, a poluição atmosférica.

Se na primeira metade do século XX, a poluição atmosférica nos centros urbanos devia-se principalmente à existência de indústrias extremamente poluentes no seu interior, na segunda metade do século XX passou a ser a mobilidade das populações, o principal responsável pela poluição atmosférica.

O surgimento dos motores de combustão interna provocou o aparecimento de uma fonte móvel que se disseminaria ao longo das décadas como o objecto de desejo de todos os seres humanos: o automóvel. O automóvel passou a ser o meio de transporte utilizado por uma grande parte da população mundial, tornando-se a rapidamente no maior responsável pela poluição verificada em centros urbanos.

O combustível fóssil utilizados nos meios de transporte são os derivados do petróleo (gasolina e diesel) embora surjam, principalmente veículos de transporte colectivo de uso intensivo (táxis e autocarros) em grandes centros urbanos utilizando o gás natural. Os produtos da combustão do combustível são, além da energia gerada pela explosão no interior dos motores, o dióxido de carbono (CO_2) e a água (H_2O).

Mas uma vez que a combustão por norma não se processa totalmente são libertados produtos secundários, tais como o monóxido de carbono (CO) e hidrocarbonetos, que reagem com os vários elementos constituintes do ar originando outro tipo de poluentes (Silva, 2007).

Se em 1950 existiam a circular nas estradas mundiais cerca de 53 milhões de automóveis, estima-se que actualmente o número tenha crescido para cerca de 600 milhões. Segundo a AEA (Agencia Europeia do Ambiente), entre 1990 e 2009, a procura de automóveis cresceu aproximadamente um terço, originando um aumento de 27% nos gases com efeito de estufa (GEE) provenientes dos transportes no mesmo período. A mesma fonte refere que o sector dos transportes foi responsável por 24% de todas as emissões de GEE da União em 2009.

Segundo a Comissão Europeia, na Europa, 80% de toda a mobilidade é efectuada com recurso ao automóvel e 50% das viagens efectuadas com veículo particular são inferiores a seis quilómetros, facto que tem fortes implicações nos problemas ambientais das cidades. Se por um lado a necessária mobilidade é justificada pela expansão das áreas urbanas, onde por vezes carecem infraestruturas de transporte publico, por outro lado o aumento do nível de vida e do poder de compra dos cidadão induziram uma utilização recorrente do transporte individual em detrimento dos transportes públicos existentes.

Como consequência, é possível verificar nas grandes cidades do mundo industrializado engarrafamentos de trânsito que libertam grandes quantidades de poluentes para a atmosfera,

visíveis por vezes a olho nú, característicos de cidades com políticas de planeamento urbano ainda muito deficiente aliadas a uma parca utilização dos transportes públicos (Silva, 2007).

2.2.2. Classificação de poluentes atmosféricos

Os poluentes atmosféricos existem sob a forma de gases e de partículas e podem ser classificados quanto à sua origem como naturais ou artificiais, mais especificamente antropogénicos.

De entre os poluentes de origem natural, encontram-se por exemplo as cinzas e gases de emissões vulcânicas altamente tóxicas compostas principalmente por enxofre, partículas e gases de incêndios florestais que são emitidos para a atmosfera em consequência directa ou indirecta de qualquer actividade natural.

Quanto aos poluentes com origem antropogénica, como o nome indica, são poluentes emitidos para a atmosfera como consequência da actividade humana. São na sua grande maioria produzidos pela queima de combustíveis fósseis ou recicláveis.

Os poluentes atmosféricos são ainda divididos em duas categorias quanto à sua formação: primários e secundários (Figura 2.3). Deste modo existem os poluentes primários são aqueles libertados directamente das fontes de emissão, como o dióxido de enxofre (SO_2), os óxidos de nitrogénio (NO_x), o monóxido de carbono (CO), o dióxido de carbono (CO_2) e os compostos orgânicos voláteis (por exemplo o benzeno (C_6H_6) e metano (CH_4)).

Os poluentes secundários são formados na atmosfera através de reacção química entre poluentes primários e componentes naturais da atmosfera, destacando-se o peróxido de hidrogénio (H_2O_2), o ácido sulfúrico (H_2SO_4), o ácido nítrico (HNO_3), o trióxido de enxofre (SO_3), os nitratos (NO_3), os sulfatos (SO_4), o ozono (O_3) (APA, 2010).

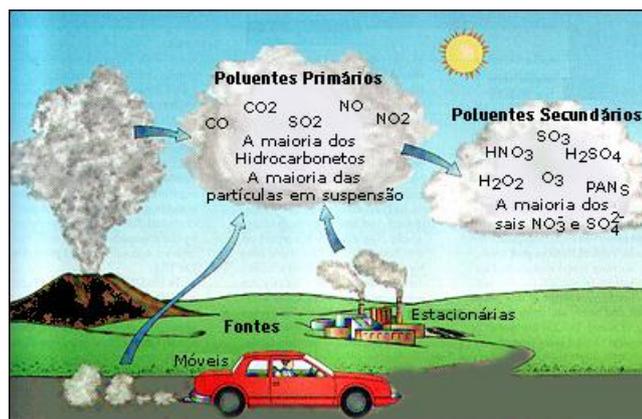


Figura 2.3 – Fontes de poluentes atmosféricos [APA,2010]

2.2.3. Caracterização dos principais poluentes atmosféricos

Dos inúmeros poluentes que actualmente contaminam a atmosfera, serão alvo de uma descrição mais aprofundada os mais comuns, relacionados com os sistemas de transporte, ou seja aqueles que existem em maior quantidade na atmosfera.

Deste modo consideram-se os seguintes poluentes atmosféricos:

- **Óxidos de Azoto (NO_x)**

Os óxidos de azoto são um grupo de gases muito reactivos e que são constituídos essencialmente por oxigénio e azoto, embora em teores desiguais.

Os compostos de azoto mais importantes em termos de poluição atmosférica são o monóxido de azoto e o dióxido de azoto. Os óxidos de azoto são normalmente emitidos para a atmosfera em resultado de processos de combustão a elevada temperatura, tais como os associados à queima de carvão, fuel e combustíveis automóveis.

Os gases de exaustão deste processo contêm principalmente NO. Uma vez na atmosfera, o poluente reage com o oxigénio e é lentamente oxidado a NO₂.



Por outro lado, o ozono e outros oxidantes atmosféricos convertem rapidamente o NO em NO₂, fazendo com que o tempo médio de vida no ar seja muito curto (Silva, 2007).



As principais fontes emissoras antropogénicas de NO_x são os veículos automóveis (55%), equipamentos eléctricos (22%) em paralelo com fontes industriais/comerciais/residenciais (Silva, 2007).

Quanto ao impacto na saúde e no ambiente, os óxidos de azoto são a principal causa das chuvas ácidas e conseqüente acidificação das águas, pela redução da visibilidade através da sua capacidade em absorver a radiação visível e sendo classificados como gases de estufa, são responsáveis pela alteração a nível global, contribuindo para o aumento da temperatura.

Inerentes a estas características estão os problemas na função respiratória como principal efeito na saúde após exposição prolongada. A sua toxicidade aumenta na presença do ozono.

- **Monóxidos de Carbono (CO)**

O monóxido de carbono é um gás levemente inflamável, incolor, inodoro e muito perigoso devido à sua grande toxicidade. É produzido pela queima incompleta de combustível (em condições de pouco oxigénio), sendo os veículos motorizados a fonte mais significativa. É um composto com grande estabilidade e um tempo de residência médio da ordem de 1 a 2 meses. Os níveis mais elevados de CO ocorrem normalmente nos meses mais frios, quando as condições de inversão atmosférica são mais frequentes. A poluição fica “encurralada”, permanecendo junto ao solo debaixo de uma camada de ar morno (Silva, 2007).

A exposição a elevadas concentrações deste gás causa uma diminuição dos reflexos e de executar tarefas complexas, assim como da capacidade de aprendizagem ou de trabalho. Para além destes problemas, a repetida exposição pode contribuir para problemas do foro cardiovascular (Silva, 2007).

- **Partículas (PM₁₀)**

As partículas presentes no ar, são constituídas por poluentes no estado sólido, microscópicos, e pequenas gotículas, provenientes de várias origens ao longo do sistema de combustão e transportadas pelos gases de exaustão (Poschl, 2005). São elas as principais responsáveis pela penumbra amarela característica de locais muito poluídos.

A sua composição e tamanho dependem das fontes de emissão. O tamanho das partículas é expresso em relação ao seu tamanho aerodinâmico, definido como o diâmetro de uma esfera densa que tem a mesma velocidade de sedimentação que a partícula em questão.

Em termos ambientais a presença de partículas PM₁₀ ($\leq 10 \mu\text{m}$ e $2,5 \mu\text{m}$) na atmosfera, provoca a perda de visibilidade, danos à vegetação e deterioração do solo. A nível de saúde, estudos científicos comprovam a exposição a elevadas concentrações de partículas inaláveis, como causa de inúmeros problemas respiratórios, nomeadamente agravamento de asma, aumento de tosse e respiração dolorosa, bronquite crónica, diminuição da função pulmonar e morte prematura.

- **Dióxido de Carbono (CO₂)**

O dióxido de carbono é um composto químico, classificado de gás de estufa, é o principal responsável pelo aumento do aquecimento global, fruto desse fenómeno, com elevados impactos nos ecossistemas, na saúde humana e nas actividades económicas. Essencial à vida no planeta, é reciclado na atmosfera através do processo de fotossíntese, tornando possível o desenvolvimento de seres aeróbios no planeta Terra.

O excesso de CO₂ é emitido para a atmosfera resulta da queima de combustíveis fósseis principalmente pelo sector industrial e de transportes.

- **Ozono (O₃)**

O ozono é o mais importante dos oxidantes fotoquímicos. O ozono presente na troposfera e na estratosfera apresenta a mesma estrutura química, mas dependendo da sua localização pode causar benefício ou prejuízo à vida na Terra (Silva, 2007).

Existindo em grande quantidade na estratosfera (a uma altitude de 15 a 50 km), onde absorve a radiação ultravioleta, passou a designar-se como “Camada do Ozono”. Nesta camada, o ozono existe de origem natural desempenhando um papel fundamental na protecção do planeta Terra, dos raios ultravioletas provenientes do sol, permitindo assim a existência de vida.

O ozono que surge nas camadas mais baixas da atmosfera, denominado de ozono troposférico, ao contrário do referido anteriormente, é um poluente formado em resultado da actividade fotoquímica, sendo por essa razão denominado de “poluente de Verão” (Silva, 2007).

O ozono troposférico pode causar danos graves na saúde a nível do sistema respiratório e ao ambiente o seu efeito reflecte-se na flora pela incapacidade em armazenar alimento, tornando-as susceptíveis a doenças.

- **Compostos Orgânicos Voláteis – Benzeno (C₆H₆)**

O benzeno é um líquido estavel e incolor, que possui um ponto de ebulição relativamente baixo e uma elevada pressão de vapor, características que lhe conferem a capacidade de rápida evaporação à temperatura ambiente e elevada capacidade inflamável.

As suas emissões surgem durante o processamento de produtos de petróleo, na queima de carvão, bem como aquando da utilização destes produtos, entre outros. O benzeno existe no ar predominantemente na fase de vapor, dependendo de factores ambientais e químicos, com um tempo de residência que varia entre algumas horas a alguns dias. A sua remoção do ar precessa-se essencialmente através da chuva com a consequente contaminação da superfície terrestre e águas (Silva, 2007).

O benzeno é facilmente absorvido pelos humanos através da inalação, sendo a absorção através da pele baixa, com efeitos inerentes adversos, devido ao facto de ser um composto cancerígeno humano.

2.2.4. Avaliação de concentrações de poluentes atmosféricos

Com vista a uma melhoria da qualidade do ar é necessário a realização de medições dos vários poluentes presentes em cada local de recolha de dados.

A avaliação da qualidade do ar pode ser episódica ou de tendências. A avaliação episódica é útil em sistemas de informação de alerta à população, funcionando em tempo real de forma combinada, identificando problemas associados a picos de poluição, isto é, episódios de elevadas concentrações que ocorrem durante um curto período de tempo. Os dados de entrada são oriundos de medições feitas em tempo real, normalmente numa base média/pontual horaria ou diária. Se estes sistemas, tiverem como dados de entrada médias de longo termo (semestrais, anuais), avaliam tendências do ar (Silva, 2007).

O índice de qualidade do ar (IQar), desenvolvido pelo Ministério do Ambiente português (DGQA, 2001), é um índice que é determinado em tempo real, através das estações de medição localizadas nas aglomerações urbanas existentes em Portugal (Silva, 2007).

No período de tempo entre 2001 e 2005, a evolução da qualidade do ar em Portugal é notória devido à também evolução legal durante este período – Decreto-Lei n.º 111/2002 e Decreto-Lei n.º 320/2003 (assunto a abordar em subcapítulo posterior), ocorre uma evolução da rede de monitorização, aumentando progressivamente o número de estações, registando-se deste modo uma grande melhoria ao nível da eficiência na medição dos vários poluentes atmosféricos (APA, 2008).

Este índice foi desenvolvido para poder traduzir a qualidade do ar, especialmente nas aglomerações existentes no país, mas também nalgumas áreas industriais e cidades.

O IQar de uma determinada área resulta da média aritmética calculada para cada um dos poluentes medidos, em todas as estações da rede da mesma área. Os valores determinados são posteriormente comparados com as gamas de concentrações associadas a uma escala de cores, sendo os poluentes com a concentração mais elevada os responsáveis pelo IQar.

O cálculo do IQar engloba cinco poluentes atmosféricos:

- Dióxido de Azoto (NO₂) – média horária

- Dióxido de Enxofre (SO₂) – médias horárias
- Ozono (O₃) – médias horárias
- Monóxido de Carbono (CO) – médias octohorárias
- Partículas inaláveis (PM₁₀) – média diária

Varia de Muito Bom a Mau para cada poluente de acordo com a matriz de classificação apresentada na Tabela 2.2.

A classificação da qualidade do ar, segundo esta metodologia, está dependente da pior classificação verificada entre os diferentes poluentes considerados, pelo que o IQar será definido a partir do poluente que apresentar pior classificação (Silva, 2007).

Tabela 2.2 – Classificação do índice de qualidade do ar para o ano 2010 [Silva, 2007]

Poluente	CO (µg/m ³)		NO ₂ (µg/m ³)		O ₃ (µg/m ³)		PM ₁₀ (µg/m ³)		SO ₂ (µg/m ³)	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Mau	10000	-----	400	-----	240	-----	120	-----	500	-----
Fraco	85000	9999	200	399	180	239	50	119	350	499
Médio	7000	8499	140	199	120	179	35	49	210	349
Bom	5000	6999	100	139	60	119	20	34	140	209
Muito Bom	0	4999	0	99	0	59	0	19	0	139

2.2.5. Modelo de dispersão de poluentes atmosféricos

Vários modelos previsionais de poluição atmosférica foram desenvolvidos com o objectivo de servirem de suporte na modelação da qualidade do ar. Caracterizam-se por permitirem estimar ou prever o comportamento dos poluentes atmosféricos emitidos por uma determinada fonte, como uma unidade industrial, ou tráfego automóvel.

Um dos modelos recomendados pela Agência Europeia do Ambiente (AEA), foi desenvolvido em Inglaterra em 2001 pela “Cambridge Environmental Research Consultants (CERC)”, e é utilizado para avaliação da poluição atmosférica à escala local em meio urbano, no que se refere nomeadamente aos compostos SO₂, NO_x e Pb, classificando-se como modelo de microescala segundo Orlanski em 1975 (Silva, 2007).

O modelo, cujo fluxograma se encontra esquematizado na Figura 2.4, é constituído por dois módulos principais: Modelo Meteorológico e Modelo de Transporte de Poluentes.

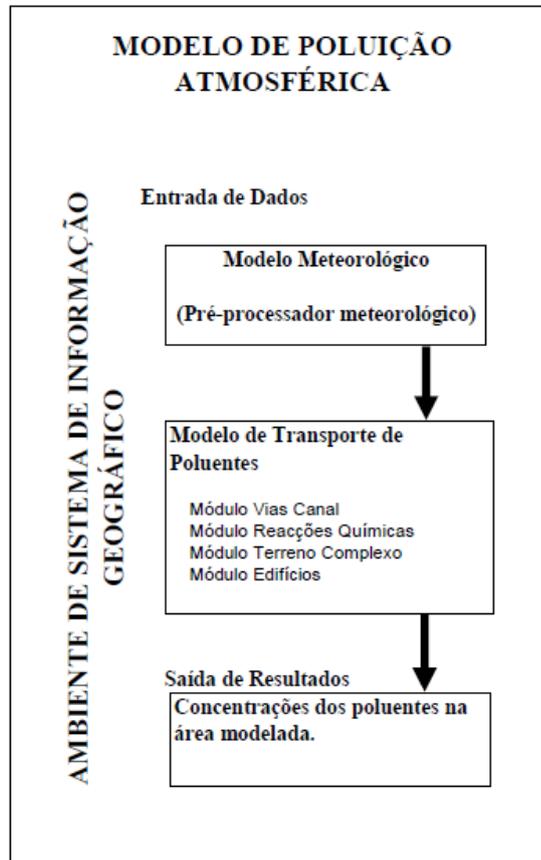


Figura 2.4 – Fluxograma do Modelo de Poluição Atmosférica [Silva, 2007]

O modelo meteorológico tem como objectivo caracterizar a camada limite da atmosfera, sendo os parâmetros aqui calculados utilizados pelos modelos subsequentes. A camada limite da atmosfera, correspondem às primeiras centenas de metros acima da superfície, apresentando valores muito diferentes dos observados na atmosfera livre, onde se verifica em geral uma estabilidade estática, devido ao facto de não se fazer sentir o ciclo diurno aquecimento/arrefecimento do solo (Miranda, 2001). A camada limite é uma zona preferencial para a formação de turbilhões mecânicos e térmicos (Cooper et al., 2002).

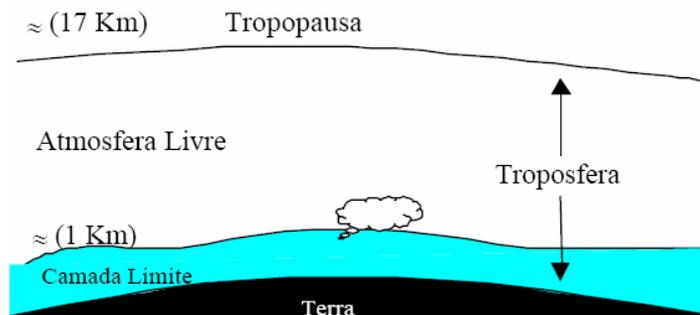


Figura 2.5 – Estrutura vertical Troposfera [APA, 2010]

O modelo de transporte de poluentes, é o modelo de dispersão de poluentes propriamente dito, pois faz o cálculo do transporte de poluentes na atmosfera desde as fontes emissoras, até aos pontos identificados como receptores (pontos a modelar) (Silva, 2007).

À escala local, em geral, o fluxo do ar e conseqüente transporte de poluentes é muito complexo na medida e que depende das características da superfície (forma dos edifícios, orientação em relação ao vento, etc.). Embora os efeitos térmicos possam contribuir para a criação destes fluxos, eles são principalmente determinados pelos efeitos aerodinâmicos (fluxo de canais, rugosidade, etc.).

Por forma a contabilizar todos estes fenómenos que caracterizam a realidade das características da superfície, o modelo de transporte possui os seguintes módulos integrados: módulo de cálculo de concentrações em vias tipo canal e módulos que permitem o cálculo dos fluxos e concentrações sobre terrenos complexos e em torno de edifícios considerados dominantes. Para além destes, utiliza um módulo de cálculo de reacções químicas que traduz a reacção entre poluentes existentes na atmosfera ou com os componentes naturais do ar.

Destacam-se duas características que o distinguem dos restantes modelos de poluição atmosférica existentes no mercado: a utilização de um perfil vertical de concentrações não Gaussiano para condições atmosféricas convectivas da camada limite e a adopção do comprimento Monin-Obukhov (representa a altura da camada limite da atmosfera onde os efeitos da turbulência mecânica se equivalem aos efeitos da turbulência convectiva) para caracterizar a estabilidade da camada limite em vez da escala de estabilidade atmosférica Pasquill-Gifford, considerada mais imprecisa, ou seja descrevem a difusão de poluentes e que

utilizam como dados meteorológicos de entrada os dados do nível do solo, que podem representar directamente a turbulência atmosférica (Ferreira, 2008).

2.2.6. Qualidade do ar

2.2.6.1. Efeitos genéricos da poluição do ar

Os efeitos da poluição atmosférica são numerosos e diversos, estendendo-se dos toxicológicos aos económicos. Materiais, animais, vegetais e pessoas podem ser indiscriminadamente molestados pelos efeitos de poluentes, quer directa, quer indirectamente.

Entre os efeitos na saúde humana referem-se os problemas ao nível dos sistemas cardiovascular e respiratório, principalmente dos grupos sensíveis cuja capacidade respiratória se encontra em formação ou debilitada – crianças, idosos e indivíduos com problemas respiratórios (Figura 2.6).

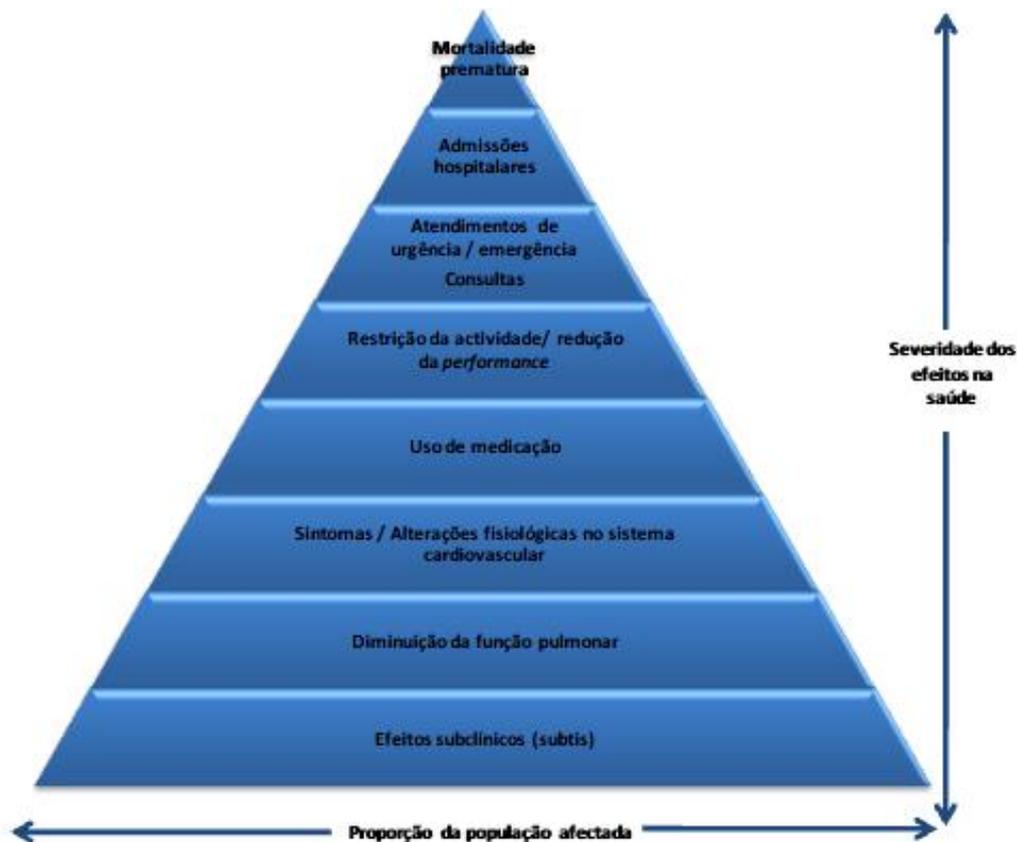


Figura 2.6 – Efeitos da poluição atmosférica na saúde humana [APA, 2010]

Quanto aos danos nos ecossistemas podem citar-se a oxidação de estruturas da vegetação, para além de que os poluentes penetram nas plantas através da respiração normal, provocando a interrupção da fotossíntese entre outros fenómenos. Finalmente, quando se fala de prejuízos ao nível do património construído pode dar-se como exemplo o caso dos poluentes acidificantes que atacam quimicamente estruturas construídas, causando a degradação dos materiais.

Os efeitos dos poluentes atmosféricos variam em função do tempo e das suas concentrações. Este facto faz com que, normalmente, se fale em efeitos crónicos e agudos da poluição atmosférica. Os efeitos agudos traduzem as altas concentrações de um dado poluente que, ao serem atingidas, podem ter logo repercussões nos receptores. Os efeitos crónicos estão relacionados com uma exposição muito mais prolongada no tempo e a níveis de concentração mais baixos. Embora este nível seja mais baixo, a exposição dá-se por um período prolongado, o que faz com que possam aparecer efeitos que derivam da exposição acumulada a esses teores poluentes (APA, 2010).

As emissões atmosféricas geram problemas a diferentes escalas, desde uma escala local (p.ex. as concentrações de monóxido de carbono - CO - provenientes do tráfego junto a estradas congestionadas) até à escala global (cujo melhor exemplo são as alterações climáticas que se traduzem, entre muitos outros efeitos, pelo aquecimento global do planeta com todas as repercussões daí resultantes) (APA, 2010).

2.2.6.2. Legislação actual sobre qualidade do ar

A crescente preocupação com a gestão da qualidade do ar levou a que a União Europeia definisse várias directivas acerca deste assunto, reconhecendo a necessidade de reduzir a poluição para níveis que minimizem os efeitos prejudiciais na saúde humana, tendo especialmente em conta os grupos de população mais vulneráveis, e no ambiente na sua globalidade, de melhorar a monitorização e avaliação da qualidade do ar, incluindo a deposição de poluentes, e de informar o público.

Desde a década de 80 que em Portugal se iniciou o processo de legislação sobre a gestão da qualidade do ar. O decreto de lei nº 255/80 surgiu como resposta legal à intensificação do processo de desenvolvimento económico e social do País, que vinha provocando sucessivas degradações da qualidade do ambiente, cujos efeitos eram particularmente visíveis nas zonas onde esse desenvolvimento era mais acentuado, bem como pela observação de experiência já vivida por países em estado de industrialização mais avançado que Portugal.

Recentemente, toda a legislação comunitária nesta matéria foi revista no âmbito do Sexto Programa de Acção em matéria de Ambiente intitulado “Ambiente 2010: o nosso futuro, a nossa escolha”, segundo o período decorrente entre 22 de Julho de 2002 e 21 de Julho de 2012. Teve o objectivo de incorporar os últimos progressos científicos e técnicos neste domínio bem como a experiência adquirida nos Estados-Membros, tendo sido publicada a Directiva 2008/50/CE de 21 de Maio, relativa à qualidade do ar ambiente e a um ar mais limpo na Europa.

Esta directiva é uma das principais medidas implementadas para combater a poluição atmosférica ao abrigo da estratégia temática sobre a poluição atmosférica e a primeira directiva onde se incluem limites para concentrações de PM_{2.5} (partículas finas em suspensão) no ambiente. Concede um prazo de dois anos (a partir de 11 de Junho de 2008) aos governos para harmonizarem as respectivas legislações com as disposições por ela definidas.

Estabeleceu medidas destinadas a:

1. Definir e fixar objectivos relativos à qualidade do ar ambiente destinadas a evitar, prevenir ou reduzir os efeitos nocivos para a saúde humana e para o ambiente na sua globalidade;
2. Avaliar, com base em métodos e critérios comuns, a qualidade do ar ambiente nos Estados-Membros;
3. Obter informações sobre a qualidade do ar ambiente a fim de contribuir para a luta contra a poluição atmosférica e os efeitos nocivos e acompanhar as tendências a longo prazo bem como as melhorias obtidas através de medidas nacionais e comunitárias;
4. Garantir que as informações sobre a qualidade do ar ambiente sejam postas à disposição do público;
5. Manter a qualidade do ar ambiente, quando é boa, e melhorá-la nos outros casos;
6. Promover uma maior cooperação entre os Estados-Membros para reduzir a poluição atmosférica.

A nível da responsabilidade, os estados membros designam, aos níveis adequados, as autoridades competentes e os organismos responsáveis pela:

- a) Avaliação da qualidade do ar ambiente;
- b) Aprovação dos sistemas de medição (métodos, aparelhos, redes, laboratórios);
- c) Garantia da precisão das medições;
- d) Análise dos métodos de avaliação;
- e) Coordenação no seu território dos programas comunitários de garantia de qualidade organizados pela Comissão;
- f) Cooperação com os Estados-Membros e a Comissão.

Esta Directiva foi transposta para a ordem jurídica nacional pelo Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de Setembro, que agregou ainda a quarta Directiva filha (Directiva 2004/107/CE, de 15 de Dezembro).

Este diploma introduz novos elementos relevantes na avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente, especialmente na regulamentação e vigilância das partículas finas, com o estabelecimento de um valor alvo a ser cumprido a partir de 2010 – que em 2015 passa a valor limite. É ainda estabelecido, com base num indicador médio de exposição, um limite de concentração de exposição de PM_{2.5} a cumprir em 2015, e um objectivo de redução nacional a cumprir em 2020.

Consolida o regime jurídico relativo à avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente, que se encontrava disperso por vários diplomas: o Decreto-Lei n.º 351/2007, de 23 de Outubro, Decreto-Lei n.º 279/2007, de 6 de agosto, Decreto-Lei n.º 320/2003, de 20 de Dezembro, Decreto-Lei n.º 111/2002, de 16 de Abril, e Decreto-Lei n.º 276/99, de 23 de Julho (Figura 2.7).

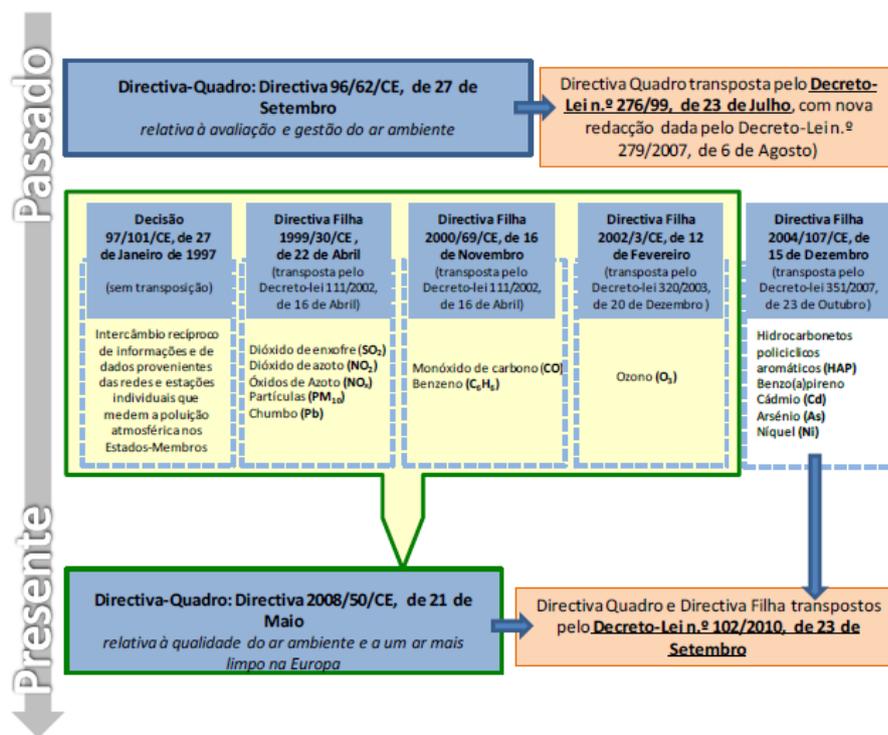


Figura 2.7 – Enquadramento legislativo da avaliação e gestão do ar ambiente na União Europeia e em Portugal [APA, 2010]

A legislação prevê valores limite para todos os poluentes urbanos, sendo que os valores limite para protecção da saúde humana das concentrações atmosféricas são as que se apresentam nas seguintes tabelas:

Tabela 2.3 – Valores relativos ao NO₂ definidos no Decreto-Lei n.º 102/2010 para a protecção da saúde humana

Poluente	NO ₂	
	Decreto-Lei 102/2010	
Parâmetro	Média horária (µg/m ³)	Média anual (µg/m ³)
Data de cumprimento do valor limite	a partir de 1 de Janeiro de 2010	a partir de 1 de Janeiro de 2010
LIA	100 ^a	26 ^b
LSA	140 ^a	32 ^b
VL	200 ^a	40 ^b
MT 2009	10	2 ^b
VL+MT 2009	210 ^a	42 ^b
Limiar de alerta	400 ^c	

LIA - Limiar inferior de avaliação; LSA - Limiar superior de avaliação; VL - Valor limite; MT - Margem de tolerância;

^a a não ultrapassar mais do que 18 vezes num ano. É avaliado usando o indicador 19º máximo horário, quando comparado com os valores registados nas estações de monitorização de qualidade do ar;

^b é avaliado usando o indicador média anual, quando comparado com os valores registados nas estações de monitorização de qualidade do ar;

^c a não ultrapassar numa área superior a 100km² ou numa aglomeração consoante a que apresentar menor área, durante 3 ou mais horas consecutivas.

Tabela 2.4 – Valores relativos ao PM₁₀ definidos no Decreto-Lei n.º 102/2010 para a protecção da saúde humana

Poluente	PM ₁₀	
	Decreto-Lei 102/2010	
Parâmetro	Média diária (µg/m ³) ^a	Média anual (µg/m ³)
Data de cumprimento do valor limite	a partir de 1 de Janeiro de 2005	a partir de 1 de Janeiro de 2005
LIA	25 ^a	20
LSA	35 ^a	28
VL	50 ^a	40

LIA - Limiar inferior de avaliação; LSA - Limiar superior de avaliação; VL - Valor limite;

^a a não ultrapassar mais do que 35 vezes num ano. É avaliado usando o indicador anual 36º máximo diário, quando comparado com os valores registados nas estações de monitorização de qualidade do ar;

Tabela 2.5 – Valores definidos para o O₃ no Decreto-Lei n.º 102/2010, para a protecção da saúde humana

Poluente	O ₃	
	Decreto-Lei 102/2010	
Parâmetro	Média horária (µg/m ³)	Máximo diário das médias móveis octo-horárias (µg/m ³)
Limiar de Alerta	240	
Valor alvo 2010		120 ^a
Objectivo de longo prazo para a protecção da saúde humana 2020		120 ^b

^a a não exceder em mais de 25 dias por ano civil, calculado em média em relação a 3 anos. A ultrapassagem ou não de mais de 25 vezes por ano dos valores estipulados para máximo diário das médias móveis octo-horárias é avaliada usando o indicador 26º máximo diário das médias móveis octo-horárias;

^b num ano civil. É avaliada usando o indicador máximo diário das médias móveis octo-horárias.

Tabela 2.6 – Valores definidos para o CO no Decreto-Lei n.º 102/2010, para a protecção da saúde humana

Poluente	CO
Diploma legal	Decreto-Lei 102/2010
Parâmetro	Máximo diário das médias móveis octo-horárias (mg/m ³)
Valor limite	10

A Agência Portuguesa do Ambiente (APA), Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR) e Inspeção Geral do Ambiente e do Ordenamento do Território (IGAOT) são as entidades competentes responsáveis pelos objectivos descritos no diploma.

Compete à APA, na qualidade de autoridade nacional, de laboratório de referência nacional acreditado de acordo com a norma NP EN ISO 17025, entre outras actividades: analisar as metodologias de avaliação da qualidade do ar ambiente, aprovar as redes de medição, aprovar os sistemas de medição e emitir directrizes que garantam a exactidão das medições. A fiscalização fica a cargo da IGAOT e às CCDR.

2.3. Ruído Ambiental

2.3.1. Definição

O som propaga-se no ar através de um movimento ordenado das partículas que o constituem, devido a vibrações que fazem com que as partículas do ar que nos rodeiam, entrem numa oscilação que dá origem ao som que o ouvido humano detecta. A propagação do som no espaço deve-se ao facto de umas partículas transmitirem o seu movimento às suas partículas vizinhas (e assim sucessivamente), levando a que a oscilação inicialmente produzida, se propague através do espaço aberto, até chegar aos nossos ouvidos.

O ruído é um conceito subjectivo, definindo-se como um som indesejável, causando no receptor após períodos longos de exposição, reacções adversas (Bernhard, 2007). O mesmo som pode ser considerado ruído para uma pessoa e um som agradável para outra. Além disso, uma pessoa não pode ser perturbada por um som durante o dia, mas durante a noite esse mesmo som pode transformar-se num ruído. Nenhum som é ruído se ninguém o ouve e define.

Em ambiente urbano, o ruído proveniente dos transportes são os principais responsáveis pela degradação da qualidade do ambiente, sendo as actividades industriais e comerciais as outras causas do incómodo.

Para um melhor esclarecimento acerca do significado físico do som, definem-se determinados parâmetros físicos, que permitem a definição de cada som e distinção de outros sons, num subcapítulo posterior.

2.3.2. Enquadramento legal do ruído ambiental

O ruído ambiente é um problema de saúde pública de grande relevância nas sociedades modernas, quer seja ele produzido pelos transportes ou pela indústria e as actividades de recreio, e é a fonte de um número cada vez maior de queixas.

Em Portugal, tal como em toda a Europa, a incomodidade decorrente de diversas fontes ruidosas constitui um dos principais focos de reclamações ambientais junto de entidades competentes. Devido a este facto, o sexto programa comunitário de acção em matéria de ambiente, fixou o objectivo de reduzir substancialmente o número de pessoas sujeitos a uma exposição prolongada a níveis médios de ruído, em especial ao ruído do tráfego, e preparou a próxima etapa dos trabalhos referentes à directiva 2002/49/CE (DRA). Previu-se, para tal, dois tipos de acções: por um lado completar e aperfeiçoar as medidas relativas às emissões sonoras provenientes de serviços e produtos, por outro lado desenvolver e aplicar instrumentos de minimização do ruído, através do fomento de medidas técnicas e de um planeamento sustentável dos transportes.

Além disso, a directiva 2002/49/CE, pretendeu também fornecer a base para o desenvolvimento de medidas comunitárias para a redução do ruído emitido pelas principais fontes, em especial veículos e infra-estruturas rodoviárias e ferroviárias, aeronaves, equipamento industrial, focada em quatro princípios fundamentais:

- Monitorizar o problema ambiental:

As autoridades competentes nos estados membros são solicitadas para efectuar mapas de ruído para auto-estradas, vias ferroviárias, aeroportos e aglomerações urbanas. Os mapas de ruído são uma representação visual da distribuição espacial dos indicadores de ruído ambiente, em que o indicador de ruído é apresentado com uma determinada cor correspondente ao nível de ruído (Figuras 2.8 e 2.9). O esquema de cores é definido pela norma NP1730-2. Assim para cada indicador tem-se uma carta em que se consegue analisar a variação do nível de ruído em função da variação da cor. Utilizam indicadores de ruído harmonizados com a legislação, tais como, Lden (indicador de ruído diurno-entardecer-nocturno) e Ln (indicador de ruído nocturno).



Figura 2.8 – Mapa de ruído diurno-entardecer-nocturno [SMARBRAGA, 2012]



Figura 2.9 – Mapa de ruído nocturno de Braga [SMARBRAGA,2012]

- Informar e consultar as populações:

A população necessita de estar informada e ser consultada sobre a exposição ao ruído e saber quais os seus efeitos, assim como, as medidas a serem tomadas para diminuí-los.

- Tratar de questões de ruído local:

Os mapas de ruído são ferramentas estratégicas de análise e de planeamento que permitem integrar a prevenção e controle de ruído em ordenamento do território. Compete a tarefa de elaboração, alteração e revisão dos planos de ordenamento de território aos próprios municípios ou institutos responsáveis pela tutela do ambiente.

- Desenvolver uma estratégia europeia com “visão” a longo prazo:

Incluindo os objectivos de reduzir o número de pessoas afectadas pelo ruído e fornecer um quadro para desenvolvimento, da política comunitária em vigor, sobre redução de ruído da fonte.

Deste modo, considerou-se importante proceder a várias alterações de normas, do regime legal português sobre poluição sonora, que resultaram desde o primeiro Regulamento Geral de Ruído - Decreto-Lei n.º 251/87, no novo Regulamento Geral de Ruído (RGR) – decreto de

lei n.º 9/2007 de 17 de Janeiro (rectificado pela Declaração de Rectificação n.º18/2007, de 16 de Março, e alterado pelo Decreto-lei n.º 278/2007, de 1 de Agosto), em que a prevenção do ruído e o controlo da poluição sonora tomaram novo significado. (APA- Agência Portuguesa do Ambiente, 2010).

Fica legalmente definido a classificação de zonas em sensíveis ou mistas conforme a vocação destinada. Áreas vocacionadas para usos habitacionais existentes ou previstos, bem como para escolas, hospitais, espaços de recreio e lazer e outros equipamentos colectivos são classificadas de zonas sensíveis e as áreas cuja vocação seja afectada em simultâneo às utilizações referidas bem como a outras utilizações, nomeadamente comércio e serviços, são classificadas de mistas (Silva, 2007).

O Regulamento Geral de Ruído, define para define três períodos de dia:

- o período diurno compreendido entre as 7.00h e as 20.00h
- o período entardecer compreendido entre as 20.00 e 23.00 horas
- o período nocturno compreendido entre as 23.00h e as 7.00h.

Indicadores de ruído com o objectivo de permitir uma avaliação global e expedita das condições de exposição das populações ao ruído, incluindo o ruído rodoviário. Define-se L_d , como o indicador de ruído diurno, L_e o indicador de ruído do entardecer, L_n o indicador de ruído nocturno e L_{den} , como sendo o indicador composto dos três períodos: dia-entardecer-noite.

O Decreto-Lei n.º 9/2007 regula a produção de ruído nas zonas sensíveis e mistas a valores máximos apresentados, a seguir, na Tabela 2.7.

Tabela 2.7 – Valores limite de exposição [DL 9/2007]

Tipo de zona	Descritor L_{den} [dB(A)]	Descritor L_n [dB(A)]
Zona Mista	≤ 65 ^{a)}	≤ 55 ^{a)}
Zona Sensível	≤ 55 ^{a)}	≤ 45 ^{a)}

Ainda de acordo com o RGR, a redução dos níveis sonoros com origem no tráfego rodoviário, passa pela aplicação de medidas na fonte de ruído, no meio de propagação e excepcionalmente nos receptores sensíveis. Das medidas tomadas usualmente, destacam-se a colocação de barreiras acústicas (Figura 2.10) e construção de pavimentos silenciosos, que combinados ao controlo do tráfego (com a limitação de velocidade), são soluções com vista à limitação do ruído.



Figura 2.10 – Barreiras acústicas

2.3.3. Quantificação do ruído ambiental

2.3.3.1. Definições

As ondas sonoras produzidas por corpos em vibração, são caracterizadas por 3 parâmetros: a amplitude, o comprimento de onda e o período (Figura 2.11).

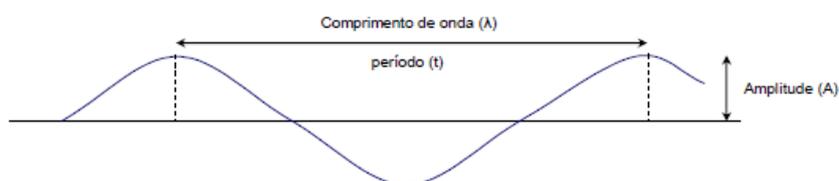


Figura 2.11 – Parâmetros físicos [Santos, 2007]

A amplitude (A) corresponde ao maior desvio que a pressão acústica efectua em relação ao valor equivalente ao repouso. Quanto maior for a amplitude da onda de pressão, maior será a

oscilação das partículas do ar, e maior é a distância que o som pode percorrer. Quanto mais alto for o som, maior é a amplitude da onda de pressão acústica.

O período (t) é o tempo, medido em segundos, de um ciclo completo de uma oscilação de uma onda.

O comprimento de onda (λ) corresponde à distância entre dois pontos sucessivos na mesma fase de vibração, ou seja, a distância, medida em metros, entre as cristas da onda sonora. É definido pelo inverso da frequência de um som e é dado pela seguinte equação:

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (3)$$

Em que:

λ é o comprimento de onda (m/ciclos);

c é a velocidade do som (344 m/s);

f é a frequência (Hz ou ciclos/s).

A frequência (f) é outro dos parâmetros importantes na caracterização do som e corresponde ao número de ciclos que uma onda sonora completa por segundo, sendo a unidade de medida o Hertz (Hz).

O sistema auditivo humano consegue captar sons numa gama de frequências entre os 20 Hz e os 20.000Hz. Sons com frequências mais baixas são denominados de infra-sons, alguns dos quais podem ser sentidos pelo corpo sob a forma de vibrações. Sons com frequências mais altas são designados de ultra-sons, audíveis por alguns animais (cães, baleias, morcegos e outros).

Em acústica, a escala de frequências é dividida em intervalos normalizados designados de bandas, com largura de 1/1 oitava, 1/3 de oitava ou outra subdivisão, dependendo do detalhe que se pretenda (Figura 2.12). Cada oitava representa um intervalo utilizado em música para designar que entre duas notas a frequência duplica ou diminui para metade.

Desse modo, um som de 100 Hz tem uma frequência de 200 Hz quando emitido numa oitava acima e 400 Hz quando emitido duas oitavas acima e assim sucessivamente (Silva, 2007).



Figura 2.12 – Espectro de frequências em bandas de oitava e 1/3 de oitava [Carvalho, 2008]

A intensidade do som ou ruído está directamente relacionada com a amplitude das flutuações de pressão transmitidas através do ar e que chegam ao ouvido.

É usual exprimir o nível de pressão sonora em decibel, dB. O decibel é uma razão logarítmica entre a pressão sonora verificada e o valor de referência. A escala de valores de nível de pressão sonora (L_p) varia entre 0 dB (limiar da audição) e 130 dB (limiar da dor). O nível de pressão sonora é calculado pela seguinte equação (Wayson, 1998).

$$L_p = 10 \log_{10} \left(\frac{p^2}{p_0^2} \right) \quad (4)$$

Em que:

L_p representa o nível de pressão sonora (dB);

p a pressão sonora instantânea (Pa);

p_0 a pressão sonora de referência (2×10^{-5} Pa = 20μ Pa).

O valor da pressão instantânea que se lê no sonómetro é o resultado da equação 3.2.

O uso do logaritmo não só reduz a larga escala de valores que devem ser tratados, como também corresponde mais aproximadamente à forma como os ouvidos humanos apercebem ou captam o som (Figura 2.13).

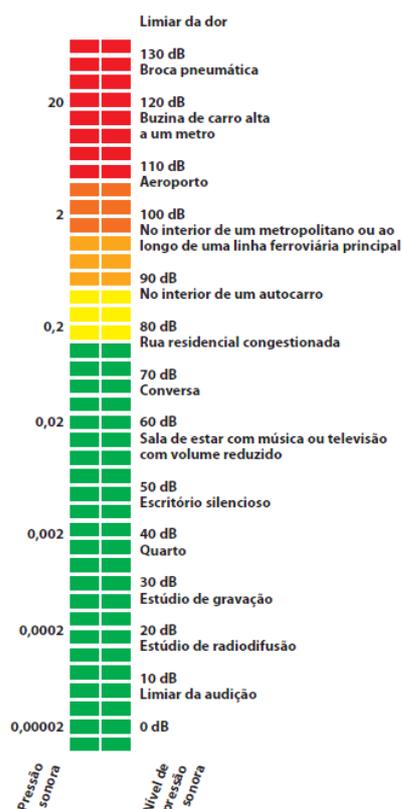


Figura 2.13 – Escala comparativa da pressão sonora e do nível de pressão sonora [Santos, 2007]

A sensibilidade do ouvido não é idêntica em todas as frequências e varia conforme os níveis de pressão sonora. Fletcher e Munson estudaram essa relação entre a frequência, nível de pressão sonora e a percepção da intensidade sonora, em resultado surgem as curvas de igual sensação sonora como se apresenta na Figura 2.14 (a). Cada curva representa um nível de percepção subjectiva da intensidade sonora, medido na frequência de 1kHz, e a unidade de medida é o fone (1fone = 1dB).

Para que o sonómetro tenha uma resposta idêntica à do ouvido humano, estudaram-se curvas de ponderação A, B e C (Figura 2.14 (b)), com base nas curvas Fletcher-Munson.

Na Tabela 2.8 são apresentados os valores das ponderações da curva A em cada banda de 1/3 de oitava.

É importante explicar tal facto, visto várias medições obtidas em estudos e outras referências a níveis sonoros nesta tese, vêm nesta unidade. Para indicar que um determinado nível sonoro

é ponderado, adiciona-se à unidade (dB) a indicação da ponderação. Assim um nível ponderado A vem em dB(A).

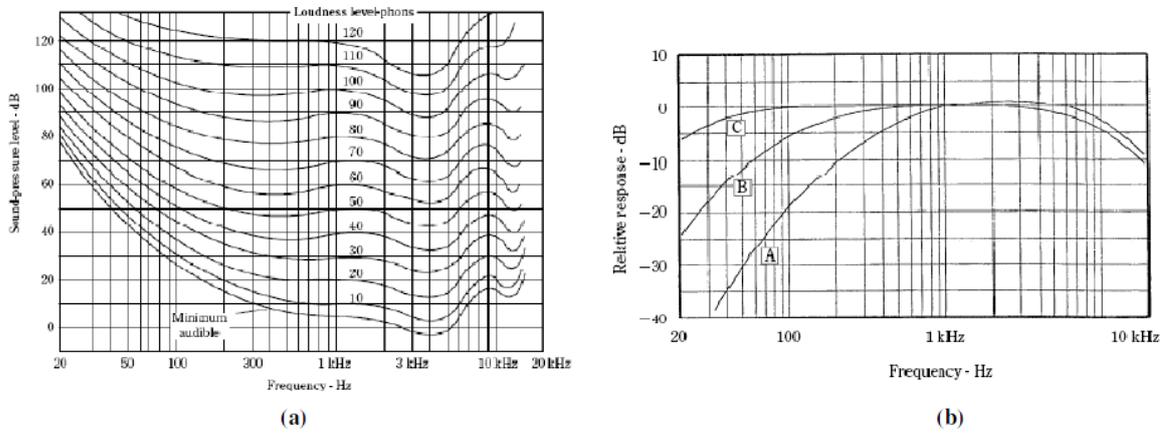


Figura 2.14 – Curvas de igual sensação sonora (a); Curvas de ponderação (b)

Tabela 2.8 – Malha de ponderação A para bandas de frequência de 1/3 de oitava [Silva, 2007]

Banda de frequência [Hz]	Ponderação A	Banda de frequência [Hz]	Ponderação A	Banda de frequência [Hz]	Ponderação A
10	-70,4	160	-13,4	2500	1,3
12,5	-63,4	200	-10,9	3150	1,2
16	-56,7	250	-8,6	4000	1
20	-50,5	315	-6,6	5000	0,5
25	-44,7	400	-4,8	6300	-0,1
31,5	-39,4	500	-3,2	8000	-1,1
40	-34,6	630	-1,9	10000	-2,5
50	-30,2	800	-0,8	12500	-4,3
63	-26,2	1000	0	16000	-6,6
80	-22,5	1250	0,6	20000	-9,3
100	-19,1	1600	1		
125	-16,1	2000	1,2		

Adição de níveis de pressão sonora

Para determinado ponto, o nível de pressão sonora depende de todas as fontes de ruído existentes na sua vizinhança, pelo que torna-se necessária a adição das várias contribuições existentes. Não se tratando de um calculo algébrico, a adição simples de unidade de dB(A) é impossível, porque a escala dB é logarítmica, logo não linear. Em conclusão a soma de dois sons com igual nível sonoro traduz-se num aumento de 3 dB(A) no correspondente nível de pressão sonora (Equação 5).

$$10 \times \log \left[\left(\frac{p_A}{p_0} \right)^2 \right] = 10 \left[10 \log 2 + \log \left(\frac{p_A}{p_0} \right)^2 \right] = 10 \times \log 2 + 10 \times \log \left(\frac{p_A}{p_0} \right)^2 \cong 3 + Lp_A \quad (5)$$

A duplicação, por exemplo, do volume de tráfego traduz-se num incremento de 3 dB(A) sobre o nível sonoro produzido antes da duplicação (Ex.: 70 dB(A) + 70 dB(A) = 73 dB(A)).

2.3.3.2. Unidades e indicadores de ruído ambiental

O ruído ambiente proveniente do meio urbano, qualquer que seja o lugar, apresenta variações no tempo que se revelam no nível produzido através de quebras e picos (Silva, 2007). O ruído pode não ser intenso, mas é contínuo com variação ao longo do tempo.

Para permitir uma descrição eficaz de como o nível de som varia, são utilizados indicadores tais como, o nível de ruído máximo e mínimo (L_{\max} e L_{\min}), o nível de pressão sonora (L_{xx}) e o nível sonoro equivalente (L_{eq}), em que a letra L representa que cada um corresponde a um nível de pressão sonora, e não pressão sonora, embora ambas as grandezas se quantifiquem na mesmas unidades, o decibel (dB) (Santos, 2007).

O L_{\max} e L_{\min} representam respectivamente, o nível de ruído máximo e mínimo que ocorre para um curto período de persistência, durante um intervalo de tempo definido.

O L_{xx} representa um parâmetro estatístico para o nível de pressão sonora, onde xx subscrito representa a percentagem de tempo em que o nível de ruído é excedido. Os mais utilizados são o L_{10} , L_{50} , L_{90} e L_{99} .

O L_{eq} representa o nível sonoro de um ruído uniforme, em dB, que contém a mesma energia sonora, no intervalo de tempo de referência. É expresso em dB(A) ou em dB, consoante a análise do ruído seja feita com ou sem a ponderação A e determinada através da seguinte equação:

$$L_{eq} = 10 \times \text{Log} \left(\frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{p(t)}{p_0} \right)^2 dt \right) \quad (5)$$

Onde,

T é o tempo de medição

P(t) é a pressão sonora instantânea em Pa

P₀ é a pressão sonora de referência em Pa

Por forma a ilustrar o conceito de $L_{eq}(A)$, apresenta-se a seguinte figura:

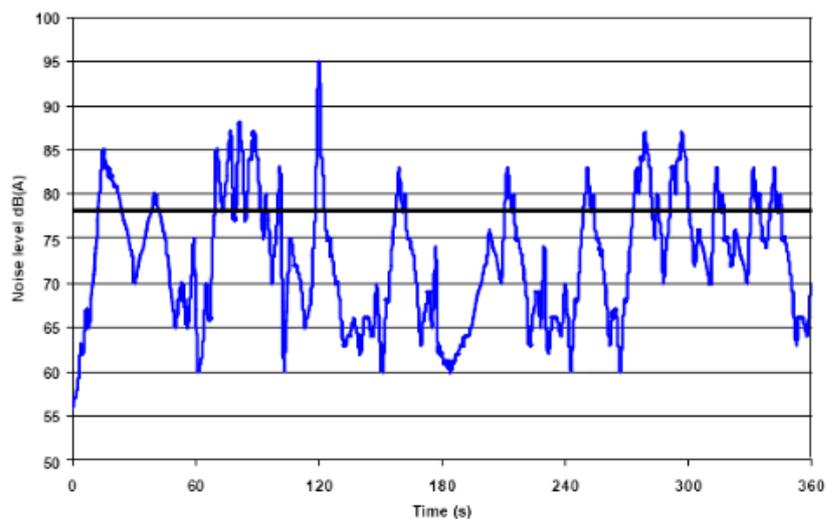


Figura 2.15 – Variação no nível de ruído rodoviário e o nível de ruído equivalente, L_{Aeq} , dB (aferido junto a estrada movimentada) [FEHRL, 2006]

Estes indicadores encontram-se representados na Figura 2.16.

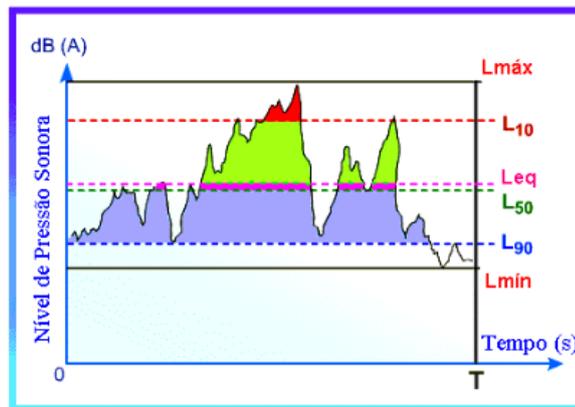


Figura 2.16 – Indicadores de ruído ambiente [Silva, 2007]

Segundo o RGR é estabelecido um novo indicador, o L_{den} , que corresponde a um nível sonoro contínuo equivalente de 24 horas ponderado distintamente nos períodos de fim-de-semana e noite, por forma a traduzir de uma forma mais aproximada o incómodo global associado. Anteriormente foi referido a forma como o RGR define para Portugal os períodos a considerar.

O L_{den} é definido pela seguinte equação:

$$L_{den} = 10 \times \log \frac{1}{24} \left(13 \times 10^{\frac{L_{dia}}{10}} + 3 \times 10^{\frac{L_{entardecer}+5}{10}} + 8 \times 10^{\frac{L_{noite}+10}{10}} \right) \quad (6)$$

[em decibel – dB]

Sendo que:

- L_{dia} é o nível sonoro médio de longa duração, ponderado A, conforme definido na NP1730, determinado durante todos os períodos diurnos de um ano ou durante uma série de períodos do dia representativos de um ano;
- $L_{entardecer}$ é o nível sonoro médio de longa duração, ponderado A, conforme definido na NP1730, determinado durante todos os períodos de fim-de-tarde de um ano ou durante uma série de períodos do entardecer representativos de um ano;

- L_{noite} é o nível sonoro médio de longa duração, ponderado A, conforme definido na NP1730, determinado durante todos os períodos da noite de um ano ou durante uma série de períodos nocturnos representativos de um ano.

2.3.4. Propagação do ruído ambiental

A medida que aumenta a distância entre a fonte emissora ou o receptor, o ruído vai diminuindo. Esta relação de directa proporcionalidade entre a distância entre fonte e receptor é influenciada por um conjunto de factores, como o tipo de fonte, as características de absorção do solo envolvente, a existência de obstáculos (por exemplo, muros, edifícios, etc.) ou as condições atmosféricas.

A fonte emissora de ruído pode ser classificada quanto ao seu tipo e conseqüentemente e quanto à forma geométrica de propagação, em fontes pontuais, lineares ou planares.

As fontes pontuais, como por exemplo o ruído emitido de um martelo pneumático (Figura 2.17) ou de um veículo automóvel, caracterizam-se por possuir uma propagação esférica, em que a energia sonora emitida em qualquer direcção é inversamente proporcional ao aumento da área da superfície da esfera, considerando caso o solo seja rígido e reflectivo, uma compensação para as reflexões (Silva, 2007).

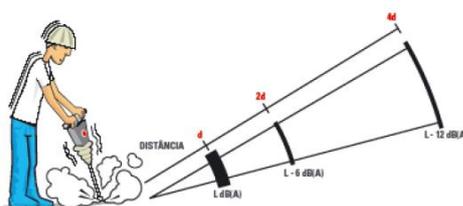


Figura 2.17 – Propagação uma fonte sonora do tipo pontual [Silva, 2007]

Quanto às fontes lineares e planares (Figura 2.18), o seu estudo demonstra que com base no estabelecido anteriormente, estas podem ser consideradas como sendo constituídas por um número infinito de fontes pontuais distribuídas uniformemente. O comportamento geral é

então determinado através da integração dos efeitos individuais de cada uma das fontes que as constituem, através do comprimento ou da área total.

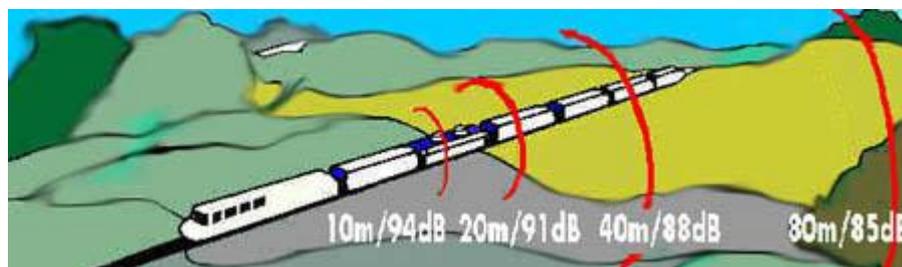


Figura 2.18 – Propagação de uma fonte sonora do tipo linear [Silva, 2007]

No caso de uma linha ideal e de comprimento infinito, o resultado aproxima-se q uma propagação cilíndrica pura, sendo a energia sonora em qualquer direcção perpendicular, inversamente proporcional ao aumento da circunferência do cilindro (resulta numa redução de 3dB no nível sonoro relativo por dobro da distância).

No caso de uma superfície plana produzida pela integração de um número infinito de fontes pontuais distribuídas em duas dimensões, a propagação através de uma fonte planar aproxima-se de uma onda plana. A energia sonora de cada fonte pontual é no entanto assumida propagar através de uma linha recta perpendicular ao plano, o que significa que não será necessário considerar uma propagação geométrica dado que não há alterações ao longo da área superficial que propaga a onda sonora.

Estes dois últimos tipos de fonte não são infinitas, isto significa que o seu comportamento global torna-se num integral definido. Com base nisto, é fácil de imaginar de que, a uma grande distância ou a um tamanho muito pequeno as fontes aproximam-se por fim a uma fonte pontual ideal, existindo assim uma mudança gradual no comportamento como função do tamanho e distância.

Na presença de um obstáculo a propagação do ruído sofre uma alteração no seu comportamento. Podem ocorrer vários fenómenos tais como a reflexão, a absorção, a transmissão ou a difracção.

Efectuando-se estudos acerca deste tipo de comportamento de propagação do ruído na presença de um obstáculo, facilmente se consegue distinguir os fenómenos anteriormente referidos, conforme o demonstra as seguintes figuras, através da presença ou ausência de edifícios junto a uma estrada.

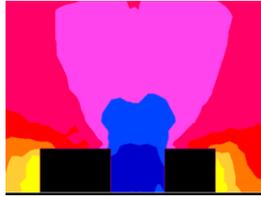


Figura 2.19 – Propagação vertical do ruído emitido por uma estrada ladeada por dois edifícios [Silva, 2007]



Figura 2.20 – Propagação vertical do ruído emitido por uma estrada em campo aberto [Silva, 2007]

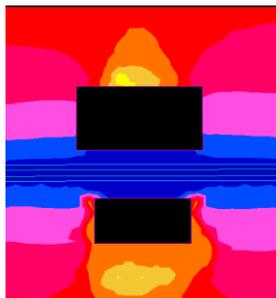


Figura 2.21 – Propagação horizontal do ruído emitido por uma estrada ladeada por dois edifícios [Silva, 2007]

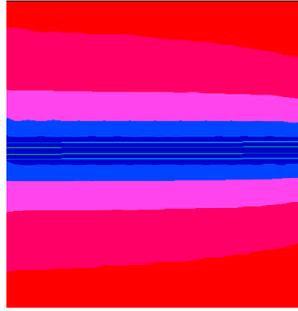


Figura 2.22 – Propagação horizontal do ruído emitido por uma estrada em campo aberto [Silva, 2007]

Quanto às condições atmosféricas influenciam a propagação do ruído na medida em que, o vento e a temperatura são os factores de maior preponderância. O vento faz aumentar o ruído na sua direcção e diminuir na direcção contrária.

A temperatura encontra-se relacionada com a velocidade que o ruído toma, e será tanto maior quanto for elevada a temperatura. As diferenças de temperatura influenciam a propagação do som. A velocidade do som depende da temperatura do ar - quanto mais quente o ar, mais rápido as ondas se propagam. Essa mudança de meio com a consequente diferença de velocidade leva ao fenómeno da refacção das ondas sonoras, mudando a sua direcção (Fernandes,2002).

De manhã, o ar próximo ao chão está mais frio que o ar a vários metros de altura. As ondas sonoras parecem "subir e descer", mudando de direcção de acordo com a temperatura do ar, criando regiões onde o som parece enfraquecer. Ao anoitecer, a situação se inverte e o chão demora a baixar a sua temperatura, aquecendo o ar na área próxima (Figura 2.23). Mais uma vez, o fenómeno da refacção muda a direcção das ondas sonoras (Fernandes, 2002).

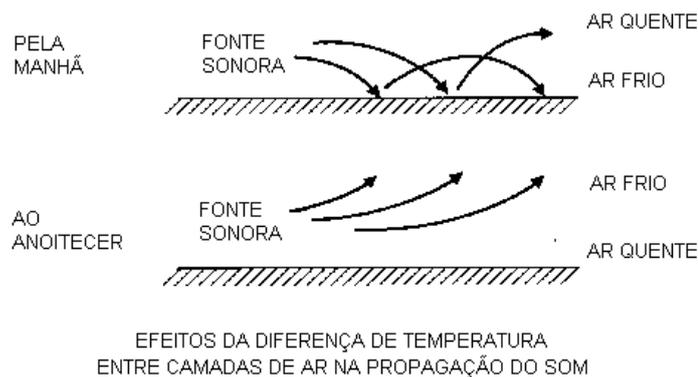


Figura 2.23 – Efeitos da velocidade do vento na propagação do som [Fernandes, 2002]

2.3.5. Medidas de controlo do ruído ambiental

O controlo do ruído ambiental é uma das grandes preocupações das entidades governamentais pelo facto anteriormente referido, acerca da importância e impacto negativo que o ruído tem na qualidade de vida da população

Acerca das medidas tomadas no sentido do controlo do ruído ambiental existente para níveis legais aceitáveis, elas compreendem uma lógica de actuação concentrada na fonte ruidosa através da sua identificação e localização, pois servirá de base informativa que permitirá a identificação das áreas particularmente afectadas e a tomada de uma decisão acerca das áreas das intervenções prioritárias, para além de base à também avaliação de consequências de possíveis medidas de controlo de ruído implementadas, e estabelecer modelos de previsão de ruído, criando cenários simulados utilizando soluções alternativas anti-ruído (Silva, 2007).

As formas de reduzir o ruído ambiente podem-se sistematizar do seguinte modo: medidas de protecção activa, medidas de protecção passiva e ainda intervenção directa nos receptores.

2.4. Forma Urbana

2.4.1. Definição e caracterização de tipologia

Cada cidade tem a sua própria forma urbana. A forma urbana é caracterizada pelo uso do solo e pela geometria urbana. A sua importância no desenvolvimento sustentável tem sido reconhecida nos últimos anos. Desde o século XX, que um número de países adopta políticas de forma urbana no planeamento urbano.

Em Portugal, na última década, a discussão acerca da forma urbana tem vindo a ganhar importância, quer pela relevância que tem assumido nas estratégias de desenvolvimento urbano sustentável, quer pela necessidade das políticas urbanas e regionais virem a responder às questões com estas relacionadas.

A forma urbana afecta directamente os habitats naturais, os ecossistemas e as diferentes espécies. Actualmente muitas espécies estão ameaçadas pela substituição dos recursos naturais por superfícies impermeáveis desmedidas e pelo excessivo consumo dos mesmos. Além disso, a forma urbana afecta o comportamento de trajecto na malha urbana, que, por sua vez, afecta a qualidade do ar, a perda prematura de terras agrícolas, zonas húmidas, e espaço aberto, a poluição e contaminação do solo, do clima global, e ruído. Quando dispersa a forma urbana é frequentemente tida, nos estudos urbanos, como sinónimo de baixo desempenho em termos de eficiência, equidade e sustentabilidade (Gonçalves, 2011). Este facto deve-se à necessidade de se percorrer maiores distâncias e maiores deslocamentos internos, principalmente utilizando veículos particulares, estando associados a estes movimentos uma série de aspectos negativos, como o aumento do tempo e custo dos deslocamentos e ambientalmente, o maior consumo de combustíveis fósseis e consequente maior emissão de poluentes.

Apesar de todos estas consequências, os efeitos da forma urbana no comportamento induzido são menos estudados que os efeitos directos e apenas alguns estudos se dedicam à modelação da qualidade do ar e ruído em diferentes formas urbanas.

A forma urbana pode definir-se através de dois aspectos, pela morfologia e tipologia.

Para a definição morfológica, a forma urbana define-se na relação estabelecida entre espaço exterior e massa edificada que existam num dado solo ou paisagem, e ainda entre outros elementos do sistema urbano. A morfologia urbana trata do estudo do meio físico da forma urbana, dos processos e das pessoas que o formataram.

A definição de tipologia urbana diz respeito ao arranjo, aparência e funcionalidade das cidades e, em particular, à concepção e utilização do espaço público urbano. Na tipologia, selecciona-se um elemento morfológico (um tipo de construção, de espaço livre ou de qualquer outro componente do espaço livre), investigando-se suas variações, hierarquias e sua relação com o contexto urbano, o período histórico e a sociedade que o produziu. Esse estudo também se pode restringir a um determinado trecho da malha urbana, mas seu objecto de interesse é outro, sendo outra também a escala com a qual se trabalha.

Pode ainda ser entendida como as características individuais de padrões de forma, padrões relacionais de elementos hierárquicos através de escalas físicas, que operam desde os pequenos detalhes ate aos sistemas de grande porte (PU, PDM, PP, etc.).

Assim sendo, caracterizar a forma urbana com recurso a indicadores é uma exploração de reais diferenças, servem de base à construção e aplicação de um modelo de simulação da evolução da forma urbana. A tipologia de formas urbanas e o modelo de análise da sua evolução constituem um instrumento importante para melhorar o conhecimento do território, para a sua monitorização, podendo igualmente vir a constituir um instrumento de geração/previsão de cenários de evolução. Estes serão determinados a partir da atribuição de metas aos indicadores utilizados, cenariando-se as consequências que estes terão em termos de forma. As abordagens com base na análise da evolução da ocupação do solo, são insuficientes para caracterizar a dimensão morfológica da forma urbana.

2.4.2. Análise de forma urbana

A dispersão urbana e conseqüente análise da forma urbana é uma matéria onde não há consenso sobre o que é de facto a dispersão urbana e como ela se caracteriza. Isto deve-se ao facto da existência de diferentes percepções e concepções sobre a questão.

Chin (2002) identifica, quatro principais tipos de definições de dispersão urbana, utilizados isoladamente ou em conjunto com outros, baseadas em critérios de: a) forma urbana; b) densidades; c) uso do solo; e d) efeitos.

Tem vindo a ser feito um significativo progresso no sentido de operacionalizar medidas de dispersão urbana. Conforme foi visto anteriormente, a dispersão tem sido classificada como um fenómeno multidimensional, onde são necessários diferentes indicadores para cada dimensão. Embora as dimensões analisadas se repitam em alguns estudos, os métodos e técnicas utilizados variam significativamente (Gonçalves, 2011).

Deste modo a análise da forma urbana com recurso a indicadores que traduzam da melhor forma a expansão e/ou compacidade urbana também não se encontra sem definição precisa. Foi tentada por vários autores de estudos, no sentido da introdução de métodos consensuais para medir essas grandezas. Porém a utilização de factores diferentes como base no método, inviabilizou esse objectivo. Torrens et al, Wassner, Galster et al foram apenas alguns dos autores de estudos nesse âmbito.

A ideia de desempenho deveria presumir o comportamento relacional de componentes e processos urbanos no tempo: o conhecimento do grau de vínculo entre aspecto urbano e seus efeitos. Ou seja, o papel dos indicadores, é capturar os efeitos da presença e intensidade de uma certa característica na natureza e qualidade dos comportamentos urbanos, e dar respostas às perguntas fundamentais do ponto de vista das correntes preocupações com a viabilidade urbana (Gonçalves, 2011).

Indicadores de forma urbana

Os indicadores que se pretende estudar têm um cariz dimensional e apesar de baseados nos estudos anteriormente referidos, são métricas espaciais, dividindo-se em índices quantitativos e índices digitais. Em seguida apresentam-se a definição de um indicador de cada tipo.

Métrica Espacial – Índice de Porosidade (ROS)

A porosidade é medida pelo **Índice de Porosidade (ROS)**, que tem em linha de conta a relação entre cheios e vazios formados pelo edificado, traduzindo a relação entre a área de espaço não edificado sobre a área de referência (Figura 2.24).



Figura 2.24 – Ilustração do Índice de Porosidade [Ribeiro, 2009]

O **Índice de Porosidade** é calculado pela equação apresentada a baixo:

$$\text{ROS} = \frac{\text{área de espaço não edificado}}{\text{área de referência}} \times 100 \quad (\%) \quad (7)$$

O índice ROS é também designado como o rácio de espaços abertos. O índice de permeabilidade aumenta com o aumento de espaços vazios.

Métrica Espacial (análise digital) – Índice de Factor Visão do Céu (FVC)

Segundo Vilela (2007, p.59), o “FVC, ou angulo de obstrução do horizonte, é um parâmetro adimensional que indica uma relação geométrica entre a Terra e o céu e que representa a relação entre a área de céu obstruída e a área total da abóboda celeste visível”. A Figura 2.25 demonstra esta mesma definição.

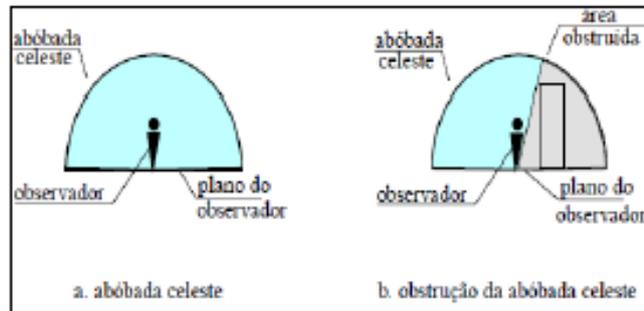


Figura 2.25 – Obstrução causada pela edificação [Ribeiro, 2009]

O FVC encontra-se directamente relacionado com a dispersão da energia térmica armazenada para a atmosfera, na medida em que quanto mais obstruído é um local no meio urbano (maior obstrução da visão do céu), maior será a sua dispersão.

A obtenção do FVC tem desde há muitos anos evoluído. O desenvolvimento dos Sistemas de Informações Geográficas – SIG (Geographic Information System) e seu uso, em várias áreas do conhecimento possibilitou o surgimento de novas técnicas, para a obtenção do FVC. O software SIG utiliza uma base de dados, essa base é uma colecção estruturada de gráficos digitais, dados cartográficos que são a representação da realidade, e dados não-gráficos, chamados tabulares, que descrevem atributos do mapa, relacionados espacialmente. De forma resumida um software de SIG tem a capacidade de associar um banco de dados a um elemento gráfico (Ribeiro, 2009). Desta forma ficou possibilitado o desenvolvimento de softwares que permitissem o cálculo de FVC, através das potencialidades dos SIG.

Utilizando-se de métodos como a projecção estereográfica ou a projecção ortográfica da abóbada celeste, edificações podem ser projectadas no plano horizontal e, assim, representada a área de céu visível para um ponto de observação qualquer na camada intra-urbana (Figura 2.26). Uma vez determinada a área de obstrução da abóbada celeste, esta é relacionada a área de céu total, para que seja estimado o valor do FVC.

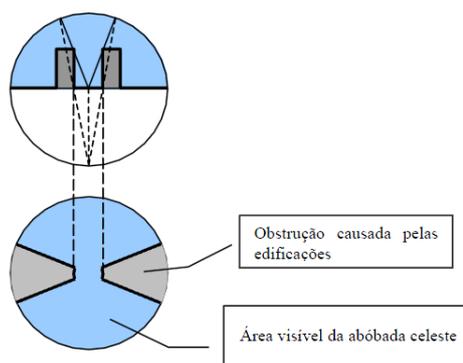


Figura 2.26 – Projeção estereográfica da área de céu obstruída [Souza et al., 2003].

2.4.3. A influência da forma urbana na propagação do ruído

O ruído é emitido, conforme foi abordado em subcapítulo anterior, por uma fonte sonora ou um conjunto de fontes e propaga-se a partir da fonte, sobre a forma de ondas mecânicas e de forma esférica, cilíndrica ou planar, dependendo do tipo de fonte. O ruído vai diminuindo com o aumento da distância entre fonte emissora e receptor, porém esta redução depende de vários factores, tanto a nível da fonte emissora, como a nível do meio de propagação (temperatura, vento, obstáculos, etc.).

A nível do meio de propagação do ruído em meio urbano, a forma urbana de cada cidade influenciará directamente os níveis de ruído detectados. Vários estudos abordam esta relação que a forma urbana possui no condicionamento da propagação de ruído. Procuram estudar e caracterizar as bases teóricas e conceptuais dos fenómenos, associados à emissão e propagação do ruído, aplicar modelos computacionais de simulação, identificando indicadores quantitativos de forma e dimensão do layout urbano e propor um modelo de avaliação quantitativa de formas tipo, considerando os diferentes indicadores de formas (Oliveira, 2011).

Da análise e conclusões obtidas em um estudo desenvolvido por Oliveira, M. (2011) acerca de “*A influência da forma urbana na propagação do ruído urbano*”, salientam-se as seguintes:

- Tendencialmente, à medida que o Índice de ocupação diminui, o nível de ruído aumenta. Quanto mais preenchido estiver o solo mais obstáculos existem e por

consequente maior a possibilidade de se formarem zonas protegidas, ou seja, menor a possibilidade de penetração do ruído no interior do tecido urbano.

- Quanto maior a regularidade das formas urbanas, menor é a possibilidade de se formarem zonas de sombra, isto é zonas protegidas á exposição do ruído. Assim sendo, o ruído aumenta á medida que a regularidade das formas também aumenta.
- Quanto maior é a permeabilidade da forma urbana, mais facilmente as ondas sonoras conseguem atingir os edifícios, no seu interior. Á média que se aumenta o ROS aumenta os respectivos níveis de ruído.
- Quanto mais complexas forem as formas mais espaços sombra são criados logo a permeabilidade e a exposição ao ruído é menor.
- À medida que as formas da mancha urbana se abrem, isto é, permitem entradas no interior do quarteirão, as zonas sombra diminuem o que proporciona o aumento dos níveis de ruído (Figura 2.27 e 2.28).

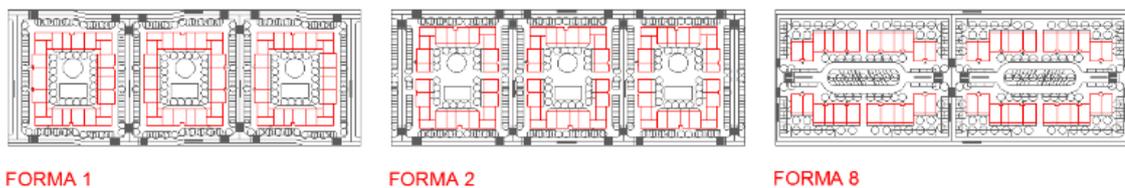


Figura 2.27 – Formas mais fechadas (menos espaços de propagação de ruído) [Oliveira, 2011]

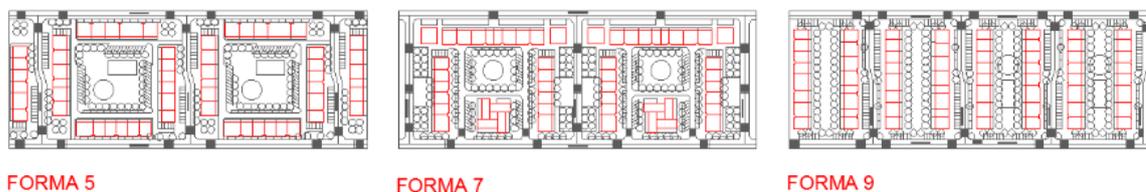


Figura 2.28 – Formas com menos zonas sombra ou a inexistência delas [Oliveira, 2011]

2.4.4. A influência da forma urbana na dispersão de poluentes atmosféricos

A forma urbana tem elevada importância no modo como os poluentes atmosféricos se dispersam, na medida em que são o principal factor interveniente na sua dispersão na atmosfera.

Estudos ambientais acerca da qualidade do ar urbano têm demonstrado que os resultados podem ser alterados de acordo com o espaço. A forma urbana compacta, a qual é caracterizada pelo uso do solo urbano intenso e geometrias urbanas complexas, podem ter as emissões de tráfego complexas e pressões de vento e, assim, uma distribuição não homogénea da qualidade do ar (Tang et al.,2008).

Na Europa a tendência foi para a aplicação do conceito de cidade compacta, que defende que com altas densidades é possível reduzir o consumo de energia e também das emissões poluentes (Gomes, 2009).

Esta estrutura, ao procurar por um lado diminuir as distâncias entre a origem e o destino das viagens, e por outro proporcionar um sistema de transportes públicos eficaz e de alta capacidade, potenciará uma menor dependência do automóvel, o que condicionará menor consumo de energia e menos poluição atmosférica. Porém, apesar da diminuição do tráfego rodoviário, a poluição atmosférica poderá aumentar caso a malha urbana se caracterize por compacta. Pode ocorrer um aumento da poluição atmosférica pela dificuldade na dispersão.

As concentrações de poluentes na atmosfera podem oscilar ao longo do tempo e do espaço como se segue:

- Intensidade de emissões das diferentes actividades que variam ao longo do tempo (no inverno o aquecimento é importante, o tráfego veicular é quase nulo durante a noite).
- Topografia local, que pode promover ou não o movimento de massas de ar.

- As condições meteorológicas: uma atmosfera estável limita a dispersão de poluentes e favorece picos de poluição.
- A estrutura térmica da atmosfera: uma inversão térmica limita a dispersão de poluentes.

3. CASOS DE ESTUDO

3.1. Metodologia utilizada

A metodologia utilizada neste trabalho, envolveu uma sequência lógica de procedimentos a partir de uma base de informação, o SmarBRAGA. As etapas de procedimento foram:

- i.** Selecção dos pontos de medição da rede de monitorização SmarBRAGA
- ii.** Caracterização dos pontos de medição quanto à:
 - Localização
 - Cartografia
- iii.** Organização de dados de cada ponto de medição relativos à:
 - Concentração de PM10
 - Ruído
 - Tráfego
- iv.** Análise dados obtidos vs. Indicadores de forma urbana

3.2. Selecção dos casos de estudo – pontos de medição

O centro urbano da cidade de Braga é a área alvo deste estudo. Deste modo, os casos de estudo no âmbito do desenvolvimento desta dissertação, foram seleccionados de entre os pontos de medição que compõem a rede de monitorização do centro urbano da cidade de Braga – Sistema de Monitorização de Ar e Ruído da cidade de Braga (SmarBRAGA) (Figura 3.1).



Figura 3.1 – Rede de monitorização (fonte: SmarBRAGA)

Foram seleccionados os quatro pontos de medição de áreas distintas do centro urbano da cidade de Braga que satisfazem as condições válidas ao estudo, isto é, a existência de dados atmosféricos relativos à concentração de partículas, dados relativos ao ruído e dados estatísticos de tráfego, são eles os pontos localizados em Circular Sul, Infias, Maximinos e Variante da Encosta.

3.3. Métodos de recolha de dados e análise

A recolha de dados relativos a concentrações de poluentes atmosféricos, dados relativos ao ruído, bem como estatísticas de tráfego no centro urbano da cidade de Braga foi realizada através do SmarBRAGA.

O SmarBRAGA é um sistema de informação e monitorização do ambiente urbano da cidade de Braga integrando um centro de análise que faz previsões ambientais de longo termo e processamento de dados de medições oriundos de duas unidades móveis instrumentadas.



Figura 3.2 – Unidade móvel de recolha de dados



Figura 3.3- Estação meteorológica, microfone e computador portátil



Figura 3.4 - Equipamento de monitorização de partículas

A informação ao cidadão é veiculada através de plataforma web (Figura 3.5).



Figura 3.5 – SmarBRAGA: homepage (<http://www.SmarBRAGA.com>)

Os dados recolhidos foram exportados directamente do site para um ficheiro Excel, para posteriormente serem devidamente tratados e organizados. De entre as várias medições disponíveis, objecto do presente estudo foram a concentração de partículas – PM₁₀, o nível sonoro contínuo equivalente – Leq e as estatísticas de tráfego (Figura 3.6 e 3.7).

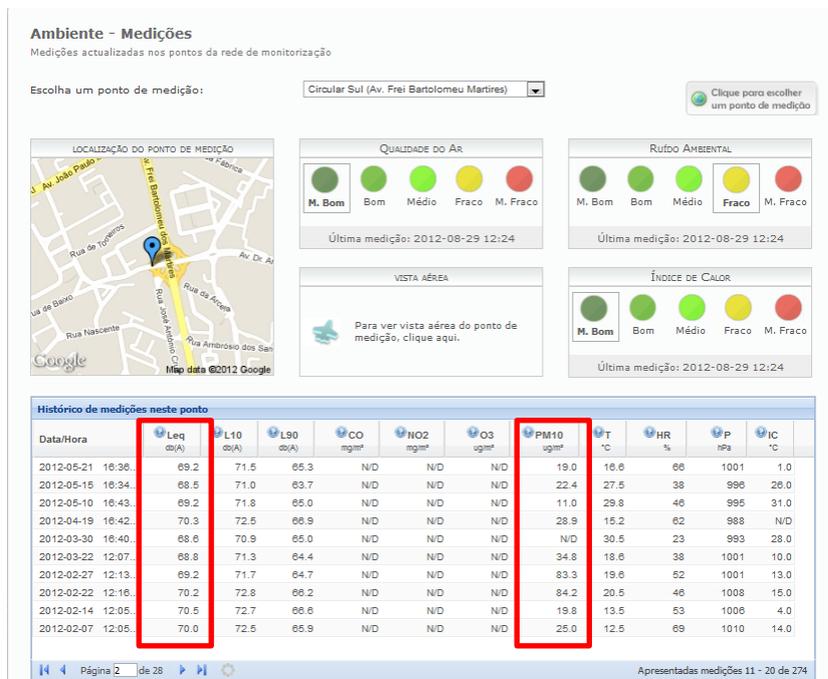


Figura 3.6 – SmarBRAGA – medições ambientais



Figura 3.7 – SmarBRAGA - Estatísticas de Tráfego

Cada ponto de medição localiza-se numa determinada área do centro urbano da cidade, tendo sido de cada uma delas considerada uma área de referência de estudo. Foi calculada a forma urbana do edificado de cada uma dessas áreas de referência tendo por base a cartografia existente disponível em formato digital – Cadna-A.

3.4. Caracterização dos pontos de medição

3.4.1. Localização geográfica

- **Circular Sul**

O ponto de medição localiza-se junto à avenida Frei Bartolomeu dos Mártires. Esta avenida é uma das vias mais solicitadas do centro urbano de Braga, e de entre todos os pontos de medição, este é aquele que se localiza numa via com maior tráfego rodoviário. A fonte de ruído predominante é desta forma o tráfego rodoviário.

Quanto ao tipo de edificado na envolvente ao ponto, caracteriza-se por edifícios multifamiliares com uma cêrcea variável entre quatro e oito pisos, e uma habitação unifamiliar de dois pisos (Figuras 3.8 e 3.9).



Figura 3.8 – Posição da unidade móvel SmarBRAGA em relação à via (fonte: SmarBRAGA)

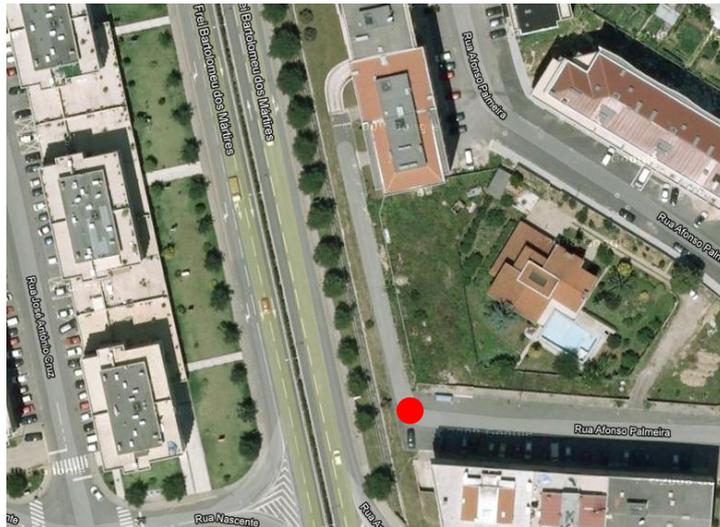


Figura 3.9 – Localização do ponto de medição (fonte: Google Maps)

- **Infias**

O ponto de medição localiza-se na rua Adelino Arantes. Esta é uma via onde o tráfego rodoviário, apesar de ser a fonte predominante, é relativamente aos restantes pontos, baixo.

Trata-se de uma zona residencial, onde o edificado caracteriza-se maioritariamente por edifícios multifamiliares com cêrceas médias de aproximadamente nove pisos, sendo que em parte da envolvente ao ponto se localizam igualmente, edifícios unifamiliares e um edifício destinado a serviços com cêrceas claramente menores que os restantes (Figuras 3.10 e 3.11).



Figura 3.10 – Posição da unidade móvel SmarBRAGA em relação à via (fonte: SmarBRAGA)

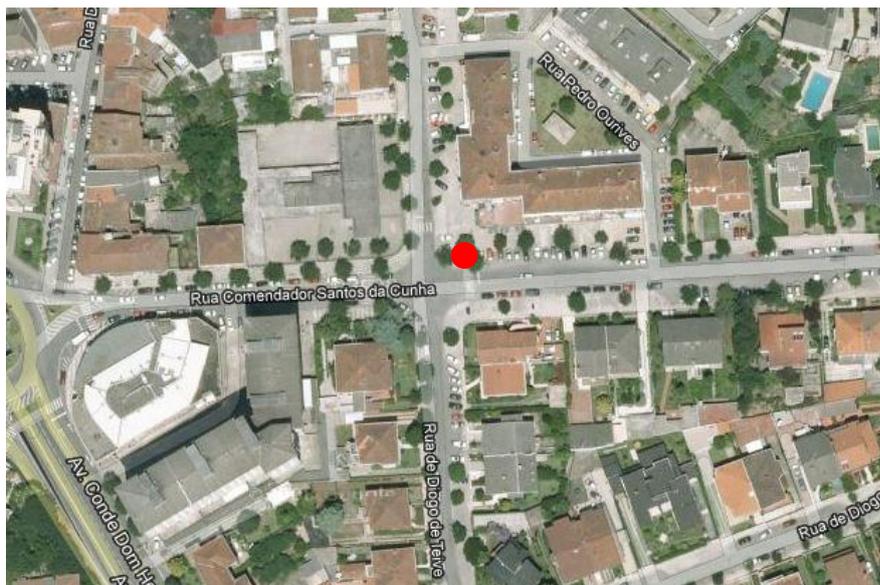


Figura 3.13 – Localização do ponto de medição (fonte: Google Maps)

- **Variante da Encosta**

O ponto de medição localiza-se junto à avenida D. João II. O tráfego rodoviário é a principal fonte de ruído. A envolvente ao ponto caracteriza-se por um edificado constituído por edifícios de unifamiliares e multifamiliares onde a cêrcea máxima é de 6 pisos, com amplas zonas de jardim e estacionamento. Sendo uma zona em expansão, possui alguns terrenos sem construção (Figuras 3.14 e 3.15).



Figura 3.14 – Posição da unidade móvel SmarBRAGA em relação à via (fonte: SmarBRAGA)



Figura 3.15 – Localização do ponto de medição (fonte: Google Maps)

3.4.2. Cartografia

A cartografia disponibilizada para o estudo abrange todo o concelho de Braga, pelo que apenas foi seleccionada a pretendida. Encontra-se no formato DWG, pelo que com recurso ao AutoCAD foi feita uma extracção, de área igual e centrada nos quatro pontos de medição seleccionados.

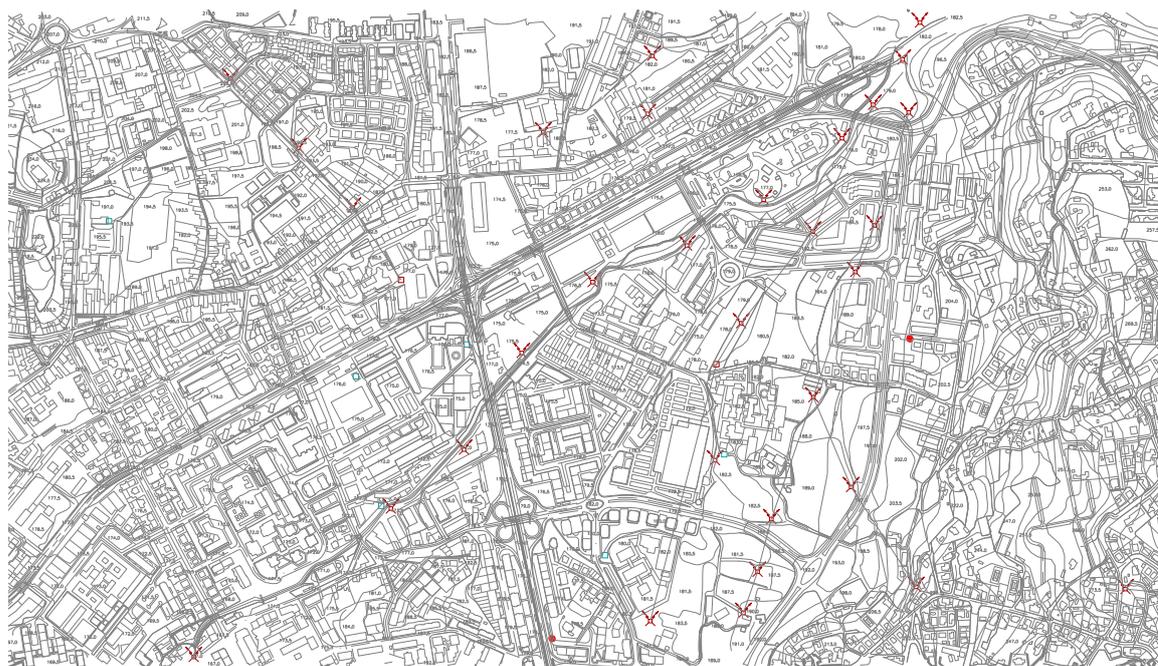


Figura 3.16 – Aspecto do centro urbano da cidade de Braga na cartografia disponível

A área de referência de cada ponto de medição possui 200 x 200 m (40000 m²) sendo centrada em cada ponto. Posteriormente a esta fase de extracção, cada uma das áreas de referência serviu de base à determinação dos índices de forma urbana (ROS e FVC).

Os resultados obtidos apresentam-se seguidamente nas Figuras 3.17, 3.18, 3.19 e 3.20.



Figura 3.17 – Área de referência com representação do ponto de medição – Circular Sul

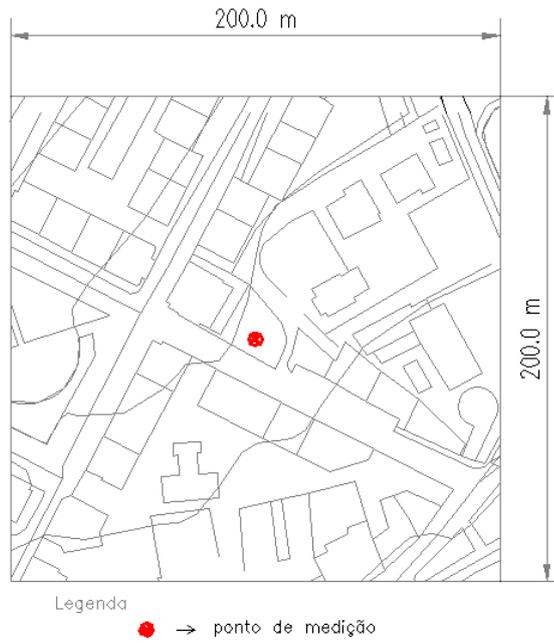


Figura 3.18 – Área de referência com representação do ponto de medição – Infias



Figura 3.19 – Área de referência com representação do ponto de medição – Maximinos

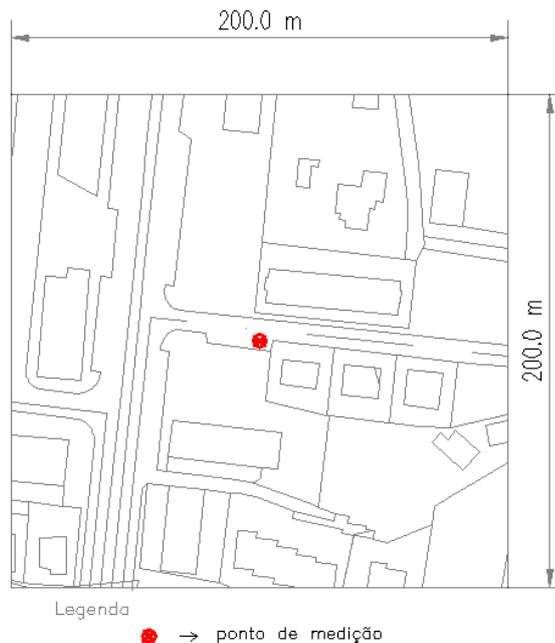


Figura 3.20 – Área de referência com representação do ponto de medição – Variante da Encosta

3.4.3. Actualização da base cartográfica para o cálculo da forma urbana

Na caracterização de cada um dos pontos de medição quanto à forma urbana procedeu-se à recolha de todos os dados disponíveis, através de pesquisa na página web do SmarBRAGA, da ferramenta informática Google Maps e Google Earth, complementada pelo registo fotográfico presencial de cada área de referência.

Esta recolha de informação foi importante, pois permite actualizar caso seja necessária a cartografia disponível do concelho de Braga. Existem locais onde surgiram novas construções que não se encontram representadas na diversa cartografia por serem posteriores à elaboração da mesma. Por este facto tornou-se necessária a confirmação e/ou validação da cartografia disponível para a realização deste estudo, que contempla o cálculo dos indicadores de forma urbana da área de referência relativos ao **Índice de Porosidade (ROS)** e **Índice de Factor Visão do Céu (FVC)**.

Efectuou-se a análise de toda a área envolvente ao ponto de medição até aos limites de cada zona de referência.

- **Ponto de medição: Circular Sul**

Comparando as vistas aéreas do local, apresentadas nas Figuras 3.21, 3.22 e 3.23, com a representação cartográfica é de salientar a existência de apenas uma nova construção localizada a nordeste do ponto de medição, conforme retractam as fotos obtidas após visita ao local (Figura 3.24).



Figura 3.21 – Vista aérea do ponto de medição (fonte: SmarBRAGA)



Figura 3.24 – Vista geral da construção recente

- **Ponto de medição: Infias**

O ponto de medição localizada em Infias não apresenta qualquer diferença entre aquilo que se encontra edificado e representado na cartografia existente e o estado actual do local.

As seguintes figuras mostram este facto:

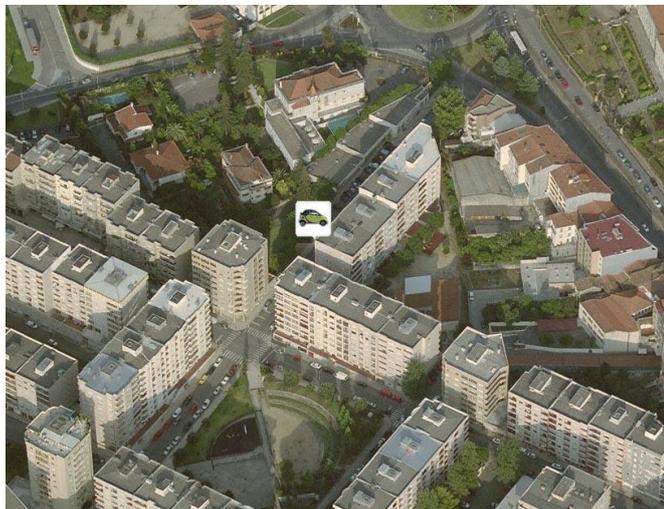


Figura 3.25 – Vista aérea do ponto de medição (fonte: SmarBRAGA)



Figura 3.26 – Vista mais abrangente do ponto de medição (fonte: Google Maps)



Figura 3.27 – Vista da envolvente ao ponto de medição (1)



Figura 3.28 – Vista da envolvente ao ponto de medição (2)

- **Ponto de medição: Maximinos**

Tal como o ponto de medição localizada em Infias, este não apresenta qualquer diferença entre aquilo que se encontra edificado e representado na cartografia existente e o estado actual do local.

Trata-se de uma zona onde a maior parte da construção, conta já com várias décadas de idade e onde o espaço livre para novas construções é inexistente, ou seja, trata-se de uma zona densa e consolidada de construção.

As seguintes figuras mostram este facto:

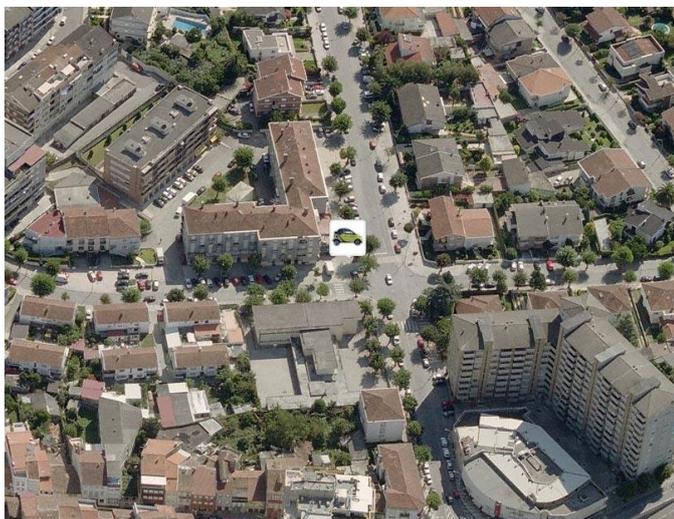


Figura 3.29 – Vista aérea do ponto de medição (fonte: SmarBRAGA)



Figura 3.30 – Vista mais abrangente do ponto de medição (fonte: Google Maps)



Figura 3.31 – Vista da envolvente ao ponto de medição (1)



Figura 3.32 – Vista da envolvente ao ponto de medição (2)

- **Ponto de medição: Variante da Encosta**

A área de referência, onde se localiza o ponto de medição, é uma zona relativamente recente da cidade de Braga, onde a construção se encontra em clara fase de expansão. Caracteriza-se por possuir uma parte da área loteada onde se encontram em construção algumas moradias e outras poderão futuramente ser construídas.

Deste modo, após análise de toda a área de referência constatou-se existir três novas construções: uma próxima do ponto de medição tratando-se de um edifício multifamiliar; uma moradia unifamiliar localizada a este; e por fim 1 edifício multifamiliar localizado a nordeste do ponto de medição.

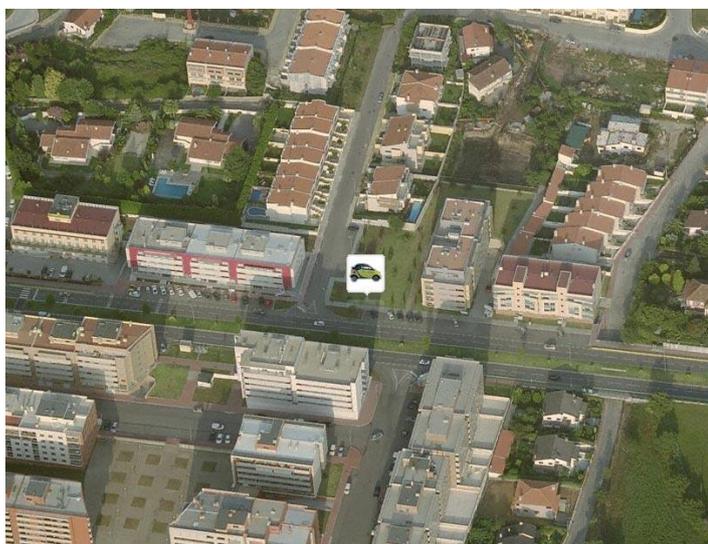


Figura 3.33 – Vista aérea do ponto de medição (fonte: SmarBRAGA)



Figura 3.34 – Vista mais abrangente do ponto de medição (fonte: Google Maps)



Figura 3.35 – Vista das novas construções (fonte: Google Maps)

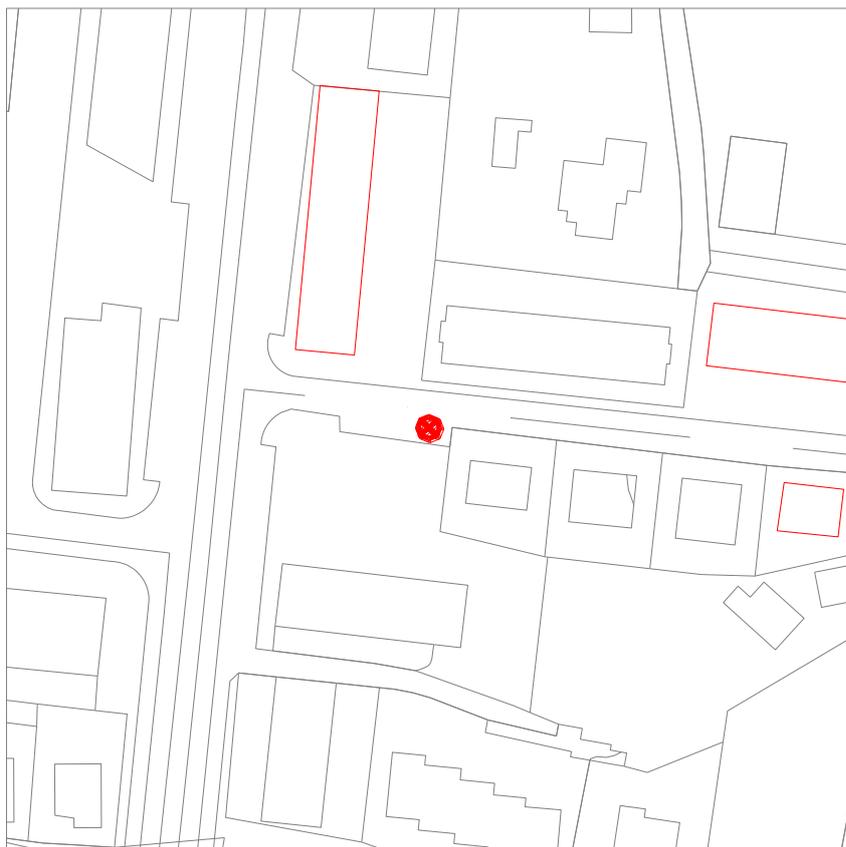


Figura 3.36 – Cartografia actualizada da área de referência do ponto de medição (construção recente representada a vermelho)



Figura 3.37 – Vista da envolvente ao ponto de medição (1)



Figura 3.38 – Vista da envolvente ao ponto de medição (2)

3.5. Dados obtidos

3.5.1. Dados relativos a tráfego rodoviário

As estatísticas de tráfego rodoviário fornecidas através do SmarBRAGA são referentes a valores obtidos através de contagem parcial e estimativa para um dia útil do mês de Março de 2008 e tomadas como válida a sua utilização no presente estudo.

Os dados apresentam-se para um dos pontos de medição diferenciados pela classe do veículo, em períodos de tempo horários, dia completo e nos períodos de tempo contemplados (Figura 3.39) segundo o RGR:

- ✓ Período Diurno: 07h - 20h
- ✓ Período Entardecer: 20h - 23h
- ✓ Período Nocturno: 23h - 07h

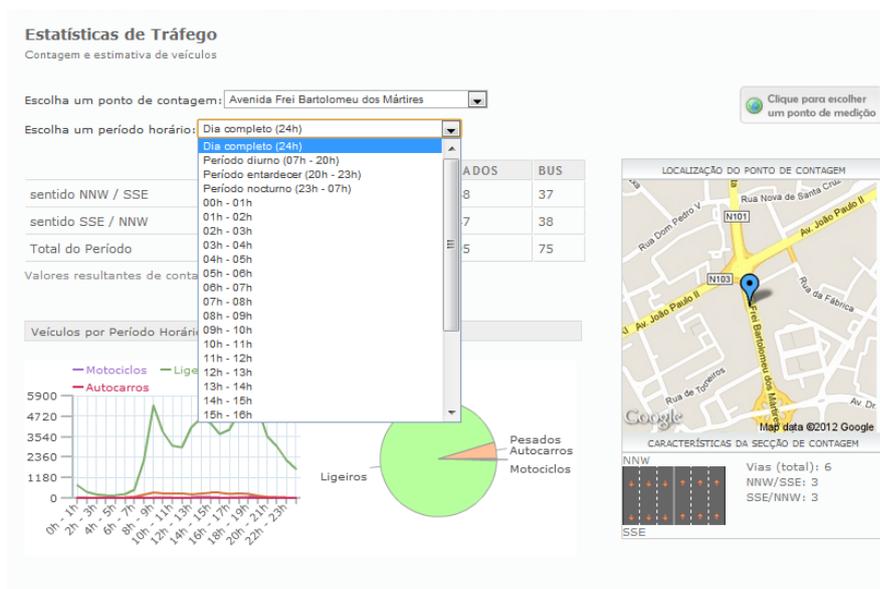


Figura 3.39 – Apresentação dos dados estatísticos de tráfego (fonte: SmarBRAGA)

Os dados estatísticos de tráfego seleccionados foram os dados relativos a períodos horários em que ocorre a medição do nível de ruído ambiente (Leq) com valor considerado válido, e medição de poluentes atmosféricos relativos à concentração de partículas (PM_{10}) igualmente considerados válidos.

A título de exemplo lista-se na Tabela 3.1, um extrato dos dados utilizados neste estudo. Em Anexo incluem-se a totalidade dos dados referentes ao tráfego rodoviário horário em cada ponto de medição.

Tabela 3.1 – Dados relativos ao tráfego rodoviário no ponto de medição - Circular Sul

Período Horário	Tráfego				Total
	Motociclos	Ligeiros	Pesados	Bus	
9h - 10h	18	3817	253	7	4095
10h - 11h	17	2996	241	4	3258
11h - 12h	21	2909	255	3	3188
12h - 13h	21	4057	183	5	4266
13h - 14h	45	4586	239	9	4879
14h - 15h	30	4323	278	5	4636
15h - 16h	19	3686	276	4	3985
16h - 17h	20	3936	221	3	4180
17h - 18h	19	4911	254	11	5195
18h - 19h	26	5779	216	4	6025

3.5.2. Dados relativos a poluentes atmosféricos

A concentração de partículas – PM₁₀ considerada é referente ao período de tempo entre Maio de 2008 e Abril de 2012. Neste período de tempo foram ignorados todos resultados identificados na tabela como “N/D”, considerando apenas as medições com valor de concentração definida.

Assim sendo, elaborou-se uma tabela de dados para cada um dos pontos, onde se considera tal como foi referido no subcapítulo anterior, a estatística de tráfego considerada em cada período horário a que a medição diz respeito.

Listam-se nas tabelas 3.2 a 3.5 um extracto das concentrações de partículas e respectivo tráfego associado nos quatro pontos de medição. Em Anexo incluem-se a totalidade dos dados utilizados no estudo.

▪ Circular Sul

Tabela 3.2 – Tabela de valores relativos à concentração de partículas (PM10) em determinada hora e tráfego característico no ponto de medição - Circular Sul (extrato)

Data	Hora	PM ₁₀ (µg/m ³)	Tráfego				Total
			Motociclos	Ligeiros	Pesados	Bus	
13-05-2008	16:22:00	17.4	20	3936	221	3	4180
30-05-2008	10:33:00	40.0	17	2996	241	4	3258
30-05-2008	17:03:00	5.4	19	4911	254	11	5195
02-06-2008	10:47:00	4.5	17	2996	241	4	3258
02-06-2008	16:13:00	6.3	20	3936	221	3	4180
03-06-2008	11:01:00	13.1	21	2909	255	3	3188
06-06-2008	11:00:00	8.0	21	2909	255	3	3188
09-06-2008	11:05:00	26.3	21	2909	255	3	3188
17-06-2008	12:13:00	16.2	21	4057	183	5	4266
18-06-2008	12:37:00	69.2	21	4057	183	5	4266
19-06-2008	12:24:00	14.3	21	4057	183	5	4266
19-06-2008	17:35:00	15.4	19	4911	254	11	5195
20-06-2008	12:07:00	40.2	21	4057	183	5	4266
23-06-2008	12:12:00	48.5	21	4057	183	5	4266

- **Infias**

Tabela 3.3 – Tabela de valores relativos à concentração de partículas (PM10) em determinada hora e tráfego característico no ponto de medição – Infias (extrato)

Data	Hora	PM ₁₀ (µg/m ³)	Tráfego			
			Motociclos	Ligeiros	Pesados	Total
16-05-2008	11:49:00	5.4	3	56	11	70
19-05-2008	12:27:00	40.3	0	73	1	74
20-05-2008	10:42:00	23.1	0	79	14	93
27-05-2008	10:46:00	59.2	0	79	14	93
28-05-2008	17:04:00	27.4	6	188	5	199
30-05-2008	10:34:00	55.5	0	79	14	93
30-05-2008	16:38:00	10.0	5	155	0	160
02-06-2008	10:03:00	41.3	0	79	14	93
02-06-2008	12:13:00	6.5	0	73	1	74
02-06-2008	17:58:00	3.5	6	188	5	199
05-06-2008	15:57:00	13.3	2	59	2	63
05-06-2008	17:44:00	16.2	6	188	5	199
06-06-2008	10:26:00	25.2	0	79	14	93
13-06-2008	11:10:00	14.5	3	56	11	70

- **Maximinos**

Tabela 3.4– Tabela de valores relativos à concentração de partículas (PM10) em determinada hora e tráfego característico no ponto de medição – Maximinos (extrato)

Data	Hora	PM ₁₀ (µg/m ³)	Tráfego			
			Motociclos	Ligeiros	Pesados	Total
16-05-2008	17:28:00	17.5	1	637	21	659
19-05-2008	13:05:00	6.0	2	517	23	542
20-05-2008	11:44:00	8.5	0	354	14	368
28-05-2008	16:17:00	48.6	0	473	22	495
30-05-2008	12:18:00	33.0	1	552	26	579
02-06-2008	11:33:00	22.8	0	354	14	368
03-06-2008	11:18:00	13.2	0	354	14	368
05-06-2008	16:54:00	41.4	0	473	22	495
09-06-2008	12:00:00	6.8	1	552	26	579
12-06-2008	18:45:00	29.0	2	743	11	756
17-06-2008	16:08:00	22.1	0	473	22	495
18-06-2008	11:20:00	60.1	0	354	14	368
23-06-2008	12:36:00	38.1	1	552	26	579
25-06-2008	17:37:00	10.7	1	637	21	659

▪ **Variante da Encosta**

Tabela 3.5 – Tabela de valores relativos à concentração de partículas (PM10) em determinada hora e tráfego característico no ponto de medição – Variante da Encosta (extrato)

Data	Hora	PM ₁₀ (µg/m ³)	Tráfego			
			Motociclos	Ligeiros	Pesados	Total
16-05-2008	11:09:00	50.5	0	498	25	523
28-05-2008	16:18:00	29.6	2	363	26	391
30-05-2008	11:19:00	17.6	0	498	25	523
02-06-2008	11:32:00	6.9	0	498	25	523
03-06-2008	11:46:00	17.1	0	498	25	523
17-06-2008	16:35:00	19.5	2	363	26	391
18-06-2008	16:23:00	31.7	2	363	26	391
19-06-2008	16:25:00	22.8	2	363	26	391
20-06-2008	16:25:00	15.1	2	363	26	391
20-06-2008	17:35:00	10.9	2	784	48	834
23-06-2008	16:26:00	27.6	2	363	26	391
25-06-2008	17:39:00	18.0	2	784	48	834
26-06-2008	17:39:00	22.9	2	784	48	834
27-06-2008	17:41:00	16.2	2	784	48	834

3.5.3. Dados relativos a ruído

Tal como a concentração de partículas, o nível de ruído ambiente é referente ao período de tempo entre Maio de 2008 e Abril de 2012, tendo sido igualmente ignorados todos resultados identificados na tabela como “N/D”, considerando apenas as medições com nível de ruído superiores a 35 dB(A).

Elaborou-se uma tabela de dados para cada um dos pontos, onde se considera a estatística de tráfego considerada em cada período horário a que a medição foi feita.

Os dados recolhidos e tratados encontram-se normalmente apresentados nas seguintes tabelas (tabelas 3.6 a 3.9). A totalidade dos dados encontram-se em anexo.

- **Circular Sul**

Tabela 3.6 – Tabela de valores relativos ao nível de ruído (Leq) em determinada hora e tráfego característico no ponto de medição - Circular Sul (extrato)

Data	Hora	Leq (dbA)	Tráfego				Total
			Motociclos	Ligeiros	Pesados	Bus	
13-05-2008	16:22:00	67.1	20	3936	221	3	4180
19-05-2008	13:27:00	67.0	45	4586	239	9	4879
19-05-2008	17:36:00	65.4	19	4911	254	11	5195
20-05-2008	11:47:00	64.2	21	2909	255	3	3188
30-05-2008	10:33:00	65.1	17	2996	241	4	3258
30-05-2008	17:03:00	64.4	19	4911	254	11	5195
02-06-2008	10:47:00	63.5	17	2996	241	4	3258
02-06-2008	16:13:00	64.4	20	3936	221	3	4180
03-06-2008	11:01:00	63.7	21	2909	255	3	3188
05-06-2008	16:29:00	63.7	20	3936	221	3	4180
06-06-2008	11:00:00	64.2	21	2909	255	3	3188
09-06-2008	11:05:00	64.6	21	2909	255	3	3188
11-06-2008	10:47:00	64.1	17	2996	241	4	3258
11-06-2008	16:18:00	64.8	20	3936	221	3	4180

- **Infias**

Tabela 3.7 – Tabela de valores relativos ao nível de ruído (Leq) em determinada hora e tráfego característico no ponto de medição – Infias (extrato)

Data	Hora	Leq (dbA)	Tráfego			Total
			Motociclos	Ligeiros	Pesados	
16-05-2008	11:49:00	67.9	3	56	11	70
19-05-2008	12:27:00	66.8	0	73	1	74
19-05-2008	15:30:00	65.7	2	59	2	63
20-05-2008	10:42:00	64.9	0	79	14	93
27-05-2008	10:46:00	67.0	0	79	14	93
28-05-2008	17:04:00	72.1	6	188	5	199
30-05-2008	10:34:00	67.0	0	79	14	93
30-05-2008	16:38:00	67.1	5	155	0	160
02-06-2008	10:03:00	65.5	0	79	14	93
02-06-2008	12:13:00	66.8	0	73	1	74
02-06-2008	17:58:00	67.8	6	188	5	199
03-06-2008	12:06:00	66.2	0	73	1	74
05-06-2008	15:57:00	66.9	2	59	2	63
05-06-2008	17:44:00	64.8	6	188	5	199

- **Maximinos**

Tabela 3.8 – Tabela de valores relativos ao nível de ruído (Leq) em determinada hora e tráfego característico no ponto de medição – Maximinos (extrato)

Data	Hora	Leq (dbA)	Tráfego			
			Motociclos	Ligeiros	Pesados	Total
16-05-2008	17:28:00	60.9	1	637	21	659
19-05-2008	13:05:00	64.3	2	517	23	542
20-05-2008	11:44:00	63.3	0	354	14	368
28-05-2008	16:17:00	61.1	0	473	22	495
30-05-2008	12:18:00	62.6	1	552	26	579
30-05-2008	17:55:00	64.3	1	637	21	659
02-06-2008	11:33:00	63.3	0	354	14	368
02-06-2008	16:47:00	64.3	0	473	22	495
03-06-2008	11:18:00	65.2	0	354	14	368
05-06-2008	16:54:00	62.7	0	473	22	495
06-06-2008	11:16:00	63.7	0	354	14	368
09-06-2008	12:00:00	60.8	1	552	26	579
11-06-2008	11:46:00	61.3	0	354	14	368
11-06-2008	16:37:00	61.5	0	473	22	495

- **Variante da Encosta**

Tabela 3.9 – Tabela de valores relativos ao nível de ruído (Leq) em determinada hora e tráfego característico no ponto de medição – Variante da Encosta (extrato)

Data	Hora	Leq (dbA)	Tráfego			
			Motociclos	Ligeiros	Pesados	Total
16-05-2008	11:09:00	64.1	0	498	25	523
19-05-2008	18:11:00	65.1	2	863	45	910
28-05-2008	16:18:00	57.6	2	363	26	391
30-05-2008	11:19:00	61.7	0	498	25	523
30-05-2008	17:46:00	61.8	2	784	48	834
02-06-2008	11:32:00	61.7	0	498	25	523
02-06-2008	16:48:00	62.0	2	363	26	391
03-06-2008	11:46:00	62.5	0	498	25	523
05-06-2008	17:15:00	62.0	2	784	48	834
06-06-2008	11:42:00	64.2	0	498	25	523
09-06-2008	12:05:00	60.4	1	722	23	746
09-06-2008	16:33:00	61.9	2	363	26	391
11-06-2008	11:12:00	62.3	0	498	25	523
11-06-2008	16:40:00	61.9	2	363	26	391

4. ANÁLISE

4.1. Análise da forma urbana

4.1.1. Índice de Porosidade (ROS)

A porosidade é medida pelo **Índice ROS**, que tem em linha de conta a relação entre cheios e vazios formados pelo edificado, traduzindo a relação entre a área de espaço não edificado sobre a área de referência.

Deste modo, a análise da forma urbana em relação ao índice de porosidade (ROS) foi efectuada recorrendo à ferramenta informática AutoCAD (Figura 4.1) para determinação de todas as áreas envolvidas no cálculo.

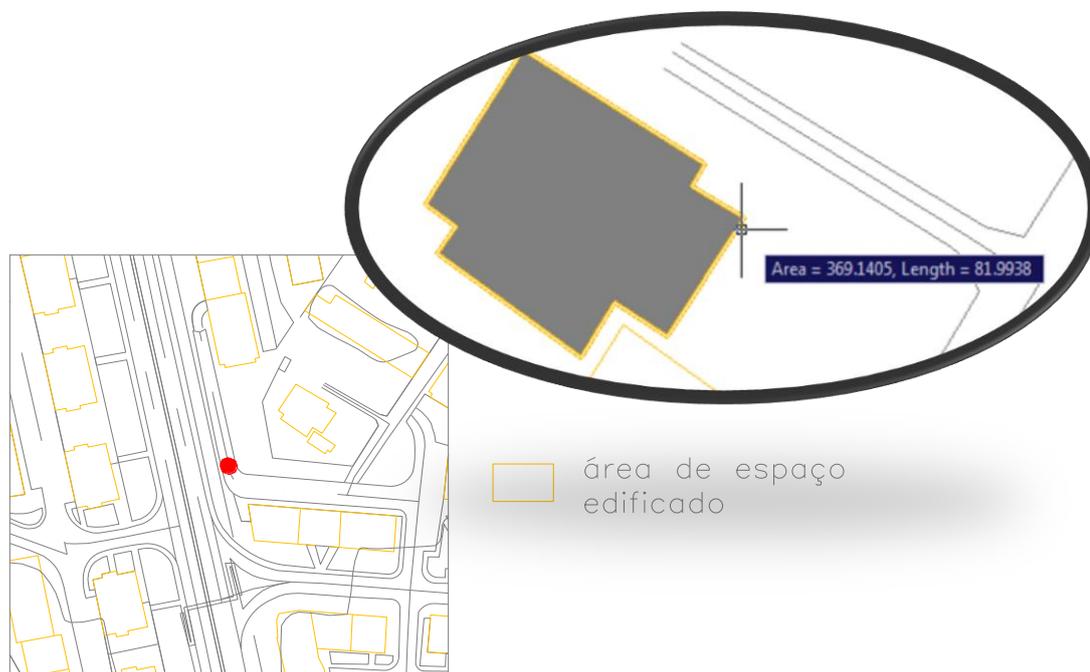


Figura 4.1 – Exemplo de determinação de áreas no AutoCAD (exemplo do ponto de medição - Circular Sul)

A contabilização de cada área interveniente no cálculo foi organizada num ficheiro Excel. O resultado dos cálculos do **Índice ROS** para cada um dos pontos de medição, está apresentado no quadro resumo seguinte:

Tabela 4.1 – Resumo do resultado do cálculo do Índice ROS

Circular Sul			
área de referência (m ²)	=	40000	m ²
area de espaço edificado (m ²)	=	3826.8	m ²
area de espaço não edificado (m ²)	=	36173	m ²
Índice de Porosidade (ROS)	=	90.43%	
Infias			
área de referência (m ²)	=	40000	m ²
area de espaço edificado (m ²)	=	12294	m ²
area de espaço não edificado (m ²)	=	27706	m ²
Índice de Porosidade (ROS)	=	69.26%	
Variante da Encosta			
área de referência (m ²)	=	40000	m ²
area de espaço edificado (m ²)	=	7815.9	m ²
area de espaço não edificado (m ²)	=	32184	m ²
Índice de Porosidade (ROS)	=	80.46%	
Maximinos			
área de referência (m ²)	=	40000	m ²
area de espaço edificado (m ²)	=	13080	m ²
area de espaço não edificado (m ²)	=	26920	m ²
Índice de Porosidade (ROS)	=	67.30%	

Observando os resultados, imediatamente se conclui ser no ponto de medição - Maximinos, onde se verifica a maior área de edificado. Como consequência, o número de espaços vazios é menor e o **Índice ROS** adquire o valor menor alcançado.

Quantos aos restantes, Infias possui um valor não muito superior ao de Maximinos, enquanto a área localizada na Circular Sul possui o **Índice ROS** com valor mais elevado, devido ao facto de o ponto de medição aí localizado se encontrar na imediação de uma das vias do centro urbano de Braga com um tipo de perfil transversal onde a largura e número de vias é maior, para além de um lote de terreno de área considerável, onde apenas numa pequena fracção, existe espaço edificado. Embora na restante área em estudo a construção abunde, este facto influencia o valor do **Índice ROS**.

4.1.2. Índice de Factor Visão do Céu (FVC)

O **Índice de Factor Visão do Céu (FVC)** foi determinado recorrendo a um software denominado 3DSkyView, uma extensão para ArcGIS da ESRI, desenvolvido pelo Prof. Daniel Souto Rodrigues (UM), Prof. Léa Cristina Lucas de Souza (UFSCAR - Universidade Federal de São Carlos, Brasil) e o Prof. José Fernando Gomes Mendes (UM). Através deste software foi possível obter, para cada um dos pontos de medição, o respectivo valor do **Índice FVC**.

O desenvolvimento deste cálculo envolveu duas etapas: elaboração da base cartográfica e determinação dos dados do **FVC**.

Primeira etapa – Elaboração da base cartográfica

Fase 1: Actualização da base cartográfica

Para a execução deste trabalho foram fornecidos uma serie de mapas cartográficos do centro urbano da cidade de Braga em formato Shapefile (Shapefile ou simplesmente Shape é um formato de dado padrão para os softwares de SIG) ou DWG, que como anteriormente foi referido, procedeu-se à sua actualização. Porém esta actualização ocorreu nos ficheiros DWG, segundo duas dimensões (2D) apenas, não se inserindo a altura de cada um dos edifícios por não ser necessário.

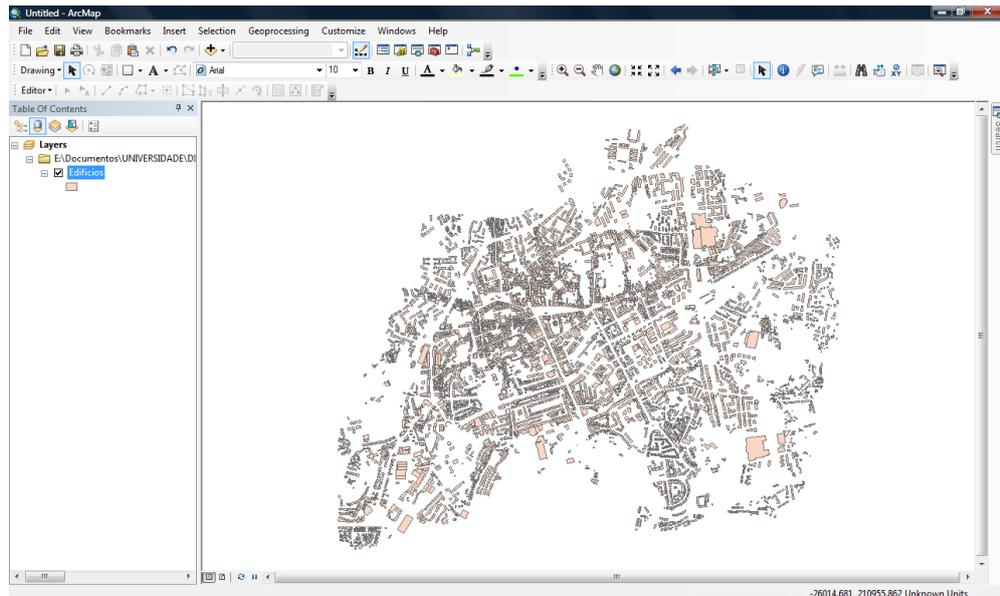


Figura 4.2 – Shape file fornecida relativa aos edifícios (centro urbano da cidade de Braga)

Deste modo procedeu-se à consequente actualização e selecção dos mapas relativos aos edifícios em formato Shapefile, onde se inseriram as novas edificações. Este procedimento consistiu em utilizar as ferramentas de adição disponível no programa ArcGIS, para desenhar o formato das edificações a partir de imagens obtidas no programa Google Earth e do registo fotográfico do local.

Analisando a Figura 4.3, é possível perceber a forma como ocorreu a inserção.

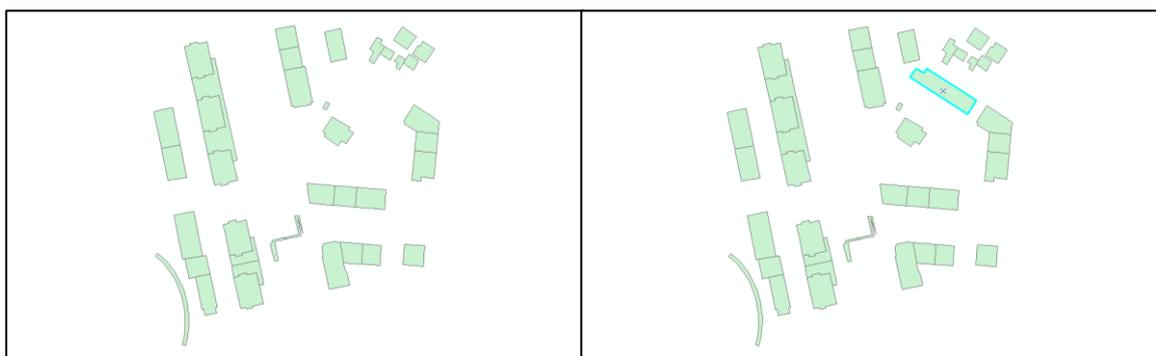


Figura 4.3 – Inserção de novas edificações

Depois de finalizada as inserções das novas edificações, foi associado ao Shapefile, o valor referente à sua altura em metros de cada uma delas, obtido através da contagem

do número de pavimentos multiplicado por 3 m (três metros), que representa o valor médio para a altura de cada pavimento, conforme se observa na Figura 4.4.

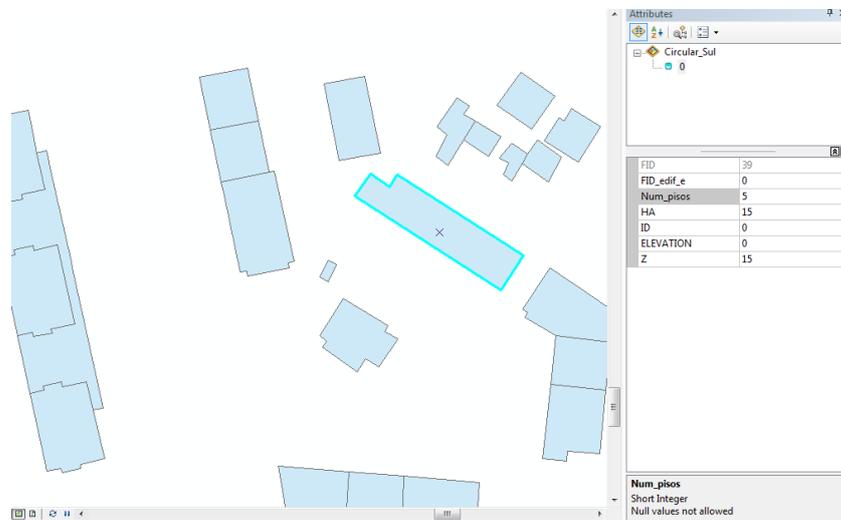


Figura 4.4 – Inserção de atributos ao polígono (edifício) na área do ponto de medição localizado em Circular Sul

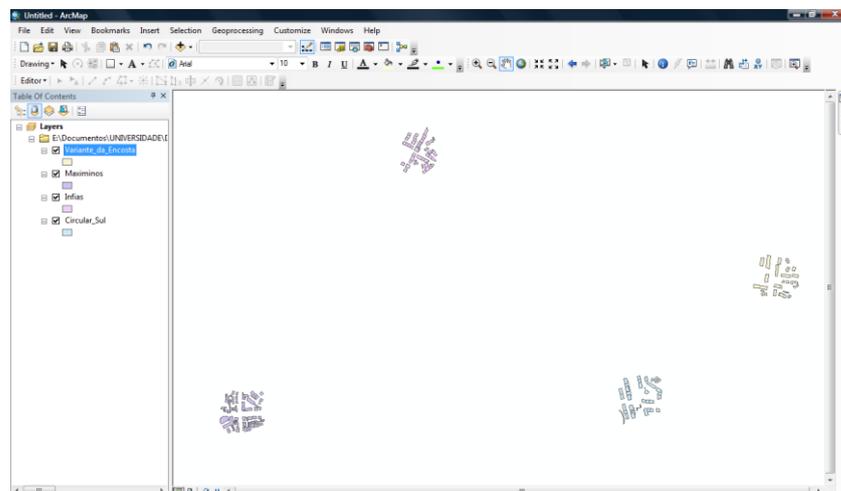


Figura 4.5 – Aspecto final das áreas em estudo para determinação do FVC (Shapefile)

Fase 2: Geração de um ficheiro relativo aos pontos de medição

Tendo por base a cartografia em formato DWG onde se encontram marcados os pontos de medição relativos ao estudo, criou-se um ficheiro Shapefile necessário ao cálculo do Índice FVC onde apenas constam os pontos devidamente marcados segundo o mesmo sistema de coordenadas conforme demonstra a Figura 4.6.

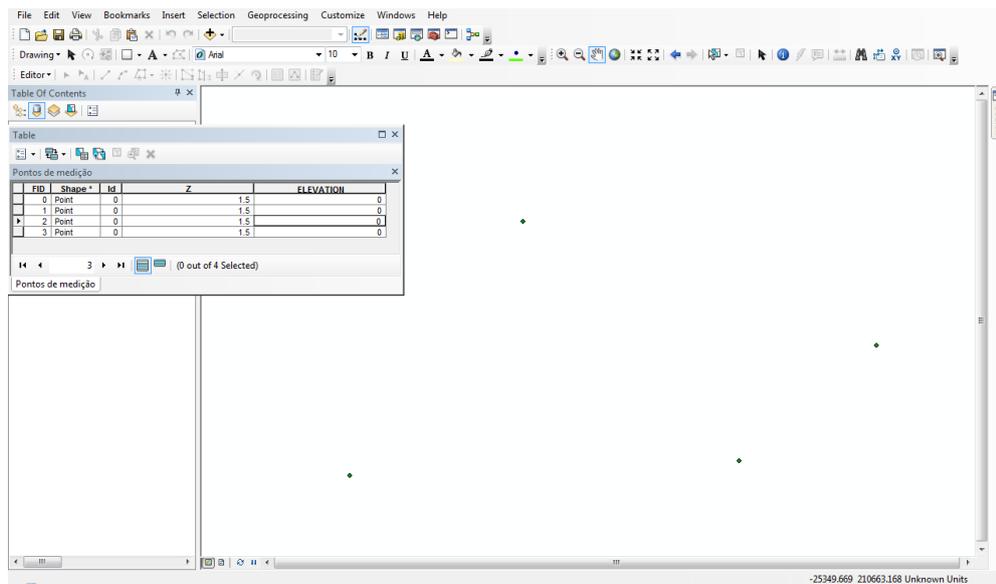


Figura 4.6 – Shapefile relativo aos pontos de medição

Após esta etapa, obteve-se um ficheiro com o aspecto visual demonstrado na seguinte figura:

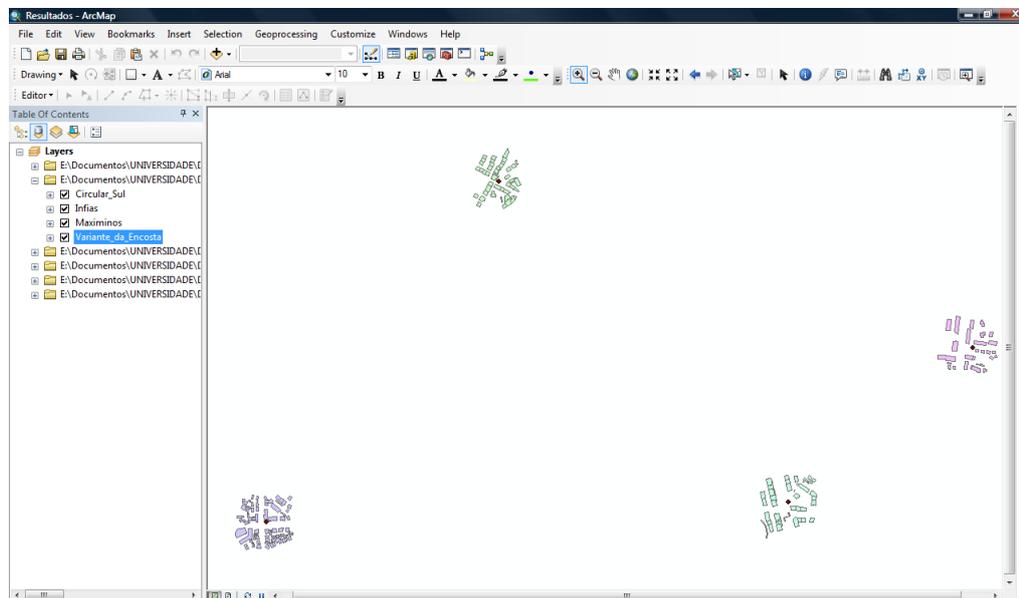


Figura 4.7 – Shapefile relativo aos 4 pontos de medição (ponto de medição + edifícios)

Segunda etapa – Determinação dos dados de FVC

O software utilizado para cálculo do FVC, tem por base dois ficheiros Shapefile: um contendo polígonos representando as edificações e outro por pontos representativos do observador (pontos de medição). É necessário que aos dois Shapefile sejam associados dados sobre a elevação (nível ou cota) e a altura (coordenada Z), de forma que os seguintes passos podem ser destacados.

Ao final, é possível obter os seguintes resultados:

- I. Valor do FVC para cada ponto de observação.
- II. Projecção estereográfica da área de céu obstruída

I – Valor do FVC para cada ponto de observação

O software utilizado gera ficheiros de resultados que podem ser visualizados utilizando o programa ArcGIS. O valor de FVC obtido para cada um dos pontos de medição encontra-se organizado no seguinte quadro resumo:

Tabela 4.2 – Quadro resumo dos valores de FVC

Ponto de medição	FVC
Circular Sul	0.83651739144
Infias	0.64896145181
Maximinos	0.76352581710
Variante da Encosta	0.78114872998

II – Projecção estereográfica da área de céu obstruída

A projecção estereográfica da área de céu obstruída obtida para cada um dos pontos de medição encontra-se representada nas seguintes figuras:

➤ **Ponto de medição – Circular Sul**

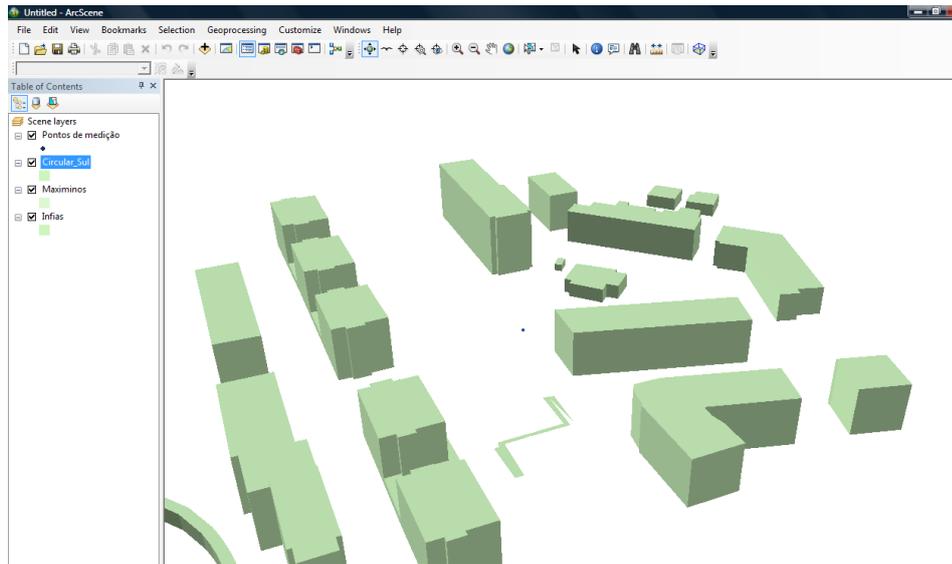


Figura 4.8 – Posicionamento do observador em relação ao edificado – Circular Sul

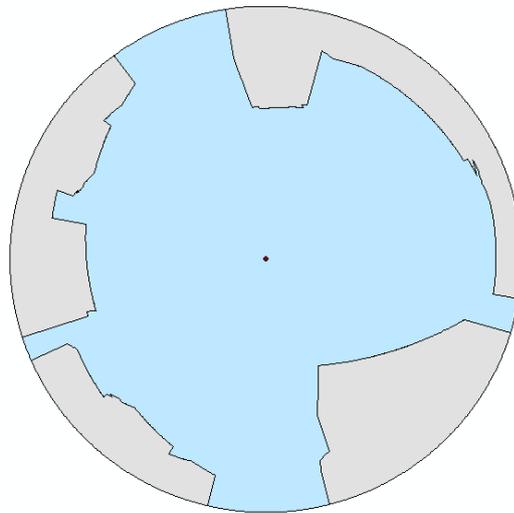


Figura 4.9 – Projecção estereográfica da área de céu obstruída – Circular Sul

➤ **Ponto de medição – Infias**

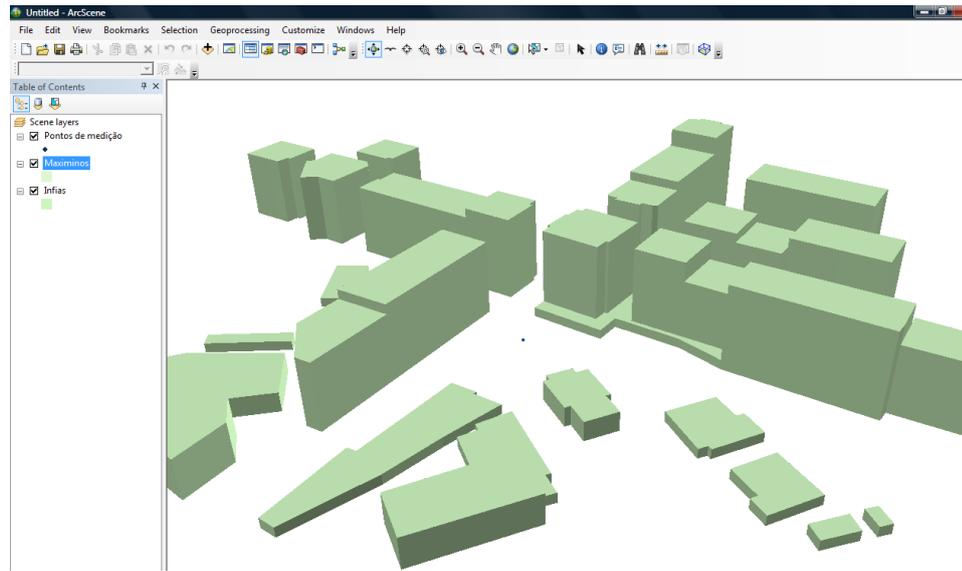


Figura 4.10 – Posicionamento do observador em relação ao edificado – Infias

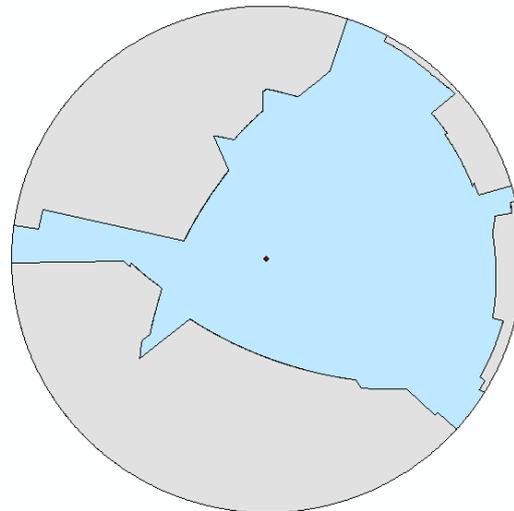


Figura 4.11 – Projecção estereográfica da área de céu obstruída – Infias

➤ **Ponto de medição – Maximinos**

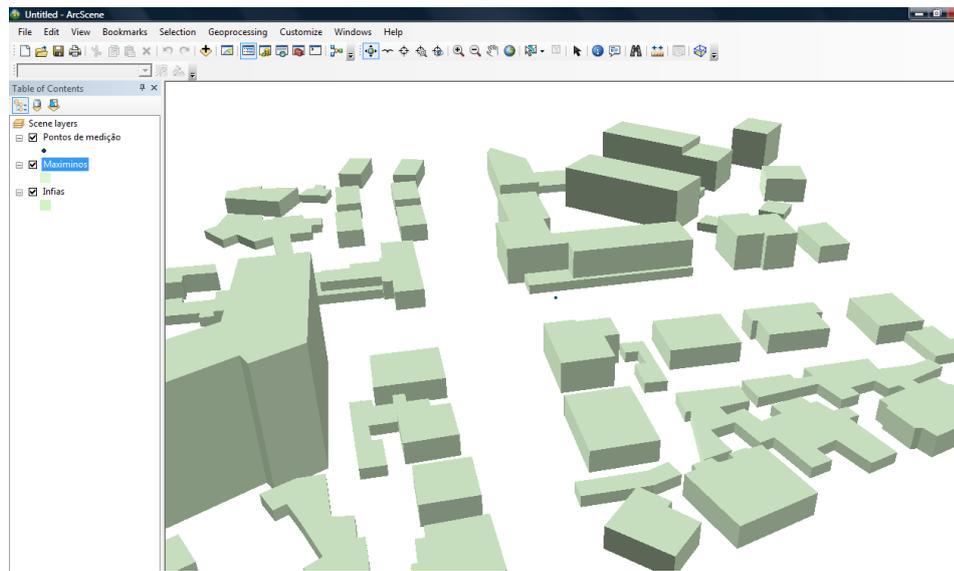


Figura 4.12 – Posicionamento do observador em relação ao edificado – Maximinos

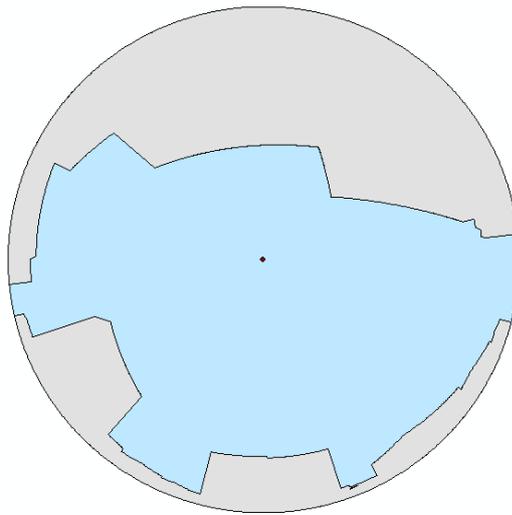


Figura 4.13 – Projecção estereográfica da área de céu obstruída – Maximinos

➤ **Ponto de medição – Variante da Encosta**

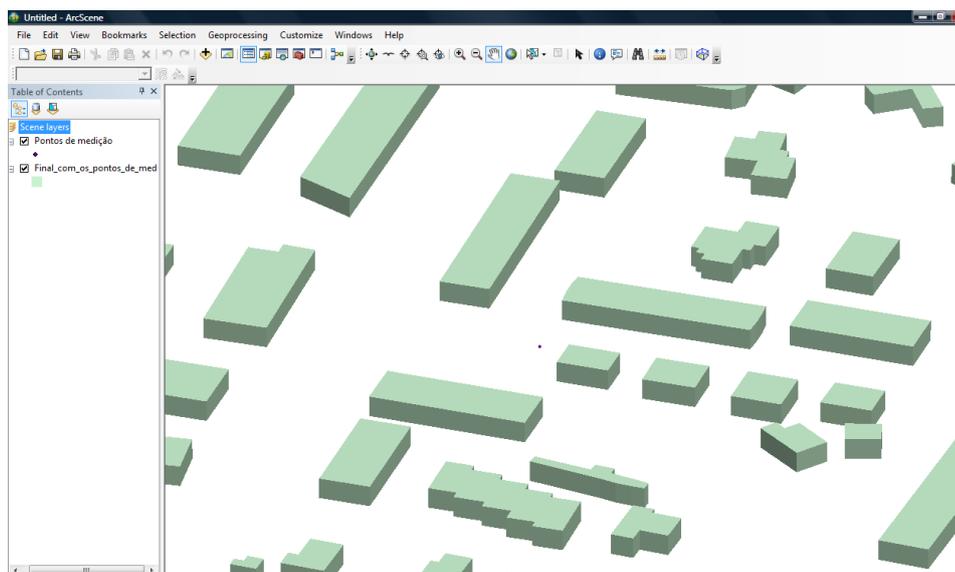


Figura 4.14 – Posicionamento do observador em relação ao edificado – Variante da Encosta

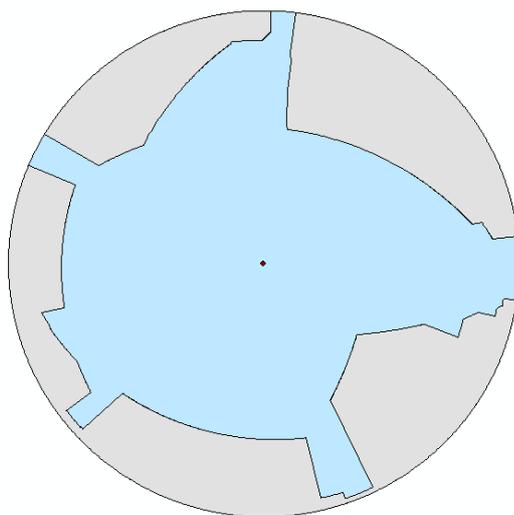


Figura 4.15 – Projecção estereográfica da área de céu obstruída – Variante da Encosta

Observando os resultados anteriormente apresentados, conclui-se que para o ponto de medição localizado na Circular Sul o valor de FVC é o mais elevado, sendo o ponto com menor valor, o localizado em Infias.

A área envolvente ao ponto de medição localizado na Circular Sul é aquela em que existem vias rodoviárias com maior largura e onde apenas um edifício se localiza na proximidade

deste ponto de medição o que permite que a área de céu obstruída seja menor, contrastando com o ponto localizado em Infias, onde as vias têm uma largura bastante menor e os edifícios existentes, caracterizarem-se por possuir o maior número de pisos de todas as áreas em estudo, com localização justamente na imediação do ponto.

4.1.3. Variação do Índice de Porosidade (ROS) e Índice de Factor Visão do Céu (FVC)

Através dos valores relativos ao índice FVC e Índice ROS, obtidos respectivamente nos subcapítulos anteriores, procedeu-se à construção de um gráfico em que se procura traduzir uma relação entre os índices determinados, para cada um dos pontos de medição.

O gráfico abaixo representa esse mesmo comportamento.

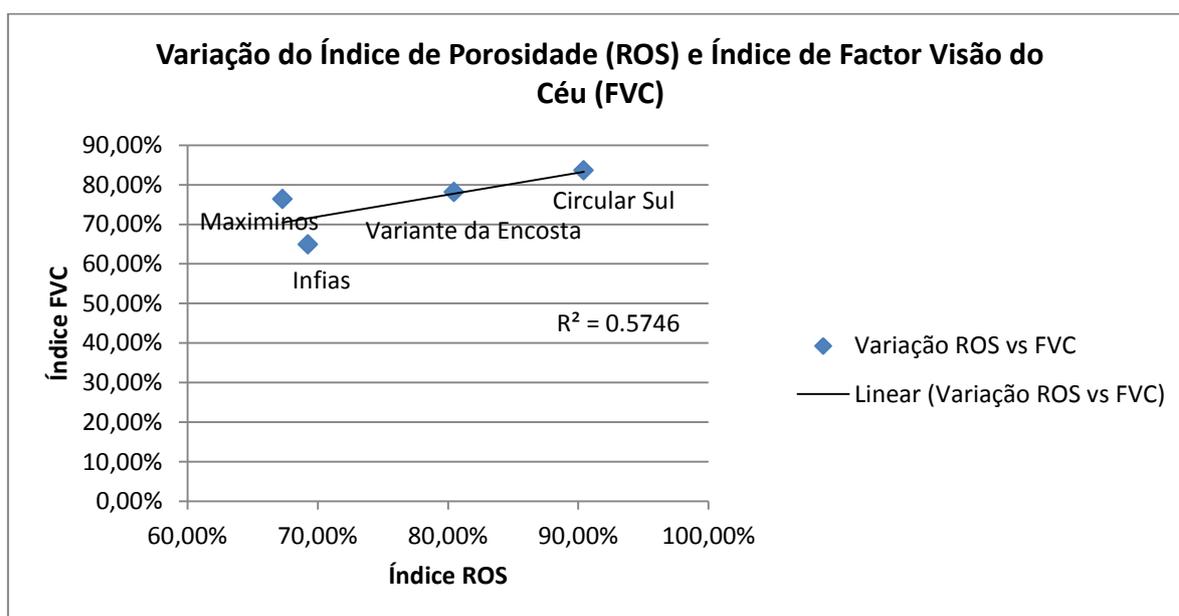


Figura 4.16 – Gráfico da Variação do Índice ROS e Índice FVC para os 4 pontos de medição

Estabelecendo uma relação entre o Índice ROS e o Índice FVC determinado para cada um dos pontos de medição conclui-se que, embora o valor relativo ao índice ROS de Infias seja superior ao de Maximinos, a diferença é mínima, sendo os valores semelhantes (diferença inferior a 2%), como seria de esperar à medida que o valor do Índice ROS aumenta, o Índice de FVC também aumenta.

O desvio do valor ROS e FVC nos pontos Maximinos e Infias deve-se à diferença de cércea. Predominantemente mais elevada em Infias, resulta num FVC mais baixo e não influencia o ROS.

Com o aumento de área não edificada, aumenta o Índice ROS, diminuindo assim o número de possíveis obstáculos, que por consequência permite uma menor área de céu obstruída, ou seja, um aumento do Índice FVC.

O ponto de medição localizado em Circular Sul é aquele que apresenta maior área não edificada e possui um Índice FVC maior.

Contudo é necessário ter em linha de conta dois factores importantes na análise do resultado traduzido pelo gráfico, o primeiro que Índice ROS independentemente da área de referência em estudo, possui um valor relativo à porosidade na totalidade dessa área, sendo um valor que traduz uma característica padrão acerca da área de referência. Em segundo, o Índice FVC pelo contrário, tem um valor que poderá variar conforme o local de observação, pois ao longo da área de referência a edificação não é igual, variando de local para local.

Deste modo o local onde se localiza o ponto observador em Infias, é aquele onde na imediação se localizam edifícios com maior número de pisos, e apesar de possuir maior porosidade em comparação com o ponto localizado em Maximinos, possui menor valor do Índice FVC. O que não significa que não existe nenhum outro ponto no interior desta área de referência que não possua maior valor de Índice FVC.

Assim conclui-se que, em regra o valor de ROS aumenta com o aumento de FVC.

4.2. Análise da forma urbana na variação do teor em partículas e ruído

4.2.1. Selecção dos dados relativos a concentração de PM10 e ruído

De modo a obter dados relativos a estas duas variáveis com maior grau de certeza de resultado, executou-se a filtragem de todos os dados obtidos, tendo sido rejeitados todos os valores de concentração acima e abaixo de 95% relativamente à média.

Após análise das tabelas de dados obtidos relativamente à concentração de partículas – PM10 e ruído concluiu-se, que para os pontos de medição em estudo, o tráfego característico de cada era bastante diferente, em termos de ordem de grandeza. As vias onde se localizam os pontos possuem diferente importância na rede viária do centro urbano da cidade de Braga, pelo que o número de veículos por hora a utilizar cada uma das vias é superior em Circular Sul e bastante menor em Infias.

Homogeneização do tráfego e nível de ruído

Por este facto procedeu-se a uma homogeneização do tráfego rodoviário e do respectivo valor de ruído medido de modo a obter dados com melhor termo de comparação entre si. Esta homogeneização foi feita para os dois casos extremos em termos de fluxo de tráfego: Circular Sul e Infias.

Com base nas características do som e sua quantificação, efectuou-se a homogeneização do tráfego rodoviário do seguinte modo:

➤ Circular Sul

Reduziu-se a fonte para um quarto o que resultou numa redução de 6 dB(A) no ruído produzido.

➤ Infias

Aumentou-se a fonte em quatro vezes o que resultou num aumento de 6 dB(A) no ruído produzido.

Após este procedimento, efectuou-se a divisão do tráfego em classes (classes de 200 veic./h.) A divisão seleccionada foi aquela que permitia obter melhores conclusões acerca de todas as variáveis incluídas nesta análise, abrangendo os dados de todos os pontos de medição, e encontra-se na Tabela 4.3:

Tabela 4.3 – Categorias de tráfego

Categorias de tráfego	veic/h
I	200 - 400
II	400 - 600
III	600 - 800
IV	800 - 1000
V	1000 - 1200
VI	1200 - 1400

Modelação da concentração de PM10 para vários cenários de tráfego

Visto a concentração de PM10 no ambiente urbano ter origem no tráfego rodoviário e em várias fontes diversas/difusas desconhecidas a metodologia aqui utilizada, para determinar a concentração previsível de PM10 em vários cenários de tráfego, foi diferente.

A solução encontrada foi a partir de dados reais de tráfego vs. PM10 foi feita uma regressão linear, encontrada a reta e a partir desta determinados os valores PM10 para os cenários de tráfego desejados. Este cálculo foi feito para os dois casos extremos de tráfego, Circular Sul e Infias. Aos valores determinados por esta metodologia foi dado o nome de valores modelados.

Em seguida apresenta-se a tabela e gráfico com valores da concentração de PM10 obtidos para cada um dos pontos de medição.

➤ Circular Sul

Os dados a partir dos quais foi efectuada a regressão linear apresentam-se na Tabela 4.4. Foram obtidos dividindo todos os valores relativos ao tráfego e respectivo valor

de concentração em três classes de veículos. Assim resultam da média de cada uma das três divisões. O gráfico e respectiva reta apresentam-se na Figura 4.17.

Tabela 4.4 – Dados de base para modelação da concentração de PM10 – Circular Sul

TRÁFEGO (Veic /h)	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
3194.4	29.4
4214.2	32.2
5153.6	35.8

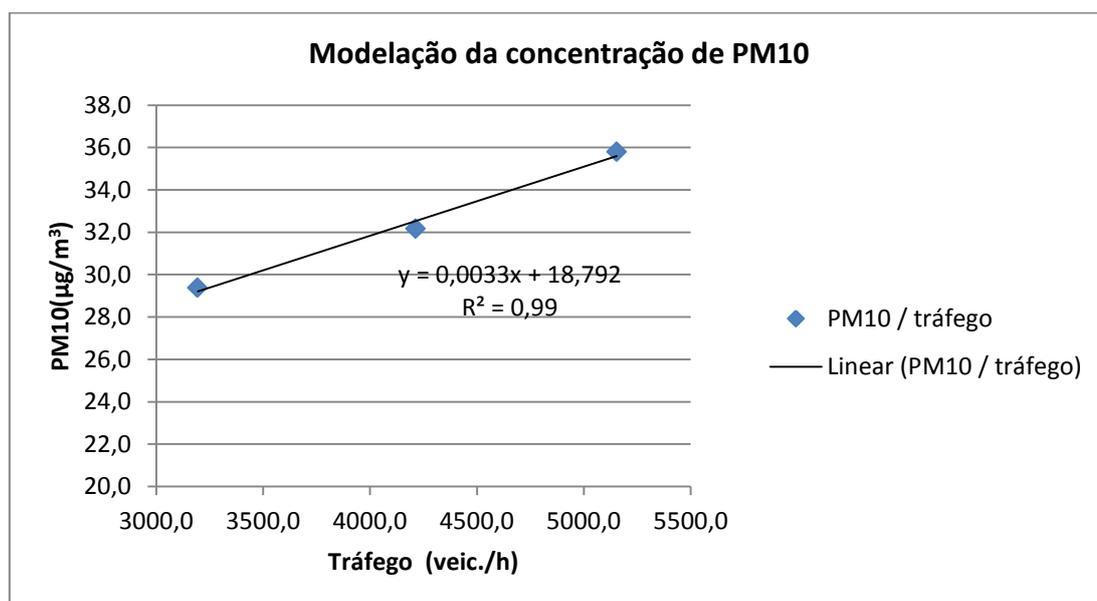


Figura 4.17 – Gráfico relativo à modelação da concentração de PM10 – Circular Sul

As concentrações de PM10 modeladas a partir da recta de regressão obtida: $y = 0.0033x + 18.792$, apresentam-se na Tabela 4.5. Os valores de tráfego correspondem ao valor médio de cada classe de tráfego (Tabela 4.3).

Tabela 4.5 – Dados obtidos por modelação para vários cenários de tráfego

MODELAÇÃO	
TRÁFEGO (Veic /h)	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
300.0	19.7
500.0	20.3
700.0	20.9

➤ **Infias**

Os dados a partir dos quais foi efectuada a modelação apresentam-se na Tabela 4.6 e obtiveram-se do mesmo modo que para o ponto de medição localizado em Circular Sul. O gráfico relativo à modelação apresenta-se na Figura 4.18.

Tabela 4.6 – Dados de base para modelação da concentração de PM10 – Infias

PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	TRÁFEGO (Veic /h)
29.8	72.0
32.6	94.8
34.3	160.0
36.3	199.0

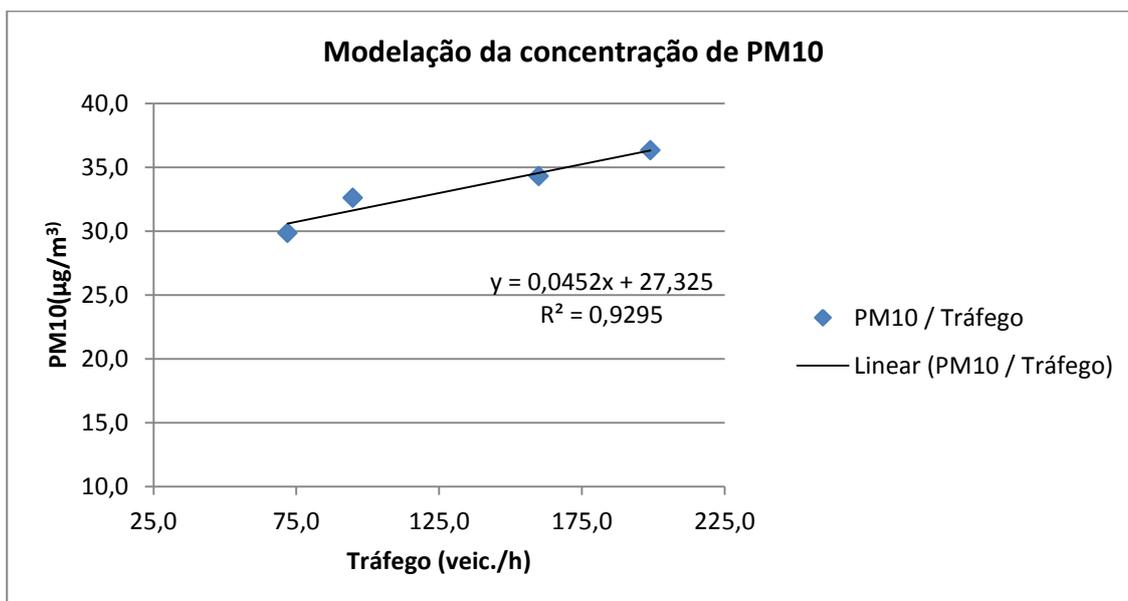


Figura 4.18 – Gráfico relativo à modelação da concentração de PM10 – Infias

As concentrações de PM10 modeladas a partir da reta de regressão obtida: $y = 0.0452x + 27.325$, apresentam-se na Tabela 4.7.

Tabela 4.7 – Dados obtidos por modelação para vários cenários de tráfego

MODELAÇÃO	
TRÁFEGO (Veic/h)	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
300.0	40.82
500.0	49.82
700.0	58.82

4.2.2. Resultados obtidos

Após a selecção dos dados obtidos através do procedimento anteriormente descrito, construiu-se uma tabela de modo a organizar todos os dados obtidos de forma clara (Tabela 4.8).

Teve-se em consideração na determinação de dados as seguintes noções:

- O valor relativo ao nível de ruído (Leq) resulta da média das medições que se inserem na categoria de tráfego em questão;
- Os dados relativos à concentração de PM10, visto cada categoria de tráfego possuir o intervalo de 200 veic./h, são obtidos por modelação para o valor de tráfego referente à média dos extremos do intervalo correspondente a cada categoria.

Tabela 4.8 – Tabela de organização de dados obtidos relativos aos 4 pontos de medição

Categoria de tráfego	Circular Sul				Infias				Maximinos				Variante da Encosta			
	Leq	Tráfego	PM10	Tráfego	Leq	Tráfego	PM10	Tráfego	Leq	Tráfego	PM10	Tráfego	Leq	Tráfego	PM10	Tráfego
200 - 400			19.70	300	65.76	300	40.82	300	62.32	361	27.98	356.86	59.35	391	26.12	391
400 - 600			20.30	500			49.82	500	62.44	538	28.87	541.34	60.48	516	28.60	507
600 - 800	57.81	797	20.90	797	66.33	694	58.82	700	62.29	659	29.18	664.39	59.89	744	29.15	746
800 - 1000	57.62	895	28.34	936									61.98	836	30.69	833

Após análise da tabela, com o objectivo de construir gráficos representando a variação da concentração de PM10 e ruído, na forma urbana relativa aos quatro pontos de medição, concluímos existirem três categorias de tráfego: [200 - 400], [400 - 600] e [600 - 800], com dados relativos à concentração de PM10 obtido nos quatro pontos de medição. Deste modo construiu-se os gráficos respeitantes à variação da concentração de PM10, quer em função do Índice ROS, quer em função do Índice FVC.

Em relação nível de ruído, o gráfico construído foi referente à categoria [600 - 800], por se tratar da única categoria de tráfego que possui dados nos quatro pontos de medição. Unicamente deste modo é possível obter conclusões acerca da real influência da forma urbana, na variação da concentração de PM10 e ruído.

A categoria [800 – 1000] foi excluída deste processo, por possuir dados insuficientes a qualquer conclusão.

Seguidamente apresentam-se os gráficos produzidos e as respectivas conclusões.

Análise da forma urbana na variação do teor em partículas – PM10

Categoria [200 - 400]:

	ROS	FVC	PM10
Infias	69.26%	64.90%	40.82
Maximinos	67.30%	76.35%	27.98
Variante da Encosta	80.46%	78.11%	26.12
Circular Sul	90.43%	83.65%	19.70

Legenda
 Valor modelado

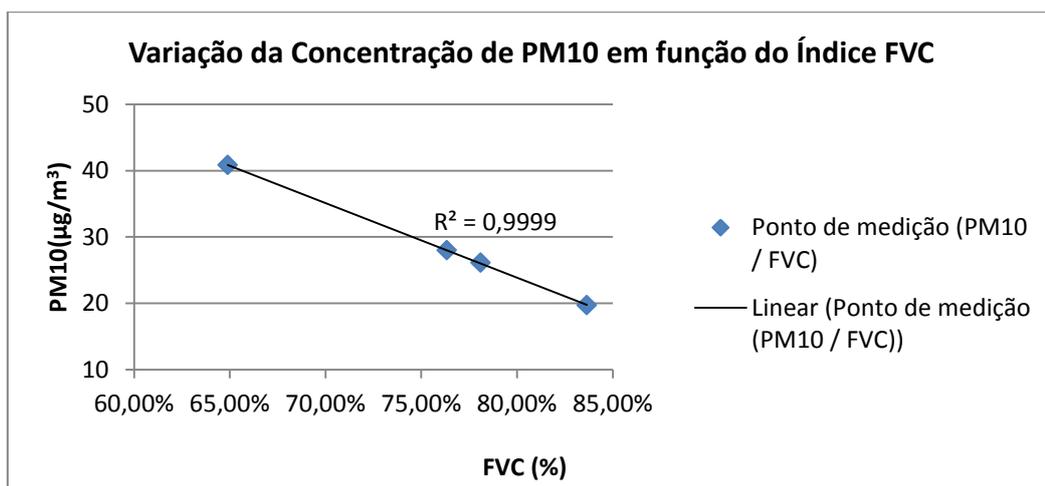


Figura 4.19 – Gráfico da variação da concentração de PM10 em função do Índice FVC – Categoria [200 - 400]

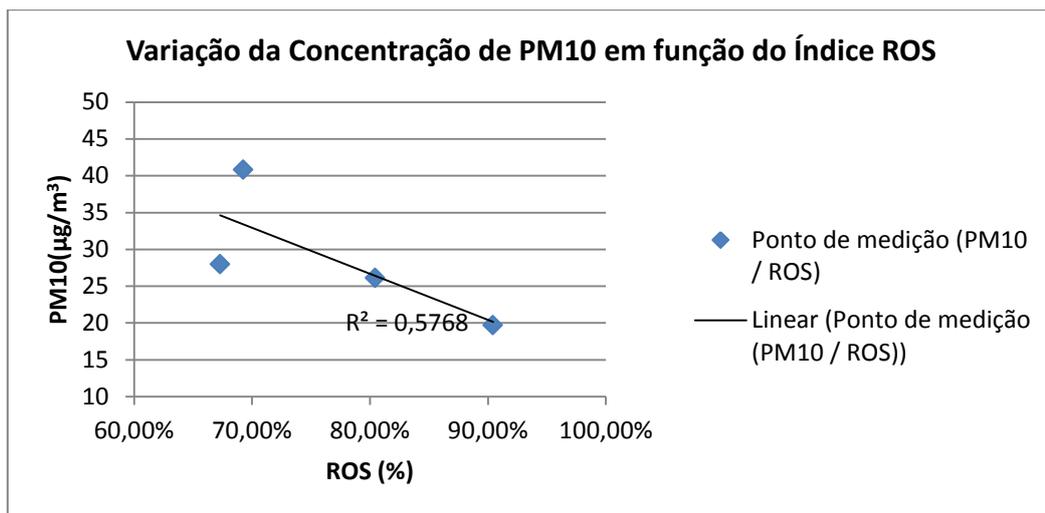


Figura 4.20 – Gráfico da variação da concentração de PM10 em função do Índice ROS – Categoria [200 - 400]

Categoria [400 - 600]:

	ROS	FVC	PM10
Infias	69.26%	64.90%	49.82
Maximinos	67.30%	76.35%	28.87
Variante da Encosta	80.46%	78.11%	28.60
Circular Sul	90.43%	83.65%	20.30

Legenda
 Valor modelado

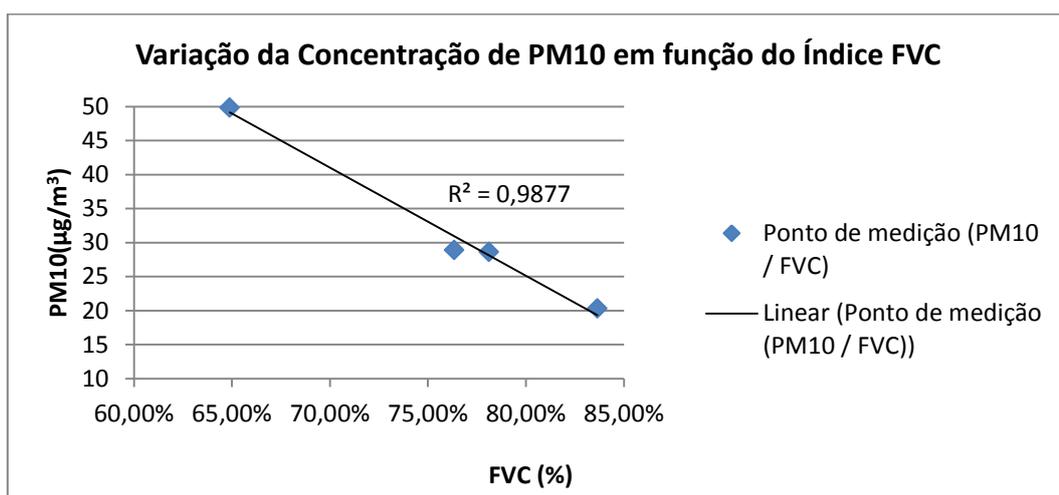


Figura 4.21 – Gráfico da variação da concentração de PM10 em função do Índice FVC – Categoria [400 - 600]

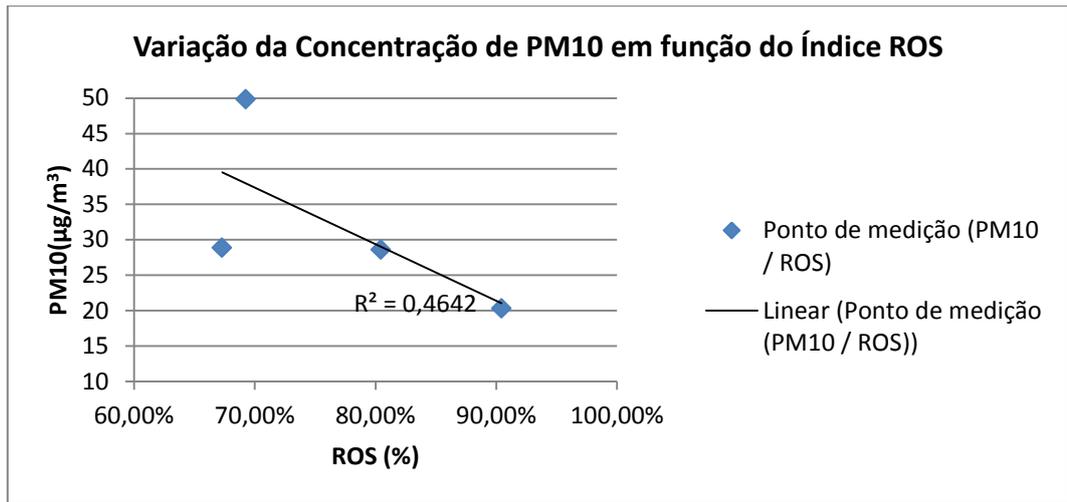


Figura 4.22 – Gráfico da variação da concentração de PM10 em função do Índice ROS – Categoria [400 - 600]

Categoria [600 - 800]:

	ROS	FVC	PM10
Infias	69.26%	64.90%	58.82
Maximinos	67.30%	76.35%	29.17
Variante da Encosta	80.46%	78.11%	29.15
Circular Sul	90.43%	83.65%	20.9

Legenda
 Valor modelado

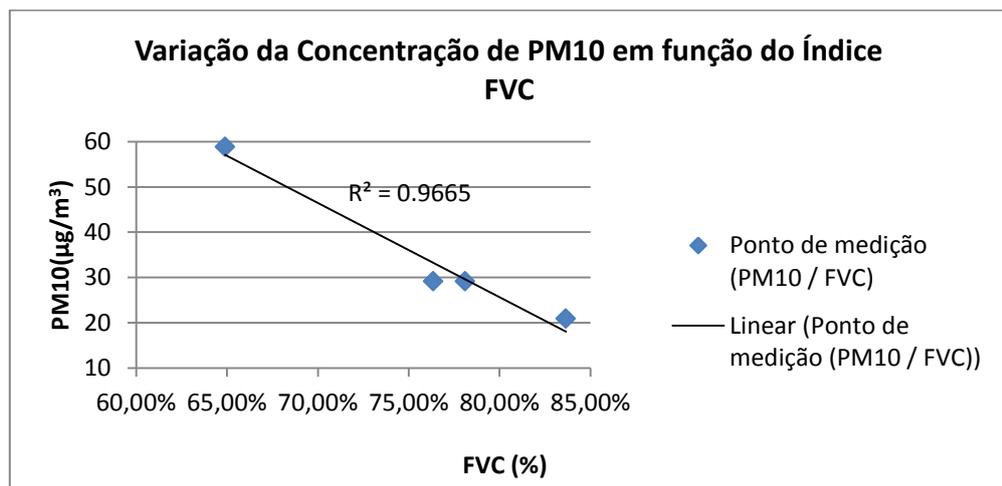


Figura 4.23 – Gráfico da variação da concentração de PM10 em função do Índice FVC – Categoria [600 - 800]

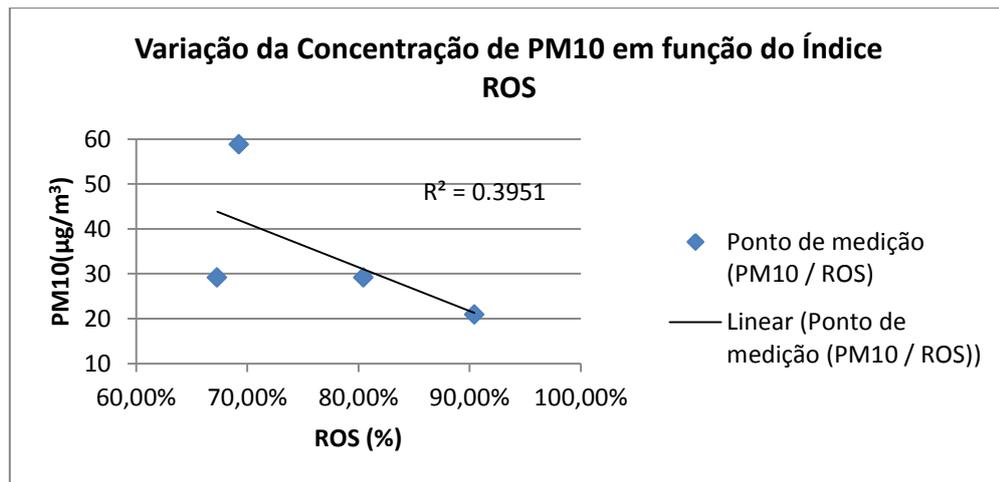


Figura 4.24 – Gráfico da variação da concentração de PM10 em função do Índice ROS – Categoria [600 - 800]

Da observação dos gráficos representados nas anteriores figuras, traduzindo a variação da concentração de PM10 em função do Índice FVC ou ROS, concluímos que a concentração deste poluente atmosférico aumenta conforme a categoria de tráfego seja referente a um tráfego superior. Este facto acontece para todos os pontos de medição. Assim as concentrações mais elevadas de PM10 em todos os pontos de medição referem-se à categoria de tráfego [600 - 800]. Sendo o tráfego a principal fonte de emissão deste poluente, facilmente se compreende o motivo deste fenómeno.

Em relação à variação da concentração de PM10 em função do Índice FVC, os resultados foram bastante conclusivos. Como seria de esperar a concentração diminui conforme aumenta o Índice FVC.

O aumento do Índice FVC traduz-se numa maior área de céu obstruída. Por consequência diminui os obstáculos, entenda-se, construções existentes na imediação do ponto de observação. A malha urbana mais estreita, menor largura das vias, o maior número de edifícios existentes nas imediações das vias onde se localizam os pontos de medição, favorece a diminuição do movimento de massas de ar por influência no seu percurso e como consequência o aumento da concentração de PM10 pela maior dificuldade em dispersão na atmosfera. Os pontos localizados em Infias e Maximinos, em contraste com os restantes, são aqueles que possuem menor valor de Índice FVC e maior valor de concentração de PM10.

Em relação à variação da concentração de PM10 em função do Índice ROS, os resultados obtidos confirmam a tendência de que os pontos localizados em Infias e Maximinos, onde a densidade de construção é a maior (menores espaços vazios) e Índice ROS inferior, são aqueles onde a concentração de PM10 toma o valor mais elevado.

O facto de os valores com índice ROS menor não seguirem a linha de tendência, prende-se com o facto de o valor da cerca do edificado não influenciar o valor de ROS, mas sim a dispersão de PM10. Infias é o ponto de medição onde a cerca é mais elevada e Maximinos onde é menor.

Análise da forma urbana na variação do ruído (Leq)

Categoria [600 - 800]:

	FVC	ROS	Leq (dB A)
Infias	64.90%	69.26%	66.30
Maximinos	76.35%	67.30%	62.28
Variante da Encosta	78.11%	80.46%	59.90
Circular Sul	83.65%	90.43%	57.80

Legenda
 Valor homogeneizado

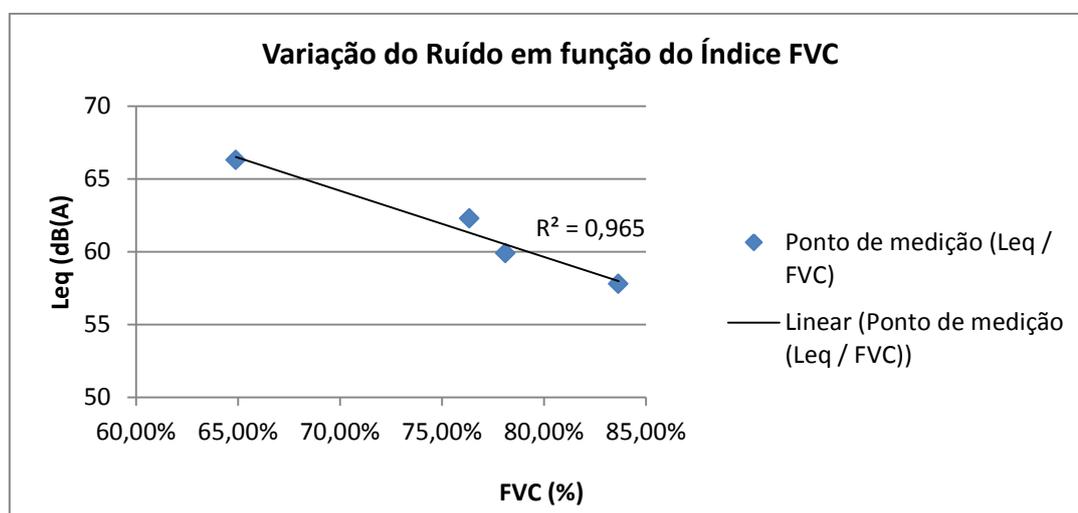


Figura 4.25 – Gráfico da variação do ruído em função do Índice FVC – Categoria [600 - 800]

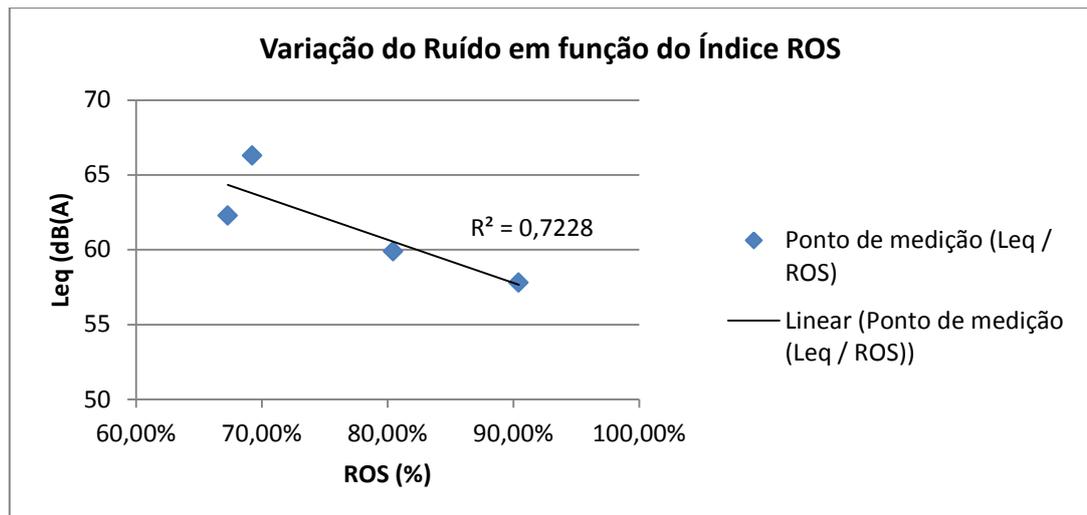


Figura 4.26 – Gráfico da variação do ruído em função do Índice ROS – Categoria [600 - 800]

Da análise dos gráficos conclui-se:

- O nível de ruído medido em cada um dos pontos de medição conforme se pode verificar no gráfico representado na Figura 4.25, diminui com o aumento do Índice FVC. Como se pode verificar, para os valores mais elevados de ruído, correspondem os pontos de medição onde o valor do Índice FVC é mais baixo. Assim nestes pontos a área de céu obstruída é a maior e por consequência, é aqui onde o ruído tem maior dificuldade em se propagar e consequentemente maiores contribuições devidas a reflexões. A existência de obstáculos influencia a propagação do som e medição do ruído no local, podendo ocorrer fenómenos acústicos de reflexão. Ao ser reflectido, o ruído medido é mais elevado.
- Como se verifica no gráfico representado na Figura 4.26, os níveis de ruído medidos mais elevados correspondem aos pontos onde a porosidade ou número de espaços vazios é menor, isto é, à medida que aumenta o Índice ROS diminuem os respectivos níveis de ruído. Os pontos de medição localizados na Variante da Encosta e Circular Sul apresentam os valores mais elevados de ROS e correspondem a áreas com espaços abertos mais elevados, facilitando a propagação do ruído e diminuindo a contribuição devido a reflexão. Assim o ruído medido corresponde aos valores mais baixos medidos.

5. CONCLUSÕES

Neste trabalho foram analisados os principais factores que influenciam a variação da concentração em partículas PM10 e do nível de ruído a uma escala urbana, estudando dados provenientes de medições efectuadas em quatro pontos localizados no centro urbano da cidade de Braga, relacionando-os com a forma urbana e o fluxo de tráfego.

A partir dessa análise foi possível extrair as seguintes conclusões:

- (i) O Índice ROS e FVC têm influência na concentração de PM10 em cada um dos pontos de medição. Deste modo o ponto de medição localizado em Infias adquire importância negativa ao registar a concentração de PM10 medida mais elevada. A dispersão deste poluente é influenciada pelo grande número de espaços vazios correspondentes a elevado valor de ROS, e grande número de obstáculos que impossibilitam a visualização de área de céu, característica de um baixo valor de Índice FVC. A cercia do edificado irá igualmente influenciar a possibilidade de visualização de área de céu, pelo que quanto maior for, maior será a dificuldade da dispersão de PM10. Infias é o ponto de medição onde a cercia é maior.

Os pontos de medição localizados em Circular Sul e Variante da Encosta caracterizam-se por terem os valores mais elevados de Índice ROS e FVC e assim, o menor valor da concentração de PM10 medida.

Em conclusão, a concentração de PM10 é influenciada pelos Índices ROS e FVC característicos do local em questão, na medida em que é inversamente proporcional ao valor destes índices.

Estabeleceu-se uma relação entre a concentração de PM10 e os índices em estudo. Tendo em conta o período de medição considerado, os resultados obtidos em relação a FVC, foram extremamente satisfatórios, com valores de R^2 muito próximos de 1.0. Estes asseguram as anteriores conclusões e mostram a linearidade dos dados. Em relação à variação de ROS os resultados não foram tão satisfatórios, pois os valores de R^2 obtidos foram menores.

- (ii) A forma urbana influencia igualmente o ruído, na medida em que o ruído aumenta na impossibilidade da sua regular propagação. A presença de obstáculos ou inexistência

de espaços junto da fonte de emissão, irá influenciar negativamente o ruído. Assim o ruído diminui com o aumento do Índice ROS e FVC. O ponto de medição onde o ruído toma valores superiores situa-se em Infias. Em contraste, o ponto de medição localizado em Circular Sul, possui o valor de ruído mais baixo.

A relação estabelecida entre o ruído e os índices em estudo, permitiu tal como para a concentração de PM10, obter resultados excepcionais em relação ao Índice FVC visto que o valor de R^2 obtido é de 0.9650 e para o Índice ROS onde o valor de R^2 é de 0.7228. Uma vez mais, a linearidade dos dados obtidos permite assegurar as conclusões obtidas acerca da influência da forma urbana no ruído.

- (iii) O tráfego rodoviário é em meio urbano, a principal causa de poluição sonora e atmosférica. A circulação dos veículos tem como consequência a emissão de poluentes atmosféricos, entre eles o PM10, e ainda a geração de ruído produzido pelo motor e pela interacção pneu/pavimento a quando da circulação. Os resultados determinados revelam e atestam os fenómenos existentes no espaço urbano, relacionados com tráfego. Assim, em cada um dos pontos de medição, a concentração de PM10 e nível de ruído aumenta conforme aumenta o tráfego.

5.1.Trabalho Futuro

Os objectivos futuros seriam dar continuidade a um estudo das formas urbanas através de soluções sustentáveis em termos acústicos e atmosféricos. A caracterização da forma urbana de dado local, recorrendo a um maior número de índices de forma urbana seria determinante.

A aplicação desta metodologia de relacionamento entre dados relativos a poluentes atmosféricos, nível de ruído, tráfego rodoviário a diferentes formas urbanas, iria traduzir-se num maior conhecimento.

Por outro lado deviam ser aprofundados os conhecimentos acerca do tráfego rodoviário, visto ser a principal fonte de emissão de poluentes atmosféricos e ruído.

Em termos de desenvolvimentos futuros espera-se ainda que este estudo permita uma maior consciencialização colectiva, em especial, por parte dos poderes públicos pela base de conhecimento que fornece, permitindo que se progredisse na aposta da melhoria da qualidade de vida urbana. Privilegiar-se-ia publicações em revistas técnicas de Construção, Engenharia, Arquitectura e em Portais tecnológicos com preocupações ambientais, por estes serem os meios dos quais se espera poder promover estas soluções.

A exploração do Índice ROS seria um aspecto a ter em conta futuramente, pela correlação obtida não ter sido satisfatória, devido ao facto de a cêrcea dos edifícios existentes não ser considerada no cálculo deste índice.

6. BIBLIOGRAFIA

APA (2008). Avaliação dos Níveis de Ozono no Ar Ambiente em Portugal – Verão 2008. Agência Portuguesa do Ambiente; Amadora. Abril de 2008.

APA. (2010). Procedimentos regionais de informação e alerta no âmbito da qualidade do ar - Relatório de Ambiente e Saúde. Agência Portuguesa do Ambiente, Amadora. Dezembro de 2010.

Bernhardt, J. (2007). Urban Sprawl - Origins and environmental consequences. Master Thesis presented at Spatial Planning Department. Escola Superior de Karlskrona/Ronneby, Suécia.

Carvalho, A. Acústica Ambiental e de Edifícios. 7ª Edição, Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Setembro de 2008.

Chin, N. (2002). Unearthing the roots of urban sprawl: a critical analysis of form, function and methodology, Casa working papers, paper 47, University College London, 2002. Acedido em: 2/06/2012 em <http://www.casa.ucl.ac.uk/publications/workingpapers.asp>.

Cooper, C., Alley, F., 2002. Air Pollution Control: a design approach. 3ª edição. Waveland Press, Inc., Illinois.

Decreto-Lei nº 9/2007. Diário da República, I Série-A: Lisboa. Portugal, n. 263, pp. 389-398, 17 de Janeiro de 2007.

Directive 2002/49/EC (2002) of the European Parliament and of the Council of June 2002, Official Journal of the European Communities, p.12-25.

FEHRL, (2006). Guidance Manual for the Implementation of Low-Noise Road Surfaces. Brussels, Belgium.

- Fernandes, J. C. (2002) Acústica e Ruídos, UNESP, Bauru.
- Ferreira, M. (2008). Avaliação da qualidade do ar no município de Leiria. Tese de Mestrado em Engenharia do Ambiente. Departamento de ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Galego, I. (1999). Medição do declínio urbano. Uma aplicação às áreas metropolitanas do Porto e Lisboa. Tese de mestrado em Planeamento e Projecto do Ambiente Urbano. Faculdade e Engenharia. Universidade do Porto, Porto.
- Galster, G., Hanson, R., Ratcliffe, M. R., Wolman, H., Coleman, S., Freihage, J., (2001). Wrestling sprawl to the ground: defining and measuring an elusive concept, Hous. Pol. Debate 12 (4), pp. 681–717.
- Gomes, J. A mobilidade e a teoria da cidade compacta. Caso estudo: a cidade de Lisboa. Tese de Mestrado. Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2009.
- Gonçalves, A. (2011). Indicadores de dispersão urbana. Tese de Mestrado. Faculdade de Arquitectura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Miranda, P., 2001. Meteorologia e Ambiente. Universidade Aberta, Lisboa.
- Oliveira, M. (2011). A influência da forma urbana na propagação do ruído urbano. Tese de Mestrado em Engenharia Urbana. Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Minho, Guimarães.
- Ribeiro, C. (2009). Aplicação de técnicas de geoprocessamento para análises das relações entre o factor de visão do céu e as diferentes orientações da malha urbana. Tese. Curso Superior de Tecnologia em Geoprocessamento, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnológica da Paraíba, Paraíba.
- Rodrigues, M. (2009). A forma urbana em Portugal continental: aplicação de índices quantitativos na caracterização morfológica das cidades. Tese de Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Modelação Territorial Aplicados ao Ordenamento, Departamento de Geografia. Universidade de Lisboa, Lisboa.

Salgueiro, T. (1999) – A Cidade em Portugal: uma geografia urbana, 3ª ed. Edições Afrontamento, Porto.

Santos, A. (2007). Estudo da eficácia da redução do ruído de tráfego em pavimentos drenantes. Tese de Mestrado em Engenharia Rodoviária. Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Minho, Guimarães.

Silva, L.T. (2007). Avaliação da Qualidade Ambiental Urbana. Tese de Doutoramento em Engenharia Civil, Universidade do Minho, Guimarães.

Souza, L., Rodrigues, D. and Mendes, J. (2003). Sky View Factors Estimation Using a 3D-GIS Extension . Preprints, Eighth International IBPSA Conference: Eindhoven, Netherlands: August 11-14, pp .1227-1234.

Tang, U. W., Wang, Z. S., (2007). Influences of urban forms on traffic-induced noise and air pollution: Results from a modelling system, Journal of Environmental Modelling & Software 22, pp. 1750-1764.

Torrens, P.; Alberti, M. Measuring Sprawl. Casa working papers, University College London, paper 27, 2000. Acedido em 21/05/2012, disponível em <http://www.bartlett.ucl.ac.uk/casa/latest/publications>.

Valente, P., “Qualidade de vida na cidade da Guarda”, Centro de Estudos Ibéricos. Acedido em: 20/05/2012, em: <http://www.cei.pt/up/prudencia%20valente.pdf>.

Van der Berg et al. (1982), Urban Europe: a study of Growth and decline, Pergamon. Oxford.

Vilela J. A. (2007). Variáveis do clima urbano: análise da situação actual e prognósticos para a região do bairro Belvedere III, Belo Horizonte, MG. Dissertação de Mestrado. UFMG, Belo Horizonte.

Wassmer, R.W. (2000). Urban Sprawl in a U.S. Metropolitan Area: Ways to Measure and a Comparison of the Sacramento Area to Similar Metropolitan Areas in California and the U.S.

Project Paper. Acedido em: 02/10/2012 em:
<http://www.csus.edu/indiv/w/wasmerr/region.pdf>.

Wayson R. (1998). NCHRP - Synthesis of Highway Practice 268, Relationship Between Pavement Surface Texture and Highway Traffic Noise. Transportation Research Board. Washington, D.C..

7. ANEXOS

Tabela 7.1 – Tabela de valores relativos à concentração de partículas (PM10) em determinada hora e tráfego característico no ponto de medição - Circular Sul

Data	Hora	PM ₁₀ (µg/m ³)	Tráfego				Total
			Motociclos	Ligeiros	Pesados	Bus	
13-05-2008	16:22:00	17.4	20	3936	221	3	4180
30-05-2008	10:33:00	40.0	17	2996	241	4	3258
30-05-2008	17:03:00	5.4	19	4911	254	11	5195
02-06-2008	10:47:00	4.5	17	2996	241	4	3258
02-06-2008	16:13:00	6.3	20	3936	221	3	4180
03-06-2008	11:01:00	13.1	21	2909	255	3	3188
06-06-2008	11:00:00	8.0	21	2909	255	3	3188
09-06-2008	11:05:00	26.3	21	2909	255	3	3188
17-06-2008	12:13:00	16.2	21	4057	183	5	4266
18-06-2008	12:37:00	69.2	21	4057	183	5	4266
19-06-2008	12:24:00	14.3	21	4057	183	5	4266
19-06-2008	17:35:00	15.4	19	4911	254	11	5195
20-06-2008	12:07:00	40.2	21	4057	183	5	4266
23-06-2008	12:12:00	48.5	21	4057	183	5	4266
23-06-2008	17:42:00	21.7	19	4911	254	11	5195
25-06-2008	12:08:00	24.9	21	4057	183	5	4266
26-06-2008	12:19:00	41.0	21	4057	183	5	4266
27-06-2008	12:25:00	35.3	21	4057	183	5	4266
01-07-2008	12:09:00	44.9	21	4057	183	5	4266
03-07-2008	11:00:00	20.9	21	2909	255	3	3188
10-07-2008	11:33:00	13.8	21	2909	255	3	3188
15-07-2008	16:39:00	9.8	20	3936	221	3	4180
17-07-2008	16:47:00	19.0	20	3936	221	3	4180
22-07-2008	15:58:00	14.5	19	3686	276	4	3985
24-07-2008	16:46:00	12.8	20	3936	221	3	4180
29-07-2008	16:50:00	13.2	20	3936	221	3	4180
02-09-2008	16:04:00	21.8	20	3936	221	3	4180
04-09-2008	15:52:00	11.3	19	3686	276	4	3985
09-09-2008	16:03:00	10.9	20	3936	221	3	4180
11-09-2008	15:50:00	28.6	19	3686	276	4	3985
16-09-2008	12:18:00	52.0	21	4057	183	5	4266
18-09-2008	12:11:00	9.8	21	4057	183	5	4266
23-09-2008	12:10:00	29.1	21	4057	183	5	4266
25-09-2008	17:02:00	9.7	19	4911	254	11	5195
30-09-2008	12:06:00	45.1	21	4057	183	5	4266
02-10-2008	16:34:00	22.6	20	3936	221	3	4180
07-10-2008	17:08:00	13.6	19	4911	254	11	5195

09-10-2008 17:06:00	9.9	19	4911	254	11	5195
14-10-2008 17:02:00	20.5	19	4911	254	11	5195
23-10-2008 17:03:00	55.1	19	4911	254	11	5195
28-10-2008 17:05:00	11.0	19	4911	254	11	5195
06-11-2008 16:30:00	93.3	20	3936	221	3	4180
13-11-2008 16:04:00	30.1	20	3936	221	3	4180
18-11-2008 16:51:00	23.0	20	3936	221	3	4180
20-11-2008 16:09:00	25.7	20	3936	221	3	4180
25-11-2008 16:54:00	27.6	20	3936	221	3	4180
27-11-2008 11:56:00	52.2	21	2909	255	3	3188
02-12-2008 17:09:00	33.9	19	4911	254	11	5195
09-12-2008 17:41:00	5.9	19	4911	254	11	5195
18-12-2008 12:06:00	37.0	21	4057	183	5	4266
30-12-2008 17:32:00	25.6	19	4911	254	11	5195
06-01-2009 16:59:00	35.3	20	3936	221	3	4180
08-01-2009 16:10:00	51.8	20	3936	221	3	4180
13-01-2009 16:09:00	30.3	20	3936	221	3	4180
10-02-2009 11:29:00	47.7	21	2909	255	3	3188
12-02-2009 16:03:00	16.5	20	3936	221	3	4180
26-02-2009 16:50:00	16.3	20	3936	221	3	4180
03-03-2009 17:01:00	23.3	19	4911	254	11	5195
05-03-2009 17:15:00	41.8	19	4911	254	11	5195
10-03-2009 16:52:00	22.4	20	3936	221	3	4180
12-03-2009 15:49:00	28.4	19	3686	276	4	3985
17-03-2009 15:53:00	40.5	19	3686	276	4	3985
19-03-2009 16:04:00	38.4	20	3936	221	3	4180
24-03-2009 16:15:00	35.1	20	3936	221	3	4180
26-03-2009 16:00:00	58.7	20	3936	221	3	4180
31-03-2009 11:52:00	38.4	21	2909	255	3	3188
07-04-2009 11:38:00	34.8	21	2909	255	3	3188
21-04-2009 11:26:00	62.8	21	2909	255	3	3188
28-04-2009 11:06:00	34.6	21	2909	255	3	3188
04-03-2010 12:10:00	53.8	21	4057	183	5	4266
04-03-2010 12:10:00	53.8	21	4057	183	5	4266
04-03-2010 12:10:00	53.8	21	4057	183	5	4266
15-03-2010 12:00:00	34.7	21	4057	183	5	4266
17-03-2010 17:14:00	37.9	19	4911	254	11	5195
23-03-2010 12:06:00	33.9	21	4057	183	5	4266
07-04-2010 17:25:00	32.1	19	4911	254	11	5195
12-04-2010 17:28:00	34.0	19	4911	254	11	5195
14-04-2010 12:20:00	19.4	21	4057	183	5	4266
21-04-2010 16:32:00	15.1	20	3936	221	3	4180
27-04-2010 16:23:00	12.2	20	3936	221	3	4180
30-04-2010 12:13:00	16.7	21	4057	183	5	4266
03-05-2010 12:27:00	15.9	21	4057	183	5	4266
04-05-2010 16:15:00	24.9	20	3936	221	3	4180

11-05-2010 12:11:00	19.1	21	4057	183	5	4266
18-05-2010 16:34:00	35.3	20	3936	221	3	4180
20-05-2010 12:15:00	30.4	21	4057	183	5	4266
27-05-2010 12:17:00	19.8	21	4057	183	5	4266
01-06-2010 16:28:00	5.0	20	3936	221	3	4180
07-06-2010 12:23:00	27.5	21	4057	183	5	4266
14-06-2010 17:06:00	11.0	19	4911	254	11	5195
29-06-2010 12:33:00	19.6	21	4057	183	5	4266
15-07-2010 12:09:00	53.6	21	4057	183	5	4266
21-07-2010 10:51:00	66.8	17	2996	241	4	3258
23-07-2010 12:11:00	15.3	21	4057	183	5	4266
10-08-2010 16:51:00	15.8	20	3936	221	3	4180
13-08-2010 12:21:00	18.6	21	4057	183	5	4266
18-08-2010 11:50:00	12.0	21	2909	255	3	3188
24-08-2010 11:32:00	19.6	21	2909	255	3	3188
31-08-2010 11:29:00	83.7	21	2909	255	3	3188
03-09-2010 16:29:00	30.5	20	3936	221	3	4180
09-09-2010 16:52:00	10.0	20	3936	221	3	4180
14-09-2010 11:53:00	8.0	21	2909	255	3	3188
17-09-2010 12:33:00	82.1	21	4057	183	5	4266
22-09-2010 14:29:00	57.1	30	4323	278	5	4636
28-09-2010 11:54:00	41.4	21	2909	255	3	3188
01-10-2010 16:36:00	8.6	20	3936	221	3	4180
11-10-2010 16:31:00	23.3	20	3936	221	3	4180
14-10-2010 17:07:00	56.9	19	4911	254	11	5195
19-10-2010 16:50:00	29.3	20	3936	221	3	4180
22-10-2010 16:42:00	26.0	20	3936	221	3	4180
28-10-2010 11:58:00	79.2	21	2909	255	3	3188
05-11-2010 16:46:00	35.0	20	3936	221	3	4180
24-11-2010 16:46:00	53.0	20	3936	221	3	4180
02-12-2010 11:37:00	34.6	21	2909	255	3	3188
14-12-2010 11:52:00	55.1	21	2909	255	3	3188
19-01-2011 14:22:00	43.3	30	4323	278	5	4636
25-01-2011 11:49:00	26.7	21	2909	255	3	3188
31-01-2011 16:57:00	49.4	20	3936	221	3	4180
03-02-2011 12:11:00	57.4	21	4057	183	5	4266
10-02-2011 12:13:00	35.4	21	4057	183	5	4266
23-02-2011 16:41:00	43.6	20	3936	221	3	4180
01-03-2011 12:06:00	31.9	21	4057	183	5	4266
04-03-2011 12:39:00	25.6	21	4057	183	5	4266
10-03-2011 12:15:00	28.5	21	4057	183	5	4266
24-03-2011 12:28:00	22.7	21	4057	183	5	4266
06-04-2011 12:27:00	10.6	21	4057	183	5	4266
14-04-2011 11:54:00	20.2	21	2909	255	3	3188
26-04-2011 17:08:00	28.5	19	4911	254	11	5195
04-05-2011 15:41:00	20.5	19	3686	276	4	3985

16-05-2011	12:05:00	7.7	21	4057	183	5	4266
24-05-2011	12:01:00	14.5	21	4057	183	5	4266
30-05-2011	12:04:00	16.4	21	4057	183	5	4266
03-06-2011	12:07:00	6.3	21	4057	183	5	4266
08-06-2011	17:13:00	22.2	19	4911	254	11	5195
17-06-2011	12:15:00	15.7	21	4057	183	5	4266
22-06-2011	12:09:00	8.0	21	4057	183	5	4266
30-06-2011	12:09:00	5.3	21	4057	183	5	4266
05-07-2011	11:55:00	13.7	21	2909	255	3	3188
11-07-2011	16:43:00	11.9	20	3936	221	3	4180
15-07-2011	12:10:00	19.9	21	4057	183	5	4266
22-07-2011	12:04:00	16.5	21	4057	183	5	4266
27-07-2011	17:04:00	17.0	19	4911	254	11	5195
08-08-2011	17:55:00	27.2	19	4911	254	11	5195
18-08-2011	16:19:00	12.0	20	3936	221	3	4180
06-09-2011	16:45:00	15.0	20	3936	221	3	4180
09-09-2011	16:40:00	22.7	20	3936	221	3	4180
14-09-2011	16:38:00	9.4	20	3936	221	3	4180
19-09-2011	12:14:00	20.6	21	4057	183	5	4266
26-09-2011	12:12:00	27.4	21	4057	183	5	4266
04-10-2011	12:40:00	78.1	21	4057	183	5	4266
12-10-2011	11:44:00	39.0	21	2909	255	3	3188
18-10-2011	17:02:00	45.0	19	4911	254	11	5195
07-11-2011	12:08:00	29.4	21	4057	183	5	4266
22-11-2011	17:05:00	24.2	19	4911	254	11	5195
28-11-2011	16:45:00	104.5	20	3936	221	3	4180
09-12-2011	12:28:00	83.6	21	4057	183	5	4266
21-12-2011	16:34:00	74.4	20	3936	221	3	4180
05-01-2012	17:10:00	38.6	19	4911	254	11	5195
10-01-2012	17:20:00	102.2	19	4911	254	11	5195
13-01-2012	17:03:00	88.2	19	4911	254	11	5195
18-01-2012	17:13:00	42.5	19	4911	254	11	5195
24-01-2012	12:03:00	74.8	21	4057	183	5	4266
30-01-2012	17:18:00	49.3	19	4911	254	11	5195
07-02-2012	12:05:00	25.0	21	4057	183	5	4266
14-02-2012	12:05:00	19.8	21	4057	183	5	4266
22-02-2012	12:16:00	84.2	21	4057	183	5	4266
27-02-2012	12:13:00	83.3	21	4057	183	5	4266
22-03-2012	12:07:00	34.8	21	4057	183	5	4266
19-04-2012	16:42:00	28.9	20	3936	221	3	4180

Tabela 7.2 – Tabela de valores relativos ao nível de ruído (Leq) em determinada hora e tráfego característico no ponto de medição - Circular Sul

Data	Hora	Leq (dbA)	Tráfego				Total
			Motociclos	Ligeiros	Pesados	Bus	
13-05-2008	16:22:00	67.1	20	3936	221	3	4180
19-05-2008	13:27:00	67.0	45	4586	239	9	4879
19-05-2008	17:36:00	65.4	19	4911	254	11	5195
20-05-2008	11:47:00	64.2	21	2909	255	3	3188
30-05-2008	10:33:00	65.1	17	2996	241	4	3258
30-05-2008	17:03:00	64.4	19	4911	254	11	5195
02-06-2008	10:47:00	63.5	17	2996	241	4	3258
02-06-2008	16:13:00	64.4	20	3936	221	3	4180
03-06-2008	11:01:00	63.7	21	2909	255	3	3188
05-06-2008	16:29:00	63.7	20	3936	221	3	4180
06-06-2008	11:00:00	64.2	21	2909	255	3	3188
09-06-2008	11:05:00	64.6	21	2909	255	3	3188
11-06-2008	10:47:00	64.1	17	2996	241	4	3258
11-06-2008	16:18:00	64.8	20	3936	221	3	4180
13-06-2008	10:51:00	54.7	17	2996	241	4	3258
30-06-2008	11:08:00	57.8	21	2909	255	3	3188
02-07-2008	15:56:00	58.5	19	3686	276	4	3985
04-07-2008	11:41:00	57.4	21	2909	255	3	3188
07-07-2008	17:10:00	57.7	19	4911	254	11	5195
09-07-2008	17:23:00	60.5	19	4911	254	11	5195
11-07-2008	16:47:00	64.0	20	3936	221	3	4180
14-07-2008	17:19:00	63.5	19	4911	254	11	5195
16-07-2008	12:47:00	64.9	21	4057	183	5	4266
18-07-2008	12:32:00	66.2	21	4057	183	5	4266
21-07-2008	12:17:00	63.8	21	4057	183	5	4266
23-07-2008	17:01:00	66.8	19	4911	254	11	5195
28-07-2008	17:25:00	68.3	19	4911	254	11	5195
30-07-2008	17:38:00	62.4	19	4911	254	11	5195
01-09-2008	17:07:00	62.9	19	4911	254	11	5195
08-09-2008	11:47:00	63.1	21	2909	255	3	3188
10-09-2008	11:56:00	64.6	21	2909	255	3	3188
12-09-2008	12:07:00	63.4	21	4057	183	5	4266
15-09-2008	12:00:00	63.2	21	4057	183	5	4266
17-09-2008	11:48:00	64.7	21	2909	255	3	3188
19-09-2008	11:18:00	62.7	21	2909	255	3	3188
24-09-2008	11:21:00	66.5	21	2909	255	3	3188
26-09-2008	12:08:00	65.6	21	4057	183	5	4266
29-09-2008	11:44:00	64.6	21	2909	255	3	3188
01-10-2008	12:03:00	64.8	21	4057	183	5	4266
03-10-2008	12:27:00	67.7	21	4057	183	5	4266
06-10-2008	16:50:00	65.8	20	3936	221	3	4180

08-10-2008 12:11:00	64.2	21	4057	183	5	4266
10-10-2008 15:46:00	61.1	19	3686	276	4	3985
13-10-2008 16:33:00	63.5	20	3936	221	3	4180
15-10-2008 17:07:00	66.0	19	4911	254	11	5195
17-10-2008 16:19:00	66.3	20	3936	221	3	4180
20-10-2008 12:08:00	62.6	21	4057	183	5	4266
22-10-2008 17:26:00	68.7	19	4911	254	11	5195
24-10-2008 16:53:00	67.5	20	3936	221	3	4180
29-10-2008 17:37:00	68.3	19	4911	254	11	5195
31-10-2008 17:07:00	66.0	19	4911	254	11	5195
03-11-2008 17:36:00	66.1	19	4911	254	11	5195
05-11-2008 17:12:00	65.7	19	4911	254	11	5195
10-11-2008 17:27:00	67.2	19	4911	254	11	5195
14-11-2008 17:27:00	66.6	19	4911	254	11	5195
19-11-2008 16:36:00	63.0	20	3936	221	3	4180
21-11-2008 17:04:00	64.0	19	4911	254	11	5195
26-11-2008 17:21:00	65.1	19	4911	254	11	5195
03-12-2008 16:36:00	65.4	20	3936	221	3	4180
10-12-2008 12:34:00	63.7	21	4057	183	5	4266
12-12-2008 17:29:00	65.6	19	4911	254	11	5195
15-12-2008 17:13:00	65.9	19	4911	254	11	5195
17-12-2008 12:36:00	67.6	21	4057	183	5	4266
19-12-2008 17:16:00	66.1	19	4911	254	11	5195
22-12-2008 17:37:00	66.4	19	4911	254	11	5195
24-12-2008 11:21:00	65.1	21	2909	255	3	3188
05-01-2009 16:52:00	64.4	20	3936	221	3	4180
07-01-2009 17:34:00	63.3	19	4911	254	11	5195
12-01-2009 17:04:00	61.2	19	4911	254	11	5195
12-01-2009 17:20:00	65.1	19	4911	254	11	5195
16-01-2009 16:55:00	64.7	20	3936	221	3	4180
02-02-2009 11:43:00	64.3	21	2909	255	3	3188
06-02-2009 11:20:00	65.0	21	2909	255	3	3188
11-02-2009 12:07:00	64.4	21	4057	183	5	4266
13-02-2009 16:54:00	62.8	20	3936	221	3	4180
20-02-2009 16:38:00	63.1	20	3936	221	3	4180
23-02-2009 11:36:00	63.0	21	2909	255	3	3188
25-02-2009 12:12:00	62.9	21	4057	183	5	4266
27-02-2009 11:32:00	62.7	21	2909	255	3	3188
04-03-2009 17:02:00	66.3	19	4911	254	11	5195
09-03-2009 17:34:00	65.6	19	4911	254	11	5195
11-03-2009 16:03:00	64.2	20	3936	221	3	4180
13-03-2009 11:46:00	62.3	21	2909	255	3	3188
16-03-2009 16:37:00	60.8	20	3936	221	3	4180
18-03-2009 15:59:00	62.6	19	3686	276	4	3985
20-03-2009 17:04:00	62.5	19	4911	254	11	5195
25-03-2009 16:52:00	65.6	20	3936	221	3	4180

27-03-2009 11:41:00	61.3	21	2909	255	3	3188
30-03-2009 12:03:00	62.5	21	4057	183	5	4266
01-04-2009 11:36:00	60.4	21	2909	255	3	3188
03-04-2009 12:24:00	62.4	21	4057	183	5	4266
20-04-2009 11:40:00	62.7	21	2909	255	3	3188
04-03-2010 12:10:00	65.0	21	4057	183	5	4266
04-03-2010 12:10:00	65.0	21	4057	183	5	4266
04-03-2010 12:10:00	65.0	21	4057	183	5	4266
15-03-2010 12:00:00	69.2	21	4057	183	5	4266
17-03-2010 16:33:00	61.4	20	3936	221	3	4180
23-03-2010 12:06:00	66.0	21	4057	183	5	4266
07-04-2010 17:25:00	70.8	19	4911	254	11	5195
12-04-2010 17:28:00	70.3	19	4911	254	11	5195
14-04-2010 12:20:00	69.4	21	4057	183	5	4266
16-04-2010 12:05:00	58.8	21	4057	183	5	4266
21-04-2010 16:32:00	69.2	20	3936	221	3	4180
27-04-2010 16:23:00	58.2	20	3936	221	3	4180
30-04-2010 12:13:00	63.8	21	4057	183	5	4266
03-05-2010 12:27:00	59.9	21	4057	183	5	4266
04-05-2010 16:15:00	60.0	20	3936	221	3	4180
11-05-2010 12:11:00	61.0	21	4057	183	5	4266
18-05-2010 16:34:00	57.6	20	3936	221	3	4180
20-05-2010 12:15:00	64.6	21	4057	183	5	4266
01-06-2010 16:28:00	59.2	20	3936	221	3	4180
07-06-2010 12:23:00	58.7	21	4057	183	5	4266
14-06-2010 17:06:00	58.1	19	4911	254	11	5195
29-06-2010 12:33:00	59.0	21	4057	183	5	4266
06-07-2010 11:57:00	71.2	21	2909	255	3	3188
07-07-2010 11:59:00	58.6	21	2909	255	3	3188
15-07-2010 12:09:00	62.0	21	4057	183	5	4266
21-07-2010 10:51:00	59.0	17	2996	241	4	3258
23-07-2010 12:11:00	58.5	21	4057	183	5	4266
29-07-2010 12:41:00	58.4	21	4057	183	5	4266
05-08-2010 17:32:00	57.4	19	4911	254	11	5195
10-08-2010 16:51:00	56.7	20	3936	221	3	4180
13-08-2010 12:21:00	67.9	21	4057	183	5	4266
18-08-2010 11:50:00	56.9	21	2909	255	3	3188
24-08-2010 11:32:00	55.3	21	2909	255	3	3188
26-08-2010 16:22:00	57.1	20	3936	221	3	4180
31-08-2010 11:29:00	54.3	21	2909	255	3	3188
03-09-2010 16:29:00	60.5	20	3936	221	3	4180
09-09-2010 16:52:00	55.7	20	3936	221	3	4180
14-09-2010 11:53:00	57.1	21	2909	255	3	3188
17-09-2010 12:33:00	66.6	21	4057	183	5	4266
22-09-2010 14:29:00	55.4	30	4323	278	5	4636
28-09-2010 11:54:00	66.9	21	2909	255	3	3188

01-10-2010	16:36:00	56.7	20	3936	221	3	4180
11-10-2010	16:31:00	67.7	20	3936	221	3	4180
14-10-2010	17:07:00	67.5	19	4911	254	11	5195
19-10-2010	16:50:00	68.7	20	3936	221	3	4180
22-10-2010	16:42:00	66.9	20	3936	221	3	4180
28-10-2010	11:58:00	68.1	21	2909	255	3	3188
05-11-2010	16:46:00	57.5	20	3936	221	3	4180
24-11-2010	16:46:00	69.1	20	3936	221	3	4180
02-12-2010	11:37:00	70.8	21	2909	255	3	3188
14-12-2010	11:52:00	70.9	21	2909	255	3	3188
19-01-2011	14:22:00	69.3	30	4323	278	5	4636
25-01-2011	11:49:00	70.1	21	2909	255	3	3188
31-01-2011	16:57:00	65.9	20	3936	221	3	4180
03-02-2011	12:11:00	59.2	21	4057	183	5	4266
10-02-2011	12:13:00	68.9	21	4057	183	5	4266
23-02-2011	16:41:00	69.1	20	3936	221	3	4180
01-03-2011	12:06:00	57.4	21	4057	183	5	4266
04-03-2011	12:39:00	53.2	21	4057	183	5	4266
10-03-2011	12:15:00	68.8	21	4057	183	5	4266
24-03-2011	12:28:00	68.5	21	4057	183	5	4266
06-04-2011	12:27:00	59.6	21	4057	183	5	4266
14-04-2011	11:54:00	68.8	21	2909	255	3	3188
26-04-2011	17:08:00	56.2	19	4911	254	11	5195
04-05-2011	15:41:00	68.1	19	3686	276	4	3985
16-05-2011	12:05:00	67.9	21	4057	183	5	4266
24-05-2011	12:01:00	68.4	21	4057	183	5	4266
30-05-2011	12:04:00	69.3	21	4057	183	5	4266
03-06-2011	12:07:00	71.4	21	4057	183	5	4266
08-06-2011	17:13:00	61.8	19	4911	254	11	5195
17-06-2011	12:15:00	57.1	21	4057	183	5	4266
22-06-2011	12:09:00	69.4	21	4057	183	5	4266
30-06-2011	12:09:00	57.9	21	4057	183	5	4266
05-07-2011	11:55:00	68.9	21	2909	255	3	3188
11-07-2011	16:43:00	59.6	20	3936	221	3	4180
15-07-2011	12:10:00	56.4	21	4057	183	5	4266
22-07-2011	12:04:00	70.0	21	4057	183	5	4266
27-07-2011	17:04:00	57.5	19	4911	254	11	5195
08-08-2011	17:55:00	62.0	19	4911	254	11	5195
18-08-2011	16:19:00	69.0	20	3936	221	3	4180
06-09-2011	16:45:00	61.7	20	3936	221	3	4180
09-09-2011	16:40:00	60.4	20	3936	221	3	4180
14-09-2011	16:38:00	58.7	20	3936	221	3	4180
19-09-2011	12:14:00	69.1	21	4057	183	5	4266
26-09-2011	12:12:00	71.0	21	4057	183	5	4266
04-10-2011	12:40:00	66.5	21	4057	183	5	4266
12-10-2011	11:44:00	70.6	21	2909	255	3	3188

18-10-2011	17:02:00	60.6	19	4911	254	11	5195
07-11-2011	12:08:00	70.2	21	4057	183	5	4266
22-11-2011	17:05:00	69.7	19	4911	254	11	5195
28-11-2011	16:45:00	71.1	20	3936	221	3	4180
09-12-2011	12:28:00	60.7	21	4057	183	5	4266
21-12-2011	16:34:00	71.0	20	3936	221	3	4180
05-01-2012	17:10:00	63.2	19	4911	254	11	5195
10-01-2012	17:20:00	60.5	19	4911	254	11	5195
13-01-2012	17:03:00	70.1	19	4911	254	11	5195
18-01-2012	17:13:00	62.8	19	4911	254	11	5195
24-01-2012	12:03:00	70.6	21	4057	183	5	4266
30-01-2012	17:18:00	65.5	19	4911	254	11	5195
07-02-2012	12:05:00	70.0	21	4057	183	5	4266
14-02-2012	12:05:00	70.5	21	4057	183	5	4266
22-02-2012	12:16:00	70.2	21	4057	183	5	4266
27-02-2012	12:13:00	69.2	21	4057	183	5	4266
22-03-2012	12:07:00	68.8	21	4057	183	5	4266
30-03-2012	16:40:00	68.6	20	3936	221	3	4180
19-04-2012	16:42:00	70.3	20	3936	221	3	4180

Tabela 7.3 – Tabela de valores relativos à concentração de partículas (PM10) em determinada hora e tráfego característico no ponto de medição – Infias

Data	Hora	PM ₁₀ (µg/m ³)	Tráfego			
			Motociclos	Ligeiros	Pesados	Total
16-05-2008	11:49:00	5.4	3	56	11	70
19-05-2008	12:27:00	40.3	0	73	1	74
20-05-2008	10:42:00	23.1	0	79	14	93
27-05-2008	10:46:00	59.2	0	79	14	93
28-05-2008	17:04:00	27.4	6	188	5	199
30-05-2008	10:34:00	55.5	0	79	14	93
30-05-2008	16:38:00	10.0	5	155	0	160
02-06-2008	10:03:00	41.3	0	79	14	93
02-06-2008	12:13:00	6.5	0	73	1	74
02-06-2008	17:58:00	3.5	6	188	5	199
05-06-2008	15:57:00	13.3	2	59	2	63
05-06-2008	17:44:00	16.2	6	188	5	199
06-06-2008	10:26:00	25.2	0	79	14	93
13-06-2008	11:10:00	14.5	3	56	11	70
17-06-2008	11:08:00	20.9	3	56	11	70
17-06-2008	17:24:00	16.8	6	188	5	199
18-06-2008	12:41:00	45.9	0	73	1	74
23-06-2008	11:00:00	54.4	3	56	11	70
23-06-2008	16:17:00	37.3	5	155	0	160
25-06-2008	10:50:00	28.5	0	79	14	93

26-06-2008	11:19:00	37.1	3	56	11	70
01-07-2008	10:55:00	57.1	0	79	14	93
03-07-2008	12:25:00	16.4	0	73	1	74
08-07-2008	11:13:00	9.5	3	56	11	70
10-07-2008	15:53:00	14.5	2	59	2	63
15-07-2008	10:48:00	6.0	0	79	14	93
17-07-2008	11:48:00	36.6	3	56	11	70
22-07-2008	12:52:00	4.0	0	73	1	74
24-07-2008	11:00:00	28.0	3	56	11	70
29-07-2008	11:50:00	15.5	3	56	11	70
02-09-2008	11:50:00	17.0	3	56	11	70
11-09-2008	11:22:00	18.1	3	56	11	70
23-09-2008	16:00:00	42.6	5	155	0	160
25-09-2008	15:51:00	16.9	2	59	2	63
02-10-2008	11:58:00	18.4	3	56	11	70
09-10-2008	12:49:00	13.2	0	73	1	74
14-10-2008	11:17:00	73.4	3	56	11	70
23-10-2008	11:33:00	19.2	3	56	11	70
28-10-2008	11:16:00	16.2	3	56	11	70
13-11-2008	11:01:00	33.2	3	56	11	70
18-11-2008	11:00:00	43.7	3	56	11	70
20-11-2008	10:52:00	44.0	0	79	14	93
25-11-2008	10:40:00	5.8	0	79	14	93
27-11-2008	10:42:00	21.5	0	79	14	93
02-12-2008	15:13:00	54.3	2	59	2	63
16-12-2008	11:09:00	57.9	3	56	11	70
18-12-2008	17:31:00	23.5	6	188	5	199
30-12-2008	11:32:00	44.2	3	56	11	70
06-01-2009	11:05:00	47.6	3	56	11	70
08-01-2009	12:37:00	53.3	0	73	1	74
10-02-2009	16:47:00	43.2	5	155	0	160
12-02-2009	12:27:00	40.6	0	73	1	74
26-02-2009	10:58:00	59.1	0	79	14	93
03-03-2009	11:08:00	46.6	3	56	11	70
10-03-2009	12:47:00	11.9	0	73	1	74
12-03-2009	10:40:00	25.2	0	79	14	93
17-03-2009	12:56:00	20.4	0	73	1	74
19-03-2009	12:49:00	24.4	0	73	1	74
24-03-2009	11:10:00	17.2	3	56	11	70
26-03-2009	12:03:00	23.4	0	73	1	74
02-04-2009	11:23:00	67.5	3	56	11	70
23-04-2009	11:26:00	50.9	3	56	11	70
08-03-2010	12:00:00	11.3	0	73	1	74
16-03-2010	11:56:00	42.0	3	56	11	70
18-03-2010	17:03:00	46.9	6	188	5	199
06-04-2010	17:17:00	29.1	6	188	5	199

13-04-2010	16:18:00	23.0	5	155	0	160
16-04-2010	15:49:00	20.2	2	59	2	63
23-04-2010	12:16:00	26.2	0	73	1	74
26-04-2010	16:32:00	12.2	5	155	0	160
29-04-2010	12:09:00	19.2	0	73	1	74
05-05-2010	11:57:00	12.0	3	56	11	70
19-05-2010	12:40:00	18.0	0	73	1	74
28-05-2010	12:10:00	11.0	0	73	1	74
02-06-2010	12:05:00	9.5	0	73	1	74
14-06-2010	14:28:00	6.5	13	72	18	103
08-07-2010	12:14:00	19.0	0	73	1	74
16-07-2010	12:15:00	26.0	0	73	1	74
21-07-2010	16:21:00	14.9	5	155	0	160
26-07-2010	16:36:00	22.0	5	155	0	160
28-07-2010	12:11:00	92.9	0	73	1	74
03-08-2010	16:58:00	23.5	5	155	0	160
09-08-2010	11:41:00	75.1	3	56	11	70
12-08-2010	16:20:00	32.3	5	155	0	160
17-08-2010	12:20:00	48.0	0	73	1	74
20-08-2010	12:25:00	12.5	0	73	1	74
25-08-2010	12:08:00	14.5	0	73	1	74
30-08-2010	11:42:00	13.2	3	56	11	70
02-09-2010	16:35:00	24.7	5	155	0	160
08-09-2010	11:58:00	13.5	3	56	11	70
13-09-2010	11:51:00	9.8	3	56	11	70
16-09-2010	12:01:00	48.5	0	73	1	74
20-09-2010	12:02:00	12.0	0	73	1	74
24-09-2010	12:06:00	25.2	0	73	1	74
07-10-2010	11:33:00	31.5	3	56	11	70
13-10-2010	17:12:00	10.2	6	188	5	199
18-10-2010	12:12:00	18.3	0	73	1	74
21-10-2010	17:29:00	46.1	6	188	5	199
26-10-2010	12:01:00	33.4	0	73	1	74
03-11-2010	16:22:00	42.8	5	155	0	160
23-11-2010	17:07:00	80.6	6	188	5	199
29-11-2010	12:18:00	24.8	0	73	1	74
10-12-2010	12:00:00	24.8	0	73	1	74
15-12-2010	17:38:00	22.8	6	188	5	199
14-01-2011	12:17:00	41.0	0	73	1	74
24-01-2011	14:16:00	12.3	13	72	18	103
03-02-2011	16:39:00	55.2	5	155	0	160
09-02-2011	12:12:00	27.1	0	73	1	74
24-02-2011	12:05:00	54.6	0	73	1	74
02-03-2011	16:34:00	39.0	5	155	0	160
09-03-2011	12:34:00	96.5	0	73	1	74
18-03-2011	12:05:00	44.9	0	73	1	74

04-04-2011 12:30:00	33.3	0	73	1	74
13-04-2011 16:55:00	20.5	5	155	0	160
18-04-2011 17:02:00	38.0	6	188	5	199
02-05-2011 15:38:00	13.3	2	59	2	63
11-05-2011 12:04:00	13.8	0	73	1	74
19-05-2011 11:59:00	14.9	3	56	11	70
25-05-2011 16:44:00	17.4	5	155	0	160
01-06-2011 12:04:00	6.3	0	73	1	74
06-06-2011 16:51:00	25.2	5	155	0	160
14-06-2011 16:48:00	25.9	5	155	0	160
20-06-2011 16:24:00	7.4	5	155	0	160
27-06-2011 16:15:00	25.8	5	155	0	160
29-06-2011 16:51:00	19.9	5	155	0	160
04-07-2011 12:01:00	28.0	0	73	1	74
07-07-2011 17:14:00	7.4	6	188	5	199
14-07-2011 16:47:00	8.8	5	155	0	160
21-07-2011 12:05:00	9.3	0	73	1	74
27-07-2011 12:18:00	21.0	0	73	1	74
05-08-2011 12:42:00	41.8	0	73	1	74
11-08-2011 17:07:00	76.8	6	188	5	199
19-08-2011 16:22:00	11.7	5	155	0	160
07-09-2011 12:25:00	11.2	0	73	1	74
12-09-2011 14:20:00	24.9	13	72	18	103
15-09-2011 16:38:00	14.1	5	155	0	160
20-09-2011 16:37:00	11.0	5	155	0	160
27-09-2011 12:01:00	48.0	0	73	1	74
06-10-2011 17:07:00	13.0	6	188	5	199
17-10-2011 12:04:00	23.7	0	73	1	74
23-11-2011 12:20:00	26.7	0	73	1	74
30-11-2011 12:06:00	31.1	0	73	1	74
19-12-2011 12:13:00	83.3	0	73	1	74
29-12-2011 16:55:00	75.4	5	155	0	160
09-01-2012 17:26:00	101.8	6	188	5	199
12-01-2012 16:57:00	87.8	5	155	0	160
16-01-2012 17:01:00	34.9	6	188	5	199
17-01-2012 16:31:00	47.8	5	155	0	160
23-01-2012 12:01:00	32.3	0	73	1	74
27-01-2012 16:47:00	17.6	5	155	0	160
07-02-2012 16:25:00	21.4	5	155	0	160
15-02-2012 12:11:00	25.2	0	73	1	74
23-02-2012 12:11:00	42.6	0	73	1	74
28-02-2012 16:44:00	84.6	5	155	0	160
12-03-2012 12:00:00	40.3	0	73	1	74
21-03-2012 12:32:00	29.7	0	73	1	74
30-03-2012 12:00:00	24.8	0	73	1	74

Tabela 7.4 – Tabela de valores relativos ao nível de ruído (Leq) em determinada hora e tráfego característico no ponto de medição – Infias

Data	Hora	Leq (dbA)	Tráfego			
			Motociclos	Ligeiros	Pesados	Total
16-05-2008	11:49:00	67.9	3	56	11	70
19-05-2008	12:27:00	66.8	0	73	1	74
19-05-2008	15:30:00	65.7	2	59	2	63
20-05-2008	10:42:00	64.9	0	79	14	93
27-05-2008	10:46:00	67.0	0	79	14	93
28-05-2008	17:04:00	72.1	6	188	5	199
30-05-2008	10:34:00	67.0	0	79	14	93
30-05-2008	16:38:00	67.1	5	155	0	160
02-06-2008	10:03:00	65.5	0	79	14	93
02-06-2008	12:13:00	66.8	0	73	1	74
02-06-2008	17:58:00	67.8	6	188	5	199
03-06-2008	12:06:00	66.2	0	73	1	74
05-06-2008	15:57:00	66.9	2	59	2	63
05-06-2008	17:44:00	64.8	6	188	5	199
06-06-2008	10:26:00	66.4	0	79	14	93
06-06-2008	12:05:00	64.8	0	73	1	74
09-06-2008	11:20:00	59.6	3	56	11	70
11-06-2008	10:21:00	65.0	0	79	14	93
11-06-2008	12:16:00	66.7	0	73	1	74
30-06-2008	10:39:00	58.1	0	79	14	93
02-07-2008	15:09:00	52.7	2	59	2	63
04-07-2008	10:46:00	56.8	0	79	14	93
07-07-2008	10:37:00	56.8	0	79	14	93
09-07-2008	11:04:00	57.3	3	56	11	70
11-07-2008	12:38:00	63.2	0	73	1	74
14-07-2008	11:03:00	58.5	3	56	11	70
16-07-2008	11:18:00	58.0	3	56	11	70
18-07-2008	12:55:00	60.3	0	73	1	74
21-07-2008	11:18:00	60.4	3	56	11	70
23-07-2008	15:13:00	58.4	2	59	2	63
28-07-2008	11:40:00	62.8	3	56	11	70
30-07-2008	11:21:00	57.5	3	56	11	70
01-09-2008	15:12:00	59.3	2	59	2	63
08-09-2008	11:11:00	55.7	3	56	11	70
10-09-2008	16:13:00	55.5	5	155	0	160
12-09-2008	15:47:00	62.9	2	59	2	63
15-09-2008	15:35:00	57.7	2	59	2	63
17-09-2008	15:57:00	60.9	2	59	2	63
19-09-2008	10:08:00	59.9	0	79	14	93
24-09-2008	15:48:00	55.5	2	59	2	63
26-09-2008	11:00:00	58.9	3	56	11	70

29-09-2008	15:50:00	62.1	2	59	2	63
01-10-2008	16:34:00	58.6	5	155	0	160
03-10-2008	11:29:00	65.4	3	56	11	70
06-10-2008	12:05:00	57.2	0	73	1	74
08-10-2008	10:40:00	56.4	0	79	14	93
10-10-2008	11:44:00	60.1	3	56	11	70
13-10-2008	11:34:00	56.5	3	56	11	70
15-10-2008	11:31:00	57.3	3	56	11	70
20-10-2008	11:07:00	55.7	3	56	11	70
22-10-2008	11:39:00	57.8	3	56	11	70
24-10-2008	11:36:00	57.6	3	56	11	70
29-10-2008	11:54:00	58.2	3	56	11	70
31-10-2008	11:26:00	56.5	3	56	11	70
03-11-2008	11:19:00	57.9	3	56	11	70
05-11-2008	11:14:00	56.8	3	56	11	70
10-11-2008	11:04:00	58.6	3	56	11	70
12-11-2008	11:25:00	58.2	3	56	11	70
14-11-2008	11:34:00	57.8	3	56	11	70
19-11-2008	10:01:00	63.6	0	79	14	93
21-11-2008	11:31:00	58.5	3	56	11	70
26-11-2008	11:18:00	58.8	3	56	11	70
03-12-2008	17:37:00	59.2	6	188	5	199
10-12-2008	11:05:00	60.1	3	56	11	70
12-12-2008	12:27:00	59.3	0	73	1	74
15-12-2008	11:36:00	59.5	3	56	11	70
17-12-2008	10:50:00	57.0	0	79	14	93
19-12-2008	11:18:00	58.1	3	56	11	70
22-12-2008	11:06:00	58.7	3	56	11	70
24-12-2008	10:10:00	62.0	0	79	14	93
05-01-2009	10:48:00	56.9	0	79	14	93
07-01-2009	11:22:00	56.0	3	56	11	70
14-01-2009	12:09:00	60.5	0	73	1	74
16-01-2009	12:07:00	58.4	0	73	1	74
02-02-2009	10:28:00	57.2	0	79	14	93
06-02-2009	10:30:00	58.9	0	79	14	93
11-02-2009	11:40:00	60.6	3	56	11	70
13-02-2009	11:26:00	57.9	3	56	11	70
20-02-2009	15:35:00	61.9	2	59	2	63
23-02-2009	10:35:00	57.4	0	79	14	93
25-02-2009	11:22:00	56.9	3	56	11	70
27-02-2009	10:45:00	57.5	0	79	14	93
02-03-2009	11:32:00	58.0	3	56	11	70
09-03-2009	12:27:00	60.8	0	73	1	74
11-03-2009	16:29:00	56.2	5	155	0	160
13-03-2009	15:34:00	57.4	2	59	2	63
16-03-2009	11:09:00	57.0	3	56	11	70

18-03-2009	11:23:00	56.4	3	56	11	70
20-03-2009	11:21:00	59.6	3	56	11	70
25-03-2009	11:41:00	57.5	3	56	11	70
27-03-2009	10:50:00	57.0	0	79	14	93
30-03-2009	10:41:00	55.4	0	79	14	93
01-04-2009	10:48:00	57.7	0	79	14	93
03-04-2009	11:53:00	59.8	3	56	11	70
20-04-2009	12:27:00	62.9	0	73	1	74
03-03-2010	15:35:00	60.7	2	59	2	63
16-03-2010	11:56:00	61.2	3	56	11	70
18-03-2010	17:03:00	62.0	6	188	5	199
23-03-2010	12:25:00	59.3	0	73	1	74
06-04-2010	17:17:00	58.3	6	188	5	199
09-04-2010	17:27:00	60.8	6	188	5	199
12-04-2010	12:30:00	63.1	0	73	1	74
13-04-2010	16:18:00	58.1	5	155	0	160
16-04-2010	15:49:00	59.2	2	59	2	63
20-04-2010	16:25:00	60.3	5	155	0	160
23-04-2010	12:16:00	60.2	0	73	1	74
26-04-2010	16:32:00	58.9	5	155	0	160
29-04-2010	12:09:00	60.1	0	73	1	74
05-05-2010	11:57:00	60.6	3	56	11	70
17-05-2010	11:47:00	60.2	3	56	11	70
19-05-2010	12:40:00	58.5	0	73	1	74
02-06-2010	12:05:00	57.9	0	73	1	74
14-06-2010	14:28:00	62.0	13	72	18	103
08-07-2010	12:14:00	60.3	0	73	1	74
16-07-2010	12:15:00	63.7	0	73	1	74
21-07-2010	16:21:00	63.0	5	155	0	160
26-07-2010	16:36:00	60.5	5	155	0	160
28-07-2010	12:11:00	57.1	0	73	1	74
09-08-2010	11:41:00	60.6	3	56	11	70
12-08-2010	16:20:00	56.0	5	155	0	160
17-08-2010	12:20:00	60.5	0	73	1	74
20-08-2010	12:25:00	59.8	0	73	1	74
25-08-2010	12:08:00	57.8	0	73	1	74
30-08-2010	11:42:00	58.4	3	56	11	70
02-09-2010	16:35:00	54.6	5	155	0	160
08-09-2010	11:58:00	63.0	3	56	11	70
13-09-2010	11:51:00	59.4	3	56	11	70
16-09-2010	12:01:00	58.2	0	73	1	74
20-09-2010	12:02:00	56.7	0	73	1	74
24-09-2010	12:06:00	57.0	0	73	1	74
29-09-2010	16:39:00	59.4	5	155	0	160
07-10-2010	11:33:00	58.8	3	56	11	70
13-10-2010	17:12:00	58.1	6	188	5	199

18-10-2010	12:12:00	57.7	0	73	1	74
21-10-2010	17:29:00	57.9	6	188	5	199
26-10-2010	12:01:00	60.0	0	73	1	74
03-11-2010	16:22:00	63.6	5	155	0	160
23-11-2010	17:07:00	58.8	6	188	5	199
29-11-2010	12:18:00	59.1	0	73	1	74
10-12-2010	12:00:00	59.7	0	73	1	74
15-12-2010	17:38:00	61.8	6	188	5	199
14-01-2011	12:17:00	63.1	0	73	1	74
24-01-2011	14:16:00	60.6	13	72	18	103
31-01-2011	12:01:00	61.6	0	73	1	74
03-02-2011	16:39:00	59.3	5	155	0	160
09-02-2011	12:12:00	63.1	0	73	1	74
24-02-2011	12:05:00	59.9	0	73	1	74
02-03-2011	16:34:00	59.2	5	155	0	160
09-03-2011	12:34:00	59.7	0	73	1	74
18-03-2011	12:05:00	59.9	0	73	1	74
04-04-2011	12:30:00	56.3	0	73	1	74
13-04-2011	16:55:00	60.9	5	155	0	160
18-04-2011	17:02:00	63.6	6	188	5	199
02-05-2011	15:38:00	59.7	2	59	2	63
11-05-2011	12:04:00	57.6	0	73	1	74
19-05-2011	11:59:00	60.0	3	56	11	70
25-05-2011	16:44:00	60.8	5	155	0	160
01-06-2011	12:04:00	58.4	0	73	1	74
06-06-2011	16:51:00	59.8	5	155	0	160
14-06-2011	16:48:00	55.5	5	155	0	160
20-06-2011	16:24:00	60.9	5	155	0	160
27-06-2011	16:15:00	58.1	5	155	0	160
29-06-2011	16:51:00	62.7	5	155	0	160
04-07-2011	12:01:00	59.9	0	73	1	74
07-07-2011	17:14:00	59.3	6	188	5	199
14-07-2011	16:47:00	60.5	5	155	0	160
21-07-2011	12:05:00	61.5	0	73	1	74
27-07-2011	12:18:00	60.2	0	73	1	74
05-08-2011	12:42:00	58.1	0	73	1	74
11-08-2011	17:07:00	58.9	6	188	5	199
19-08-2011	16:22:00	59.8	5	155	0	160
12-09-2011	14:20:00	51.3	13	72	18	103
15-09-2011	16:38:00	60.2	5	155	0	160
20-09-2011	16:37:00	59.3	5	155	0	160
27-09-2011	12:01:00	61.6	0	73	1	74
06-10-2011	17:07:00	57.8	6	188	5	199
17-10-2011	12:04:00	59.7	0	73	1	74
23-11-2011	12:20:00	61.8	0	73	1	74
30-11-2011	12:06:00	59.8	0	73	1	74

19-12-2011	12:13:00	59.7	0	73	1	74
29-12-2011	16:55:00	60.2	5	155	0	160
09-01-2012	17:26:00	60.7	6	188	5	199
12-01-2012	16:57:00	59.8	5	155	0	160
16-01-2012	17:01:00	66.0	6	188	5	199
17-01-2012	16:31:00	59.6	5	155	0	160
23-01-2012	12:01:00	60.9	0	73	1	74
27-01-2012	16:47:00	62.5	5	155	0	160
07-02-2012	16:25:00	58.6	5	155	0	160
15-02-2012	12:11:00	59.3	0	73	1	74
23-02-2012	12:11:00	59.3	0	73	1	74
28-02-2012	16:44:00	58.8	5	155	0	160
12-03-2012	12:00:00	59.8	0	73	1	74
21-03-2012	12:32:00	58.6	0	73	1	74
30-03-2012	12:00:00	58.8	0	73	1	74

Tabela 7.5 – Tabela de valores relativos à concentração de partículas (PM10) em determinada hora e tráfego característico no ponto de medição – Maximinos

Data	Hora	PM ₁₀ (µg/m ³)	Tráfego			
			Motociclos	Ligeiros	Pesados	Total
16-05-2008	17:28:00	17.5	1	637	21	659
19-05-2008	13:05:00	6.0	2	517	23	542
20-05-2008	11:44:00	8.5	0	354	14	368
28-05-2008	16:17:00	48.6	0	473	22	495
30-05-2008	12:18:00	33.0	1	552	26	579
02-06-2008	11:33:00	22.8	0	354	14	368
03-06-2008	11:18:00	13.2	0	354	14	368
05-06-2008	16:54:00	41.4	0	473	22	495
09-06-2008	12:00:00	6.8	1	552	26	579
12-06-2008	18:45:00	29.0	2	743	11	756
17-06-2008	16:08:00	22.1	0	473	22	495
18-06-2008	11:20:00	60.1	0	354	14	368
23-06-2008	12:36:00	38.1	1	552	26	579
25-06-2008	17:37:00	10.7	1	637	21	659
26-06-2008	17:38:00	40.6	1	637	21	659
27-06-2008	17:46:00	10.6	1	637	21	659
01-07-2008	17:27:00	13.8	1	637	21	659
03-07-2008	11:08:00	17.2	0	354	14	368
08-07-2008	17:19:00	14.3	1	637	21	659
10-07-2008	17:47:00	15.0	1	637	21	659
15-07-2008	17:38:00	18.5	1	637	21	659
17-07-2008	15:47:00	34.7	0	295	24	319

22-07-2008	17:48:00	20.6	1	637	21	659
24-07-2008	17:45:00	11.2	1	637	21	659
29-07-2008	17:40:00	9.3	1	637	21	659
02-09-2008	17:49:00	14.0	1	637	21	659
04-09-2008	17:49:00	12.2	1	637	21	659
09-09-2008	17:55:00	12.5	1	637	21	659
11-09-2008	17:49:00	14.6	1	637	21	659
16-09-2008	17:08:00	23.9	1	637	21	659
18-09-2008	16:39:00	12.6	0	473	22	495
25-09-2008	17:49:00	21.1	1	637	21	659
30-09-2008	16:21:00	18.2	0	473	22	495
02-10-2008	17:10:00	10.3	1	637	21	659
09-10-2008	11:00:00	42.2	0	354	14	368
14-10-2008	12:42:00	41.8	1	552	26	579
23-10-2008	12:48:00	47.5	1	552	26	579
28-10-2008	12:44:00	9.0	1	552	26	579
07-11-2008	17:30:00	26.5	1	637	21	659
13-11-2008	12:52:00	34.8	1	552	26	579
18-11-2008	12:52:00	66.8	1	552	26	579
20-11-2008	12:46:00	54.0	1	552	26	579
25-11-2008	12:11:00	14.0	1	552	26	579
27-11-2008	11:19:00	65.7	0	354	14	368
09-12-2008	16:58:00	9.4	0	473	22	495
16-12-2008	12:42:00	5.4	1	552	26	579
18-12-2008	16:45:00	61.0	0	473	22	495
30-12-2008	12:38:00	23.2	1	552	26	579
06-01-2009	12:33:00	36.9	1	552	26	579
08-01-2009	11:10:00	51.3	0	354	14	368
26-02-2009	11:46:00	24.6	0	354	14	368
03-03-2009	12:36:00	40.7	1	552	26	579
10-03-2009	11:08:00	74.3	0	354	14	368
12-03-2009	12:25:00	18.5	1	552	26	579
17-03-2009	11:15:00	41.5	0	354	14	368
19-03-2009	11:20:00	46.2	0	354	14	368
24-03-2009	12:36:00	7.6	1	552	26	579
26-03-2009	12:40:00	19.4	1	552	26	579
02-04-2009	12:02:00	43.9	1	552	26	579
21-04-2009	12:10:00	33.4	1	552	26	579
02-03-2010	12:12:00	20.0	1	552	26	579
11-03-2010	11:53:00	32.3	0	354	14	368
16-03-2010	17:09:00	57.2	1	637	21	659
24-03-2010	17:01:00	64.5	1	637	21	659
12-04-2010	12:24:00	34.9	1	552	26	579
14-04-2010	16:37:00	12.6	0	473	22	495
21-04-2010	16:29:00	20.5	0	473	22	495
23-04-2010	16:43:00	23.3	0	473	22	495

28-04-2010	16:39:00	33.9	0	473	22	495
30-04-2010	12:08:00	34.4	1	552	26	579
03-05-2010	12:23:00	28.3	1	552	26	579
03-05-2010	16:38:00	23.7	0	473	22	495
04-05-2010	12:33:00	20.4	1	552	26	579
11-05-2010	16:38:00	17.6	0	473	22	495
18-05-2010	16:17:00	13.1	0	473	22	495
19-05-2010	17:12:00	19.5	1	637	21	659
31-05-2010	12:22:00	9.7	1	552	26	579
04-06-2010	16:24:00	12.2	0	473	22	495
13-07-2010	17:14:00	13.3	1	637	21	659
02-08-2010	16:17:00	8.0	0	473	22	495
06-08-2010	12:35:00	27.6	1	552	26	579
11-08-2010	16:53:00	6.0	0	473	22	495
16-08-2010	17:09:00	17.2	1	637	21	659
19-08-2010	11:57:00	34.1	0	354	14	368
24-08-2010	15:38:00	21.2	0	295	24	319
27-08-2010	11:58:00	16.4	0	354	14	368
01-09-2010	11:31:00	42.0	0	354	14	368
06-09-2010	11:44:00	20.4	0	354	14	368
10-09-2010	16:34:00	20.4	0	473	22	495
15-09-2010	16:37:00	31.9	0	473	22	495
21-09-2010	11:51:00	63.9	0	354	14	368
24-09-2010	16:16:00	5.9	0	473	22	495
30-09-2010	12:00:00	16.3	1	552	26	579
07-10-2010	16:39:00	16.2	0	473	22	495
13-10-2010	12:01:00	8.0	1	552	26	579
18-10-2010	16:32:00	7.0	0	473	22	495
21-10-2010	11:54:00	50.3	0	354	14	368
26-10-2010	16:45:00	16.2	0	473	22	495
02-11-2010	15:49:00	30.8	0	295	24	319
23-11-2010	17:04:00	38.0	1	637	21	659
26-11-2010	12:11:00	23.5	1	552	26	579
13-12-2010	16:28:00	55.4	0	473	22	495
16-12-2010	16:24:00	29.8	0	473	22	495
13-01-2011	16:47:00	40.9	0	473	22	495
20-01-2011	16:25:00	7.0	0	473	22	495
25-01-2011	16:51:00	35.0	0	473	22	495
01-02-2011	12:06:00	54.1	1	552	26	579
07-02-2011	12:16:00	65.3	1	552	26	579
23-02-2011	12:10:00	26.3	1	552	26	579
01-03-2011	16:35:00	21.3	0	473	22	495
04-03-2011	17:17:00	37.0	1	637	21	659
11-03-2011	16:30:00	48.1	0	473	22	495
29-03-2011	15:37:00	32.1	0	295	24	319
08-04-2011	11:46:00	17.3	0	354	14	368

15-04-2011 16:49:00	11.2	0	473	22	495
27-04-2011 12:12:00	12.0	1	552	26	579
09-05-2011 12:00:00	9.1	1	552	26	579
17-05-2011 11:50:00	36.3	0	354	14	368
25-05-2011 12:08:00	14.3	1	552	26	579
31-05-2011 16:31:00	7.3	0	473	22	495
06-06-2011 11:51:00	14.7	0	354	14	368
15-06-2011 12:23:00	9.4	1	552	26	579
21-06-2011 17:21:00	28.2	1	637	21	659
29-06-2011 12:09:00	8.6	1	552	26	579
04-07-2011 16:43:00	18.8	0	473	22	495
07-07-2011 12:09:00	17.8	1	552	26	579
14-07-2011 12:06:00	11.5	1	552	26	579
19-07-2011 16:10:00	19.9	0	473	22	495
26-07-2011 16:37:00	15.2	0	473	22	495
01-08-2011 12:01:00	142.2	1	552	26	579
12-08-2011 12:24:00	17.3	1	552	26	579
26-08-2011 15:54:00	15.8	0	295	24	319
07-09-2011 16:34:00	11.5	0	473	22	495
16-09-2011 12:11:00	38.1	1	552	26	579
21-09-2011 17:06:00	38.0	1	637	21	659
29-09-2011 12:12:00	27.7	1	552	26	579
13-10-2011 12:09:00	83.6	1	552	26	579
20-10-2011 12:05:00	24.7	1	552	26	579
22-11-2011 12:11:00	24.8	1	552	26	579
12-12-2011 12:05:00	47.7	1	552	26	579
22-12-2011 12:04:00	84.1	1	552	26	579
06-01-2012 16:49:00	61.0	0	473	22	495
11-01-2012 12:43:00	52.7	1	552	26	579
16-01-2012 12:16:00	33.7	1	552	26	579
19-01-2012 12:08:00	47.5	1	552	26	579
24-01-2012 16:13:00	20.8	0	473	22	495
30-01-2012 12:01:00	68.0	1	552	26	579
06-02-2012 16:18:00	19.4	0	473	22	495
13-02-2012 12:07:00	37.5	1	552	26	579
17-02-2012 16:46:00	22.0	0	473	22	495
24-02-2012 16:39:00	47.2	0	473	22	495
29-02-2012 16:39:00	77.5	0	473	22	495
15-03-2012 12:06:00	18.0	1	552	26	579
26-03-2012 12:04:00	29.5	1	552	26	579
26-04-2012 16:37:00	24.4	0	473	22	495

Tabela 7.6 – Tabela de valores relativos ao nível de ruído (Leq) em determinada hora e tráfego característico no ponto de medição – Maximinos

Data	Hora	Leq (dbA)	Tráfego			
			Motociclos	Ligeiros	Pesados	Total
16-05-2008	17:28:00	60.9	1	637	21	659
19-05-2008	13:05:00	64.3	2	517	23	542
20-05-2008	11:44:00	63.3	0	354	14	368
28-05-2008	16:17:00	61.1	0	473	22	495
30-05-2008	12:18:00	62.6	1	552	26	579
30-05-2008	17:55:00	64.3	1	637	21	659
02-06-2008	11:33:00	63.3	0	354	14	368
02-06-2008	16:47:00	64.3	0	473	22	495
03-06-2008	11:18:00	65.2	0	354	14	368
05-06-2008	16:54:00	62.7	0	473	22	495
06-06-2008	11:16:00	63.7	0	354	14	368
09-06-2008	12:00:00	60.8	1	552	26	579
11-06-2008	11:46:00	61.3	0	354	14	368
11-06-2008	16:37:00	61.5	0	473	22	495
30-06-2008	11:54:00	60.4	0	354	14	368
02-07-2008	16:12:00	61.7	0	473	22	495
04-07-2008	10:16:00	62.6	0	413	31	444
07-07-2008	11:40:00	62.3	0	354	14	368
09-07-2008	12:03:00	59.7	1	552	26	579
11-07-2008	15:36:00	61.9	0	295	24	319
14-07-2008	12:13:00	61.1	1	552	26	579
16-07-2008	17:15:00	62.4	1	637	21	659
18-07-2008	17:26:00	61.8	1	637	21	659
21-07-2008	17:26:00	63.7	1	637	21	659
23-07-2008	16:07:00	64.4	0	473	22	495
28-07-2008	12:21:00	66.1	1	552	26	579
30-07-2008	12:15:00	63.8	1	552	26	579
01-09-2008	16:08:00	63.9	0	473	22	495
08-09-2008	17:19:00	63.8	1	637	21	659
10-09-2008	16:45:00	60.3	0	473	22	495
10-09-2008	17:15:00	61.1	1	637	21	659
12-09-2008	16:25:00	61.6	0	473	22	495
15-09-2008	16:26:00	60.7	0	473	22	495
17-09-2008	16:21:00	62.1	0	473	22	495
19-09-2008	12:25:00	65.1	1	552	26	579
24-09-2008	16:13:00	60.3	0	473	22	495
26-09-2008	15:58:00	64.2	0	295	24	319
29-09-2008	16:16:00	62.6	0	473	22	495
01-10-2008	17:04:00	63.5	1	637	21	659
03-10-2008	16:27:00	62.4	0	473	22	495
06-10-2008	17:37:00	67.7	1	637	21	659

08-10-2008	11:42:00	64.4	0	354	14	368
10-10-2008	16:31:00	65.2	0	473	22	495
13-10-2008	12:25:00	62.3	1	552	26	579
15-10-2008	16:37:00	61.3	0	473	22	495
17-10-2008	15:32:00	61.3	0	295	24	319
20-10-2008	17:03:00	60.7	1	637	21	659
22-10-2008	12:34:00	62.2	1	552	26	579
24-10-2008	12:25:00	60.9	1	552	26	579
29-10-2008	12:45:00	65.2	1	552	26	579
31-10-2008	12:23:00	63.4	1	552	26	579
03-11-2008	12:08:00	63.0	1	552	26	579
05-11-2008	12:09:00	61.7	1	552	26	579
10-11-2008	12:00:00	60.7	1	552	26	579
12-11-2008	12:18:00	61.3	1	552	26	579
14-11-2008	12:27:00	62.3	1	552	26	579
19-11-2008	17:22:00	61.4	1	637	21	659
21-11-2008	12:25:00	61.0	1	552	26	579
26-11-2008	12:12:00	62.4	1	552	26	579
03-12-2008	16:14:00	60.3	0	473	22	495
10-12-2008	11:50:00	60.8	0	354	14	368
12-12-2008	16:34:00	62.8	0	473	22	495
15-12-2008	12:21:00	61.9	1	552	26	579
17-12-2008	11:35:00	62.2	0	354	14	368
19-12-2008	12:05:00	60.0	1	552	26	579
22-12-2008	11:47:00	60.8	0	354	14	368
24-12-2008	10:40:00	60.9	0	413	31	444
05-01-2009	11:34:00	62.9	0	354	14	368
07-01-2009	11:00:00	63.7	0	354	14	368
14-01-2009	11:27:00	61.1	0	354	14	368
16-01-2009	11:19:00	62.0	0	354	14	368
02-02-2009	11:14:00	62.6	0	354	14	368
06-02-2009	10:57:00	64.6	0	413	31	444
11-02-2009	11:14:00	59.3	0	354	14	368
23-02-2009	11:11:00	62.6	0	354	14	368
25-02-2009	11:00:00	60.6	0	354	14	368
27-02-2009	11:07:00	63.2	0	354	14	368
02-03-2009	12:14:00	60.4	1	552	26	579
09-03-2009	16:02:00	67.3	0	473	22	495
11-03-2009	11:27:00	61.2	0	354	14	368
13-03-2009	16:01:00	63.0	0	473	22	495
16-03-2009	11:56:00	61.5	0	354	14	368
18-03-2009	11:52:00	52.2	0	354	14	368
18-03-2009	12:14:00	62.0	1	552	26	579
20-03-2009	12:10:00	62.2	1	552	26	579
25-03-2009	12:39:00	62.1	1	552	26	579
27-03-2009	12:41:00	62.7	1	552	26	579

30-03-2009 11:41:00	59.9	0	354	14	368
01-04-2009 12:13:00	61.5	1	552	26	579
03-04-2009 11:32:00	62.3	0	354	14	368
08-04-2009 12:09:00	62.4	1	552	26	579
20-04-2009 12:00:00	61.8	1	552	26	579
02-03-2010 12:12:00	62.5	1	552	26	579
08-03-2010 14:51:00	64.7	0	354	14	368
11-03-2010 11:53:00	62.8	0	354	14	368
22-03-2010 11:40:00	61.1	0	354	14	368
24-03-2010 17:01:00	61.2	1	637	21	659
08-04-2010 12:15:00	63.1	1	552	26	579
12-04-2010 12:24:00	63.2	1	552	26	579
14-04-2010 16:37:00	63.2	0	473	22	495
21-04-2010 16:29:00	63.5	0	473	22	495
23-04-2010 16:43:00	64.1	0	473	22	495
28-04-2010 16:39:00	62.4	0	473	22	495
30-04-2010 12:08:00	61.7	1	552	26	579
03-05-2010 12:23:00	63.2	1	552	26	579
03-05-2010 16:38:00	64.8	0	473	22	495
04-05-2010 12:33:00	63.1	1	552	26	579
11-05-2010 16:38:00	65.7	0	473	22	495
19-05-2010 17:12:00	61.3	1	637	21	659
31-05-2010 12:22:00	63.3	1	552	26	579
04-06-2010 16:24:00	63.0	0	473	22	495
14-06-2010 14:38:00	62.6	1	473	23	497
13-07-2010 17:14:00	62.5	1	637	21	659
21-07-2010 11:52:00	61.5	0	354	14	368
27-07-2010 11:58:00	65.4	0	354	14	368
02-08-2010 16:17:00	59.8	0	473	22	495
06-08-2010 12:35:00	60.3	1	552	26	579
11-08-2010 16:53:00	64.0	0	473	22	495
19-08-2010 11:57:00	59.1	0	354	14	368
24-08-2010 15:38:00	63.1	0	295	24	319
27-08-2010 11:58:00	62.9	0	354	14	368
01-09-2010 11:31:00	63.9	0	354	14	368
06-09-2010 11:44:00	65.9	0	354	14	368
10-09-2010 16:34:00	61.8	0	473	22	495
15-09-2010 16:37:00	58.9	0	473	22	495
21-09-2010 11:51:00	64.4	0	354	14	368
24-09-2010 16:16:00	64.1	0	473	22	495
30-09-2010 12:00:00	62.1	1	552	26	579
07-10-2010 16:39:00	63.1	0	473	22	495
13-10-2010 12:01:00	63.3	1	552	26	579
18-10-2010 16:32:00	62.7	0	473	22	495
21-10-2010 11:54:00	65.6	0	354	14	368
26-10-2010 16:45:00	62.8	0	473	22	495

02-11-2010	15:49:00	65.5	0	295	24	319
23-11-2010	17:04:00	67.6	1	637	21	659
26-11-2010	12:11:00	66.9	1	552	26	579
13-12-2010	16:28:00	61.5	0	473	22	495
16-12-2010	16:24:00	63.4	0	473	22	495
13-01-2011	16:47:00	62.3	0	473	22	495
20-01-2011	16:25:00	62.5	0	473	22	495
25-01-2011	16:51:00	61.8	0	473	22	495
01-02-2011	12:06:00	62.1	1	552	26	579
07-02-2011	12:16:00	62.5	1	552	26	579
23-02-2011	12:10:00	21.1	1	552	26	579
01-03-2011	16:35:00	62.9	0	473	22	495
04-03-2011	17:17:00	61.5	1	637	21	659
11-03-2011	16:30:00	60.3	0	473	22	495
29-03-2011	15:37:00	63.6	0	295	24	319
08-04-2011	11:46:00	61.4	0	354	14	368
15-04-2011	16:49:00	61.1	0	473	22	495
27-04-2011	12:12:00	61.6	1	552	26	579
09-05-2011	12:00:00	66.2	1	552	26	579
17-05-2011	11:50:00	61.7	0	354	14	368
25-05-2011	12:08:00	60.1	1	552	26	579
31-05-2011	16:31:00	61.5	0	473	22	495
06-06-2011	11:51:00	61.8	0	354	14	368
15-06-2011	12:23:00	60.5	1	552	26	579
21-06-2011	17:21:00	59.9	1	637	21	659
29-06-2011	12:09:00	60.7	1	552	26	579
04-07-2011	16:43:00	55.3	0	473	22	495
07-07-2011	12:09:00	60.3	1	552	26	579
14-07-2011	12:06:00	64.1	1	552	26	579
19-07-2011	16:10:00	55.7	0	473	22	495
26-07-2011	16:37:00	56.2	0	473	22	495
01-08-2011	12:01:00	58.8	1	552	26	579
12-08-2011	12:24:00	60.5	1	552	26	579
07-09-2011	16:34:00	57.9	0	473	22	495
12-09-2011	16:41:00	60.9	0	473	22	495
16-09-2011	12:11:00	60.1	1	552	26	579
21-09-2011	17:06:00	55.9	1	637	21	659
29-09-2011	12:12:00	61.3	1	552	26	579
13-10-2011	12:09:00	66.6	1	552	26	579
20-10-2011	12:05:00	67.4	1	552	26	579
22-11-2011	12:11:00	68.5	1	552	26	579
29-11-2011	12:10:00	63.5	1	552	26	579
12-12-2011	12:05:00	68.8	1	552	26	579
22-12-2011	12:04:00	66.7	1	552	26	579
06-01-2012	16:49:00	67.4	0	473	22	495
11-01-2012	12:43:00	66.9	1	552	26	579

16-01-2012	12:16:00	67.0	1	552	26	579
19-01-2012	12:08:00	66.2	1	552	26	579
24-01-2012	16:13:00	62.4	0	473	22	495
30-01-2012	12:01:00	67.8	1	552	26	579
06-02-2012	16:18:00	60.1	0	473	22	495
13-02-2012	12:07:00	67.7	1	552	26	579
17-02-2012	16:46:00	68.1	0	473	22	495
24-02-2012	16:39:00	61.6	0	473	22	495
29-02-2012	16:39:00	66.9	0	473	22	495
15-03-2012	12:06:00	66.6	1	552	26	579
26-03-2012	12:04:00	66.2	1	552	26	579
26-04-2012	16:37:00	68.9	0	473	22	495

Tabela 7.7 – Tabela de valores relativos à concentração de partículas (PM10) em determinada hora e tráfego característico no ponto de medição – Variante da Encosta

Data	Hora	PM ₁₀ (µg/m ³)	Tráfego			
			Motociclos	Ligeiros	Pesados	Total
16-05-2008	11:09:00	50.5	0	498	25	523
28-05-2008	16:18:00	29.6	2	363	26	391
30-05-2008	11:19:00	17.6	0	498	25	523
02-06-2008	11:32:00	6.9	0	498	25	523
03-06-2008	11:46:00	17.1	0	498	25	523
17-06-2008	16:35:00	19.5	2	363	26	391
18-06-2008	16:23:00	31.7	2	363	26	391
19-06-2008	16:25:00	22.8	2	363	26	391
20-06-2008	16:25:00	15.1	2	363	26	391
20-06-2008	17:35:00	10.9	2	784	48	834
23-06-2008	16:26:00	27.6	2	363	26	391
25-06-2008	17:39:00	18.0	2	784	48	834
26-06-2008	17:39:00	22.9	2	784	48	834
27-06-2008	17:41:00	16.2	2	784	48	834
01-07-2008	17:39:00	12.2	2	784	48	834
03-07-2008	17:42:00	17.0	2	784	48	834
10-07-2008	12:35:00	29.2	1	722	23	746
15-07-2008	12:48:00	7.1	1	722	23	746
17-07-2008	12:45:00	25.4	1	722	23	746
22-07-2008	12:03:00	6.2	1	722	23	746
24-07-2008	15:47:00	21.3	2	414	22	438
29-07-2008	12:45:00	18.0	1	722	23	746
02-09-2008	12:51:00	13.9	1	722	23	746
04-09-2008	16:49:00	10.0	2	363	26	391
09-09-2008	17:10:00	10.3	2	784	48	834

16-09-2008	12:54:00	38.6	1	722	23	746
18-09-2008	12:45:00	5.0	1	722	23	746
23-09-2008	12:55:00	12.5	1	722	23	746
30-09-2008	12:51:00	20.7	1	722	23	746
07-10-2008	17:49:00	27.4	2	784	48	834
09-10-2008	17:47:00	19.3	2	784	48	834
14-10-2008	17:45:00	59.0	2	784	48	834
23-10-2008	17:45:00	26.9	2	784	48	834
28-10-2008	17:49:00	8.1	2	784	48	834
07-11-2008	16:32:00	34.9	2	363	26	391
13-11-2008	16:50:00	16.5	2	363	26	391
18-11-2008	15:55:00	30.7	2	414	22	438
20-11-2008	16:54:00	15.7	2	363	26	391
25-11-2008	17:34:00	3.0	2	784	48	834
27-11-2008	12:32:00	29.1	1	722	23	746
02-12-2008	17:50:00	18.1	2	784	48	834
18-12-2008	11:21:00	40.8	0	498	25	523
30-12-2008	16:43:00	17.1	2	363	26	391
06-01-2009	16:24:00	35.5	2	363	26	391
08-01-2009	16:51:00	28.9	2	363	26	391
13-01-2009	15:17:00	42.8	2	414	22	438
10-02-2009	12:09:00	25.3	1	722	23	746
12-02-2009	17:35:00	42.9	2	784	48	834
26-02-2009	12:26:00	53.1	1	722	23	746
03-03-2009	16:10:00	32.9	2	363	26	391
10-03-2009	16:05:00	34.3	2	363	26	391
12-03-2009	16:42:00	16.5	2	363	26	391
17-03-2009	16:49:00	14.0	2	363	26	391
24-03-2009	16:54:00	17.0	2	363	26	391
31-03-2009	12:29:00	13.7	1	722	23	746
23-04-2009	12:35:00	20.7	1	722	23	746
03-03-2010	12:12:00	29.0	1	722	23	746
09-03-2010	11:37:00	45.3	0	498	25	523
09-03-2010	11:37:00	45.3	0	498	25	523
09-03-2010	11:37:00	45.3	0	498	25	523
09-03-2010	11:37:00	45.3	0	498	25	523
10-03-2010	11:53:00	34.8	0	498	25	523
17-03-2010	12:33:00	38.2	1	722	23	746
24-03-2010	16:30:00	29.1	2	363	26	391
06-04-2010	12:35:00	40.8	1	722	23	746
09-04-2010	12:28:00	50.2	1	722	23	746
13-04-2010	12:27:00	19.1	1	722	23	746
16-04-2010	12:51:00	13.4	1	722	23	746
19-04-2010	16:37:00	26.6	2	363	26	391
23-04-2010	12:23:00	14.7	1	722	23	746
26-04-2010	16:27:00	20.3	2	363	26	391

29-04-2010	12:25:00	13.8	1	722	23	746
05-05-2010	16:14:00	6.3	2	363	26	391
17-05-2010	15:37:00	15.6	2	414	22	438
19-05-2010	12:16:00	29.5	1	722	23	746
01-06-2010	12:19:00	9.7	1	722	23	746
07-06-2010	12:38:00	21.6	1	722	23	746
14-06-2010	17:11:00	18.0	2	784	48	834
18-06-2010	16:51:00	20.0	2	363	26	391
19-07-2010	12:18:00	78.0	1	722	23	746
22-07-2010	16:31:00	66.1	2	363	26	391
29-07-2010	17:25:00	15.6	2	784	48	834
04-08-2010	11:49:00	0.0	0	498	25	523
12-08-2010	12:22:00	30.3	1	722	23	746
20-08-2010	16:10:00	7.6	2	363	26	391
25-08-2010	16:06:00	11.2	2	363	26	391
30-08-2010	16:32:00	11.0	2	363	26	391
02-09-2010	11:49:00	30.8	0	498	25	523
09-09-2010	11:56:00	24.9	0	498	25	523
14-09-2010	17:04:00	14.8	2	784	48	834
17-09-2010	16:32:00	41.0	2	363	26	391
22-09-2010	16:51:00	31.5	2	363	26	391
27-09-2010	16:50:00	23.9	2	363	26	391
30-09-2010	17:01:00	11.8	2	784	48	834
11-10-2010	11:54:00	23.8	0	498	25	523
14-10-2010	12:07:00	41.5	1	722	23	746
19-10-2010	11:54:00	26.9	0	498	25	523
22-10-2010	12:07:00	65.0	1	722	23	746
27-10-2010	16:07:00	37.8	2	363	26	391
04-11-2010	12:01:00	50.7	1	722	23	746
23-11-2010	17:20:00	39.5	2	784	48	834
26-11-2010	16:27:00	44.3	2	363	26	391
13-12-2010	11:56:00	66.1	0	498	25	523
16-12-2010	12:13:00	59.2	1	722	23	746
19-01-2011	16:40:00	34.3	2	363	26	391
24-01-2011	16:22:00	17.7	2	363	26	391
28-01-2011	12:09:00	48.8	1	722	23	746
02-02-2011	16:41:00	50.6	2	363	26	391
07-02-2011	16:33:00	38.3	2	363	26	391
11-02-2011	12:04:00	24.2	1	722	23	746
22-02-2011	16:34:00	25.6	2	363	26	391
28-02-2011	11:45:00	25.1	0	498	25	523
03-03-2011	12:14:00	60.8	1	722	23	746
11-03-2011	12:09:00	31.1	1	722	23	746
24-03-2011	17:01:00	13.5	2	784	48	834
07-04-2011	12:21:00	16.4	1	722	23	746
15-04-2011	12:15:00	10.2	1	722	23	746

27-04-2011	16:52:00	54.6	2	363	26	391
05-05-2011	12:15:00	13.0	1	722	23	746
12-05-2011	12:12:00	12.2	1	722	23	746
20-05-2011	11:59:00	9.8	0	498	25	523
26-05-2011	12:14:00	32.6	1	722	23	746
01-06-2011	17:01:00	9.5	2	784	48	834
07-06-2011	16:51:00	22.0	2	363	26	391
15-06-2011	17:13:00	11.0	2	784	48	834
28-06-2011	12:10:00	26.4	1	722	23	746
01-07-2011	17:31:00	28.0	2	784	48	834
05-07-2011	16:44:00	9.9	2	363	26	391
11-07-2011	12:12:00	41.5	1	722	23	746
15-07-2011	16:46:00	15.6	2	363	26	391
25-07-2011	12:15:00	15.5	1	722	23	746
28-07-2011	12:27:00	47.0	1	722	23	746
08-08-2011	12:20:00	41.8	1	722	23	746
17-08-2011	16:46:00	12.3	2	363	26	391
05-09-2011	12:03:00	14.8	1	722	23	746
08-09-2011	16:50:00	9.5	2	363	26	391
14-09-2011	12:01:00	15.4	1	722	23	746
23-09-2011	12:04:00	42.6	1	722	23	746
03-10-2011	12:14:00	40.2	1	722	23	746
28-10-2011	12:17:00	29.9	1	722	23	746
17-11-2011	16:59:00	29.8	2	363	26	391
23-11-2011	16:21:00	49.7	2	363	26	391
29-11-2011	17:11:00	80.7	2	784	48	834
15-12-2011	09:56:00	43.5	3	789	31	823
27-12-2011	17:29:00	61.9	2	784	48	834
09-01-2012	12:19:00	49.7	1	722	23	746
12-01-2012	12:14:00	55.7	1	722	23	746
17-01-2012	12:11:00	37.9	1	722	23	746
20-01-2012	16:11:00	24.5	2	363	26	391
01-02-2012	16:24:00	36.4	2	363	26	391
10-02-2012	12:03:00	45.4	1	722	23	746
15-02-2012	16:45:00	25.0	2	363	26	391
22-02-2012	16:40:00	15.9	2	363	26	391
27-02-2012	16:38:00	38.0	2	363	26	391
05-03-2012	12:15:00	11.6	1	722	23	746
19-03-2012	12:17:00	28.4	1	722	23	746
28-03-2012	12:07:00	20.7	1	722	23	746
16-04-2012	12:12:00	31.6	1	722	23	746

Tabela 7.8 – Tabela de valores relativos ao nível de ruído (Leq) em determinada hora e tráfego característico no ponto de medição – Variante da Encosta

Data	Hora	Leq (dbA)	Tráfego			
			Motociclos	Ligeiros	Pesados	Total
16-05-2008	11:09:00	64.1	0	498	25	523
19-05-2008	18:11:00	65.1	2	863	45	910
28-05-2008	16:18:00	57.6	2	363	26	391
30-05-2008	11:19:00	61.7	0	498	25	523
30-05-2008	17:46:00	61.8	2	784	48	834
02-06-2008	11:32:00	61.7	0	498	25	523
02-06-2008	16:48:00	62.0	2	363	26	391
03-06-2008	11:46:00	62.5	0	498	25	523
05-06-2008	17:15:00	62.0	2	784	48	834
06-06-2008	11:42:00	64.2	0	498	25	523
09-06-2008	12:05:00	60.4	1	722	23	746
09-06-2008	16:33:00	61.9	2	363	26	391
11-06-2008	11:12:00	62.3	0	498	25	523
11-06-2008	16:40:00	61.9	2	363	26	391
13-06-2008	11:22:00	56.1	0	498	25	523
30-06-2008	11:33:00	56.6	0	498	25	523
02-07-2008	16:21:00	56.9	2	363	26	391
04-07-2008	10:48:00	57.9	1	596	30	627
07-07-2008	17:38:00	59.2	2	784	48	834
09-07-2008	17:51:00	62.0	2	784	48	834
11-07-2008	17:10:00	59.6	2	784	48	834
14-07-2008	17:48:00	60.5	2	784	48	834
16-07-2008	12:21:00	66.3	1	722	23	746
18-07-2008	12:06:00	65.2	1	722	23	746
21-07-2008	12:42:00	64.8	1	722	23	746
23-07-2008	17:40:00	59.7	2	784	48	834
28-07-2008	17:50:00	66.1	2	784	48	834
30-07-2008	17:19:00	57.3	2	784	48	834
01-09-2008	17:41:00	59.2	2	784	48	834
08-09-2008	12:10:00	67.9	1	722	23	746
10-09-2008	12:20:00	66.7	1	722	23	746
12-09-2008	12:29:00	66.0	1	722	23	746
15-09-2008	12:22:00	64.7	1	722	23	746
17-09-2008	12:12:00	64.8	1	722	23	746
19-09-2008	11:39:00	63.5	0	498	25	523
24-09-2008	11:44:00	64.4	0	498	25	523
26-09-2008	12:30:00	63.6	1	722	23	746
29-09-2008	12:03:00	64.9	1	722	23	746
01-10-2008	12:27:00	62.2	1	722	23	746
03-10-2008	16:56:00	57.7	2	363	26	391
06-10-2008	17:10:00	65.9	2	784	48	834

08-10-2008	17:15:00	63.6	2	784	48	834
10-10-2008	12:46:00	66.7	1	722	23	746
13-10-2008	16:57:00	61.2	2	363	26	391
15-10-2008	17:32:00	65.4	2	784	48	834
20-10-2008	12:32:00	65.1	1	722	23	746
22-10-2008	17:48:00	63.0	2	784	48	834
24-10-2008	17:15:00	63.5	2	784	48	834
29-10-2008	17:49:00	63.6	2	784	48	834
31-10-2008	17:30:00	64.5	2	784	48	834
03-11-2008	17:54:00	66.3	2	784	48	834
05-11-2008	17:36:00	68.2	2	784	48	834
10-11-2008	17:45:00	67.7	2	784	48	834
14-11-2008	17:00:00	61.7	2	784	48	834
19-11-2008	16:13:00	61.9	2	363	26	391
21-11-2008	17:26:00	65.2	2	784	48	834
26-11-2008	17:43:00	60.3	2	784	48	834
03-12-2008	16:53:00	60.8	2	363	26	391
10-12-2008	12:14:00	61.3	1	722	23	746
12-12-2008	17:12:00	62.4	2	784	48	834
15-12-2008	16:55:00	62.7	2	363	26	391
17-12-2008	12:14:00	61.5	1	722	23	746
19-12-2008	16:58:00	63.6	2	363	26	391
22-12-2008	17:18:00	61.2	2	784	48	834
24-12-2008	11:02:00	60.0	0	498	25	523
05-01-2009	12:14:00	60.8	1	722	23	746
07-01-2009	16:59:00	62.8	2	363	26	391
16-01-2009	16:35:00	61.6	2	363	26	391
02-02-2009	15:43:00	59.8	2	414	22	438
06-02-2009	11:38:00	60.5	0	498	25	523
11-02-2009	12:26:00	61.8	1	722	23	746
13-02-2009	12:30:00	58.5	1	722	23	746
20-02-2009	16:12:00	61.4	2	363	26	391
23-02-2009	11:58:00	60.3	0	498	25	523
25-02-2009	11:48:00	57.1	0	498	25	523
27-02-2009	11:53:00	60.4	0	498	25	523
09-03-2009	16:52:00	62.8	2	363	26	391
11-03-2009	16:54:00	58.1	2	363	26	391
13-03-2009	11:20:00	57.4	0	498	25	523
16-03-2009	17:00:00	55.7	2	784	48	834
18-03-2009	16:25:00	58.5	2	363	26	391
20-03-2009	12:32:00	60.1	1	722	23	746
25-03-2009	16:22:00	58.5	2	363	26	391
27-03-2009	12:19:00	57.0	1	722	23	746
30-03-2009	12:20:00	59.0	1	722	23	746
01-04-2009	11:53:00	62.6	0	498	25	523
08-04-2009	11:48:00	57.9	0	498	25	523

22-04-2009 11:37:00	62.8	0	498	25	523
01-03-2010 15:05:00	61.4	2	414	22	438
03-03-2010 12:12:00	61.4	1	722	23	746
09-03-2010 11:37:00	62.7	0	498	25	523
09-03-2010 11:37:00	62.7	0	498	25	523
09-03-2010 11:37:00	62.7	0	498	25	523
09-03-2010 11:37:00	62.7	0	498	25	523
10-03-2010 11:53:00	62.3	0	498	25	523
17-03-2010 12:33:00	61.5	1	722	23	746
24-03-2010 16:30:00	56.8	2	363	26	391
06-04-2010 12:35:00	60.6	1	722	23	746
09-04-2010 12:28:00	55.9	1	722	23	746
13-04-2010 12:27:00	55.1	1	722	23	746
16-04-2010 12:51:00	64.5	1	722	23	746
19-04-2010 16:37:00	64.3	2	363	26	391
23-04-2010 12:23:00	59.7	1	722	23	746
26-04-2010 16:27:00	66.1	2	363	26	391
29-04-2010 12:25:00	61.9	1	722	23	746
05-05-2010 16:14:00	56.6	2	363	26	391
17-05-2010 15:37:00	67.0	2	414	22	438
19-05-2010 12:16:00	58.8	1	722	23	746
01-06-2010 12:19:00	65.5	1	722	23	746
07-06-2010 12:38:00	57.2	1	722	23	746
14-06-2010 17:11:00	67.5	2	784	48	834
18-06-2010 16:51:00	67.3	2	363	26	391
19-07-2010 12:18:00	59.9	1	722	23	746
22-07-2010 16:31:00	64.8	2	363	26	391
29-07-2010 17:25:00	67.3	2	784	48	834
04-08-2010 11:49:00	57.3	0	498	25	523
12-08-2010 12:22:00	55.5	1	722	23	746
17-08-2010 16:22:00	55.1	2	363	26	391
20-08-2010 16:10:00	59.1	2	363	26	391
25-08-2010 16:06:00	55.5	2	363	26	391
30-08-2010 16:32:00	54.8	2	363	26	391
02-09-2010 11:49:00	57.3	0	498	25	523
09-09-2010 11:56:00	55.7	0	498	25	523
14-09-2010 17:04:00	57.4	2	784	48	834
17-09-2010 16:32:00	61.5	2	363	26	391
22-09-2010 16:51:00	58.3	2	363	26	391
27-09-2010 16:50:00	60.4	2	363	26	391
30-09-2010 17:01:00	55.7	2	784	48	834
11-10-2010 11:54:00	57.1	0	498	25	523
14-10-2010 12:07:00	55.3	1	722	23	746
19-10-2010 11:54:00	59.6	0	498	25	523
22-10-2010 12:07:00	57.7	1	722	23	746
27-10-2010 16:07:00	58.4	2	363	26	391

04-11-2010	12:01:00	54.3	1	722	23	746
23-11-2010	17:20:00	63.2	2	784	48	834
26-11-2010	16:27:00	57.9	2	363	26	391
13-12-2010	11:56:00	57.9	0	498	25	523
16-12-2010	12:13:00	68.6	1	722	23	746
19-01-2011	16:40:00	56.6	2	363	26	391
24-01-2011	16:22:00	58.6	2	363	26	391
28-01-2011	12:09:00	57.7	1	722	23	746
02-02-2011	16:41:00	56.3	2	363	26	391
07-02-2011	16:33:00	57.2	2	363	26	391
11-02-2011	12:04:00	61.4	1	722	23	746
22-02-2011	16:34:00	58.3	2	363	26	391
28-02-2011	11:45:00	56.0	0	498	25	523
03-03-2011	12:14:00	60.2	1	722	23	746
11-03-2011	12:09:00	61.7	1	722	23	746
24-03-2011	17:01:00	55.6	2	784	48	834
07-04-2011	12:21:00	58.6	1	722	23	746
15-04-2011	12:15:00	58.8	1	722	23	746
27-04-2011	16:52:00	54.2	2	363	26	391
05-05-2011	12:15:00	58.3	1	722	23	746
12-05-2011	12:12:00	57.6	1	722	23	746
20-05-2011	11:59:00	58.4	0	498	25	523
26-05-2011	12:14:00	58.9	1	722	23	746
01-06-2011	17:01:00	63.8	2	784	48	834
07-06-2011	16:51:00	64.0	2	363	26	391
15-06-2011	17:13:00	63.6	2	784	48	834
21-06-2011	12:18:00	60.0	1	722	23	746
28-06-2011	12:10:00	59.3	1	722	23	746
05-07-2011	16:44:00	60.2	2	363	26	391
11-07-2011	12:12:00	54.8	1	722	23	746
15-07-2011	16:46:00	53.9	2	363	26	391
25-07-2011	12:15:00	54.1	1	722	23	746
28-07-2011	12:27:00	55.4	1	722	23	746
08-08-2011	12:20:00	55.2	1	722	23	746
17-08-2011	16:46:00	56.6	2	363	26	391
05-09-2011	12:03:00	54.9	1	722	23	746
08-09-2011	16:50:00	54.6	2	363	26	391
14-09-2011	12:01:00	57.2	1	722	23	746
19-09-2011	17:35:00	55.0	2	784	48	834
23-09-2011	12:04:00	58.2	1	722	23	746
03-10-2011	12:14:00	54.3	1	722	23	746
10-10-2011	12:28:00	58.5	1	722	23	746
18-10-2011	12:19:00	52.6	1	722	23	746
28-10-2011	12:17:00	57.3	1	722	23	746
17-11-2011	16:59:00	59.1	2	363	26	391
23-11-2011	16:21:00	60.5	2	363	26	391

29-11-2011	17:11:00	60.3	2	784	48	834
15-12-2011	09:56:00	59.2	3	789	31	823
27-12-2011	17:29:00	58.1	2	784	48	834
09-01-2012	12:19:00	59.2	1	722	23	746
12-01-2012	12:14:00	56.2	1	722	23	746
17-01-2012	12:11:00	58.8	1	722	23	746
20-01-2012	16:11:00	56.7	2	363	26	391
01-02-2012	16:24:00	58.9	2	363	26	391
10-02-2012	12:03:00	57.8	1	722	23	746
15-02-2012	16:45:00	54.5	2	363	26	391
22-02-2012	16:40:00	57.2	2	363	26	391
27-02-2012	16:38:00	60.7	2	363	26	391
05-03-2012	12:15:00	58.6	1	722	23	746
19-03-2012	12:17:00	59.8	1	722	23	746
28-03-2012	12:07:00	59.0	1	722	23	746
16-04-2012	12:12:00	57.2	1	722	23	746