

# **AVALIAÇÃO DO RUÍDO NUM BAIRRO RESIDENCIAL EM BAURU: SP - SITUAÇÃO DE PICO DE TRÁFEGO**

**Â. C. Silva, L. T. Silva, L. C. L. Souza**

## **RESUMO**

Em pleno século XXI, é cada vez mais uma prioridade salvaguardar a tranquilidade das pessoas, nomeadamente, da poluição sonora ambiental. No contexto do planeamento urbano, os mapas de ruído fornecem informações importantes sobre o ruído ambiental, possibilitando seguir e prever a variação dos níveis de ruído que vão sofrendo alterações mediante a forma do espaço urbano bem como a sua utilização. O estudo apresentado neste trabalho refere-se à avaliação do ruído ambiente de um bairro habitacional “Vila Universitária”, localizado em Bauru, no Brasil. A ferramenta adoptada para desenvolver estes estudos inclui modelos de previsão de ruído numa plataforma de SIG. Com base em dados de tráfego e nas características físicas do local foram desenvolvidos mapas de ruído, sendo posteriormente validado com medições de ruído “in situ”. O presente artigo apresenta uma abordagem do ruído urbano, passando pelos fundamentos teóricos e pelo estudo desenvolvido para a Vila Universitária, em Bauru.

## **1 INTRODUÇÃO**

Desde os tempos mais remotos surgem evidências de que o ruído sempre constituiu um problema para a sociedade. Na época do Imperador Caio Júlio César (101-44 a.C.) foi decretado “que nenhuma espécie de veículo de rodas poderia permanecer dentro dos limites da cidade (Roma), do amanhecer à hora do crepúsculo; os que tivessem entrado durante a noite deveriam ficar parados e vazios à espera da referida hora” (César - Senatus Consultum - O Automóvel, de Halley). Por volta de 1980, a Organização Mundial de Saúde (OMS) abordou o problema do ruído urbano, publicando em 1995 numa versão preliminar as “guias de ruído urbano” que actuam como uma forma de combate à perturbação sonora. Contudo, apenas em 1989, na Suécia, no Congresso Mundial sobre Poluição Sonora, o ruído passou a ser encarado como questão de saúde pública.

Um estudo apresentado em Bruxelas, em 2008, estima que cerca de 50 mil pessoas morrem por ano na União Europeia (UE) devido a ataques cardíacos causados pelo excesso de ruído rodoviário e ferroviário, e que 200 mil passaram anualmente a sofrer de doenças do coração. (Transport & Environment, 2008).

A exposição humana à poluição sonora pode originar efeitos de natureza diversa e intensidade variável sobre a saúde, desde o desgaste da capacidade auditiva (trauma acústico, perda auditiva temporária, perda auditiva permanente), aos efeitos não auditivos (dificuldades na concentração, irritação, cansaço, nervosismo, distúrbios do sono, dores de cabeça).

Actualmente, o ruído é uma das formas de poluição mais preocupante, tendo em conta a degradação que causa na vida das pessoas. Sendo que resulta da combinação de várias fontes sonoras (tráfego de veículos automotores, obras de construção civil, alarmes, sirenes), que por sua vez tendem a aumentar com o desenvolvimento urbano, existe a necessidade de controlar esta poluição através de regulamentação. Em Portugal, o ruído está regulamentado através do Regulamento Geral do Ruído (RGR), publicado no D.L. 9/2007 de 17 de Janeiro. Este diploma legal introduz, à semelhança do seu precursor DL 292/2000, a consideração da variável ruído urbano em sede de planeamento. Neste quadro, estabelece que a execução da política de ordenamento do território e de urbanismo deve assegurar a qualidade do ambiente sonoro, promovendo a distribuição adequada das funções de habitação, trabalho e lazer.

Numa vertente prática esta regulamentação é assegurada através de diversas ferramentas estratégicas de observação, análise e planeamento, como os mapas de ruído. No contexto do planeamento urbano, os mapas de ruído fornecem informações importantes sobre o ruído ambiental (quantificação do ruído, identificação de zonas de conflito), possibilitando seguir e prever a variação dos níveis de ruído que vão sofrendo alterações mediante a forma do espaço urbano, bem como a sua utilização. Estes possibilitam adequar, rever e apoiar as propostas dos Planos Directores Municipais (PDM's) na classificação correcta do uso do solo (classificação acústica do solo), atendendo ao uso e clima acústico existente.

“Os mapas de ruído têm estado em aperfeiçoamento desde há muitos anos, principalmente nos países europeus, como por exemplo a Alemanha, que realiza estudos avançados há mais de 25 anos.” (Kang-Ting *et al*, 2009).

O uso de modelos de previsão de ruído apresenta vantagens em relação aos equipamentos de medição acústica, sobretudo quando a zona em estudo contém um número elevado de fontes e receptores tornando o processo de avaliação mais eficaz e rápido. Estes permitem, nomeadamente, elaborar mapas horizontais e verticais de ruído, apresentados sob a forma de áreas coloridas associadas a classes de ruído, além de permitirem a criação de cenários eventualmente associados a situações em fase de projecto.

O presente estudo reporta-se a um bairro residencial na cidade de Bauru, no Brasil, e tem como objectivo a avaliação do ruído ambiental existente, com recurso a um modelo de previsão de ruído (software Cadna-A), contagens de tráfego e a criação de uma base geográfica da zona em estudo, foi possível desenvolver mapas de ruído (Ld, Nível de ruído do período diurno) do bairro residencial.

## **2 O RUIDO URBANO**

O ruído urbano é a resultante dum conjunto de fontes sonoras presentes num determinado espaço, tais como: actividades industriais, obras de construção civil, alarme, tráfego aéreo, ferroviário e rodoviário, ruído de vizinhança, templos religiosos, bares e restaurantes.

De entre todas as fontes de ruído, o tráfego rodoviário urbano é apontado como sendo o mais incomodativo e o que ostenta maior versatilidade de produção sonora não só pelas particulares dos veículos, como pelo meio onde circulam. O ruído rodoviário atenua e agrava-se consoante a agressividade da condução do automobilista, a composição e fluxo de tráfego, a rugosidade e estado de degradação do pavimento, e ainda as características das vias.

A quantificação do ruído pode ser feita através dos métodos de medição ou dos métodos de previsão acústicos. Qualquer que seja o método utilizado, estes tem como finalidade, para além da quantificação do ruído, a identificação das principais fontes sonoras e avaliar a eficácia de eventuais medidas de atenuação da poluição sonora. Contudo o recurso a modelos de previsão de ruído apresenta vantagens em relação aos equipamentos de medição acústica, sobretudo quando a zona em estudo contém um número elevado de fontes e receptores tornando o processo de caracterização mais rápido e seguro. Estes permitem elaborar mapas de ruído, apresentados sob a forma de áreas coloridas ao qual correspondem um intervalo de valores de ruído, a criação de cenários, sem que seja necessário cessar o funcionamento das actividades.

O método utilizado para a previsão do ruído do tráfego deve fornecer resultados seguros que representem a situação real existente dos níveis de ruído sob quaisquer condições de emissão e propagação (OECD, 1995).

O algoritmo de cálculo gera, a partir de cada ponto receptor, um conjunto de raios correspondentes à propagação do ruído, normalmente espaçados em ângulos iguais e, portanto, definindo sectores de círculo. O cálculo acústico é realizado para cada raio que sai do receptor considerado e que pode intersectar uma fonte de ruído. Se o intervalo angular for suficientemente pequeno, poder-se-á assumir que, nesse intervalo, o terreno e o meio mantêm características constantes e a propagação média não varia no sector. Nestas condições, o problema resume-se ao cálculo numa secção definida entre uma fonte pontual e o receptor. Para tal é necessário definir a potência acústica associada à fonte, a atenuação devida à divergência geométrica ( $A_{div}$ ), a absorção pelo ar ( $A_{atm}$ ), a difracção ( $A_{dif}$ ), os efeitos devidos ao solo ( $A_{solo}$ ) e a absorção das superfícies verticais ( $A_{ref}$ ) nas quais o raio foi reflectido no plano horizontal.

O método utilizado, designado por Novo Método de Previsão do Ruído do Tráfego (NMPB 96) foi desenvolvido em França em 1996 e é recomendado pela directiva 2009/49/EC do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de Julho.

O algoritmo de calculo tem em consideração as condições meteorológicas da zona em estudo aquando o calculo do nível sonoro equivalente de longo termo  $L_{LT}$ .

Este nível  $L_{LT}$  é calculado somando os contributos energéticos dos níveis sonoros obtidos para as condições atmosféricas homogéneas e favoráveis, ponderadas segunda a sua ocorrência relativa no local considerado. Nos períodos em que ocorrem condições atmosféricas desfavoráveis são considerados pelo método níveis sonoros correspondentes a condições homogéneas. Esta assumption majora de facto os níveis reais obtidos nestas condições de propagação, mas acaba por traduzir uma abordagem pelo lado da segurança (Berengier e Garai, 2000).

Assim segundo este método, o nível sonoro para um período longo é calculado segundo a expressão:

$$L_{LT} = 10 \log(p \times 10^{\frac{L_{pF}}{10}} + 1 - p \times 10^{\frac{L_{pH}}{10}}) \quad (1)$$

Onde:

$L_{p,H}$ : é o nível sonoro para condições meteorológicas homogêneas do local e é calculado pela expressão:

$$L_{p,H} = LW - A_{div} - A_{atm} - A_{solo,H} - A_{dif,H} - A_{ref} \quad (2)$$

$L_{p,F}$ : é o nível sonoro para condições meteorológicas favoráveis do local e é calculado pela expressão:

$$L_{p,F} = LW - A_{div} - A_{atm} - A_{solo,F} - A_{dif,F} - A_{ref} \quad (3)$$

$p$  : figura a ocorrência das condições meteorológicas favoráveis durante a propagação do som e assume valores entre  $0 < p < 1$ .

LW: representa a potência acústica associada ao fluxo de tráfego rodoviário.

O cálculo da potência acústica LW associada ao tráfego é função das características do tráfego (fluxo, composição e velocidade média do tráfego), bem como da tipologia e tipo de pavimento da estrada.

Por simplificação de cálculo, os dados do tráfego relativos a duas categorias de veículos (ligeiros e pesados) são tratados de uma forma agregada ponderando o fluxo de veículos pesados através de um factor de equivalência acústica entre veículos ligeiros e pesados.

A potência acústica por metro de faixa rodoviária é calculada pela expressão:

$$LW = LW_{VL} + 10 \log \frac{\text{fluxo} + \text{fluxo} \times \%P \times \frac{EQ-1}{100}}{V_{50}} - 30 \quad (4)$$

Onde:

$LW_{VL}$ : é a potência acústica produzida por um veículo ligeiro;

Fluxo: é o número de veículos por hora por faixa de rodagem;

%P: é a percentagem de veículos pesados;

EQ: é a equivalência de veículos pesados/veículos ligeiros.

A potência acústica de um veículo ligeiro é obtida a partir da expressão:

$$LW_{VL} = 46 + 30 \log V_{50} + C \quad (5)$$

Onde:

$V_{50}$ : representa a velocidade do fluxo de ligeiros e  $V_{50} = 30$  se  $V_{50} < 30$  ;

$C = 0$  para fluxo de tráfego fluido;

$C = 2$  para fluxo de tráfego interrompido;

$C = 3$  para fluxo de tráfego em aceleração.

O factor de equivalência acústica entre veículos e pesados é dado pelas normas Francesas – NF S.31.085 (AFNOR, 1991).

### 3 CASO DE ESTUDO

O caso de estudo reporta-se a um bairro habitacional denominado “Vila Universitária” localizado na cidade de Bauru, Estado de São Paulo, no Brasil (ver Figura 1). O bairro caracteriza-se por ter uma topografia plana com grande contraste nas alturas das edificações, terrenos baldios, encontra-se limitado pela Avenida Otávio Pinheiro Brizol, o Bauru Shopping e pela Avenida Nações Unidas (considerada uma das avenidas principais da cidade). A Sudeste do bairro em estudo localiza-se um pequeno aeródromo.

Este tem vindo a ser largamente estudado por uma equipa de trabalho da Universidade Federal de S. Carlos, liderada pela Professora Léa Souza (Souza, L.C.L *et al*, 2008; Nakata, C.M *et al*, 2007; Sorano, E.C *et al*, 2009).

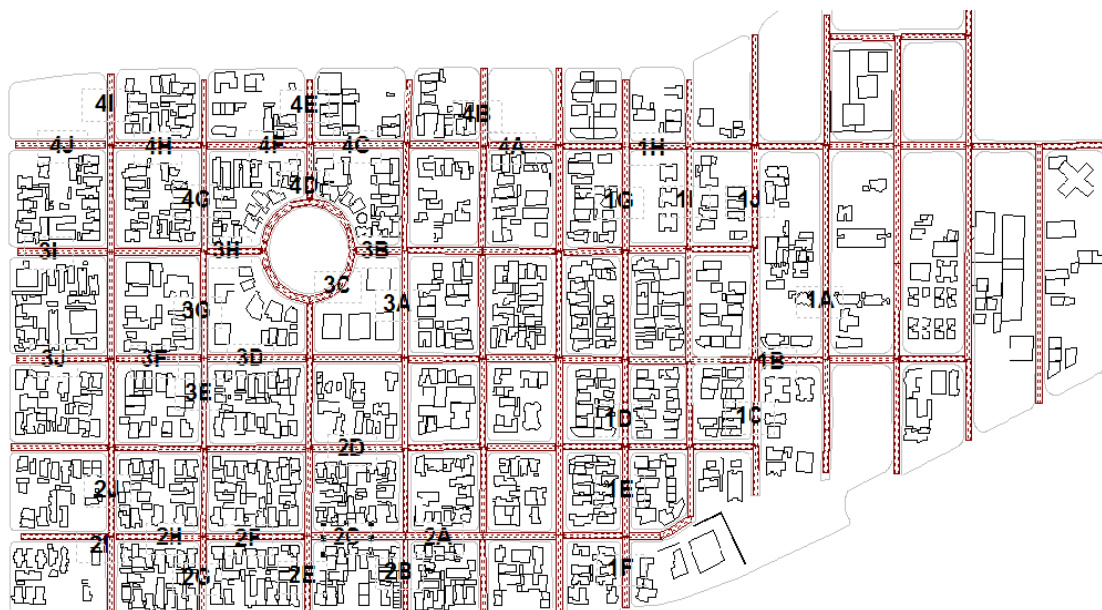
Este trabalho vem dar continuidade/complementaridade aos já referidos e tem como objectivo a avaliação do ruído ambiental no bairro através do desenvolvimento de mapas de ruído com recurso a um modelo de previsão de ruído.



**Figura 1 Bairro Vila Universitária, aerofotomapa. Fonte: Google Earth (2010)**

#### 3.1 Caracterização das fontes sonoras existentes

O Bairro Vila Universitária é uma área mista predominantemente residencial, sendo o tráfego rodoviário a principal fonte sonora. Tendo como base esta informação, a previsão dos níveis sonoros teve-se em conta a contribuição do tráfego rodoviário, a informação geográfica e física do bairro, e os fenómenos físicos mais relevantes na radiação e propagação das ondas sonoras. Para o cálculo dos níveis de ruído rodoviário, o modelo utilizado teve como parâmetros de entrada o tráfego rodoviário (densidade, composição e velocidade média de circulação), as características do pavimento (betuminoso, cubos, macadame, ...) e o tipo de tráfego (fluido, ininterrupto ou em aceleração). De apontar que o todo o fluxo de tráfego introduzido no programa foi considerado como tráfego ligeiro. A caracterização das fontes de ruído existentes na zona em estudo, constituídas pelo tráfego rodoviário, contou com uma campanha de contagem de tráfego rodoviário em pontos considerados chave, da zona em estudo, como ilustra a Figura 2.



**Figura 2 Localização dos pontos de contagem de tráfego e medição de ruído.**

A campanha de contagem realizou-se em três períodos de pico de tráfego. O período P1, inclui o período de entrada no trabalho (decorre das 7h00 às 8h00); P2, período de almoço (decorre das 12h00 às 13h00) e P3, período de regresso a casa (decorre das 18h00 às 19h00). Os dados recolhidos resumem-se na Tabela 1.

**Tabela 1 Campanha de contagem do fluxo de tráfego**

PONTO	P1 Veic/h	P2 Veic/h	P3 Veic/h	Média (Veic/h)	PONTO	P1 Veic/h	P2 Veic/h	P3 Veic/h	Média (Veic/h)
1A	60	84	108	84	3A	48	36	84	56
1B	72	96	180	116	3B	12	24	48	28
1C	24	48	48	40	3C	24	72	72	56
1D	744	528	684	652	3D	-	24	48	36
1E	732	516	756	668	3E	132	132	336	200
1F	576	540	768	628	3F	12	24	96	44
1G	468	540	504	504	3G	204	192	324	240
1H	180	672	900	584	3H	24	36	132	64
1I	-	60	300	180	3I	132	12	132	92
1J	36	60	12	36	3J	60	36	84	60
2 <sup>a</sup>	72	36	24	44	4A	36	108	240	128
2B	48	72	96	72	4B	36	168	72	92
2C	48	48	36	44	4C	60	156	156	124
2D	48	60	60	56	4D	36	72	120	76
2E	60	144	168	124	4E	12	120	180	104
2F	24	60	48	44	4F	48	108	264	140
2G	108	240	348	232	4G	204	228	228	220
2H	24	48	84	52	4H	84	72	312	156
2I	-	72	60	66	4I	864	372	468	568
2J	468	-	492	480	4J	360	264	-	312

Simultaneamente à campanha de contagem de tráfego, e nos mesmos pontos, decorreu uma campanha de medição de ruído, onde foi avaliado o nível sonoro contínuo equivalente com ponderação A (LeqA). Os dados recolhidos na campanha listam-se na Tabelas 2.

**Tabela 2 Campanha de medição**

PONT O	P1 dBA	P2 dBA	P3 dBA	Média dBA	PONT O	P1 dBA	P2 dBA	P3 dBA	Média dBA
1 <sup>a</sup>	65	63	68	65	3A	63	62	66	64
1B	53	54	64	57	3B	57	68	65	63
1C	54		66	60	3C	64	54	53	57
1D	76	66	66	69	3D	74	50	-	62
1E	68	54	62	61	3E	-	57	62	60
1F	68	72	64	68	3F	64	-	58	61
1G	65	61	68	65	3G	65	70	56	64
1H	66	-	60	63	3H	56	56	61	58
1I	50	52	-	51	3I	63	-	64	64
1J		67	69	68	3J	69	62	53	61
2A	52	53	61	55	4A	73	-	-	73
2B	55	62	65	61	4B	63	-	62	63
2C	53	55	62	57	4C	62	-	52	57
2D	62	53	60	58	4D	61	-	51	56
2E	50	62	68	60	4E	68	67	67	67
2F	-	-	-	-	4F	63	55	64	61
2G	68	64	64	65	4G	64	63	78	68
2H	60	68	66	65	4H	63	72	65	67
2I	-	-	-		4I	72	67	61	67
2J	78	-	61	70	4J	64	64	68	65

### 3.2 Parâmetros de cálculo

Os parâmetros adoptados para o cálculo do mapa de ruído tendo em conta as recomendações da APA (Agencia Portuguesa do Ambiente) foram os seguintes:

Mapa horizontal

Altura do mapa H = 1,6 m

Condições meteorológicas:

50% De condições favoráveis à propagação de ruído no período diurno

75% De condições favoráveis à propagação de ruído no período entardecer

100% De condições favoráveis à propagação de ruído no período entardecer

Raio da fonte de pesquisa – 100m

Máxima distância de propagação – 1000m

Nº de reflexões – 2

Índice Calculado –  $L_d$

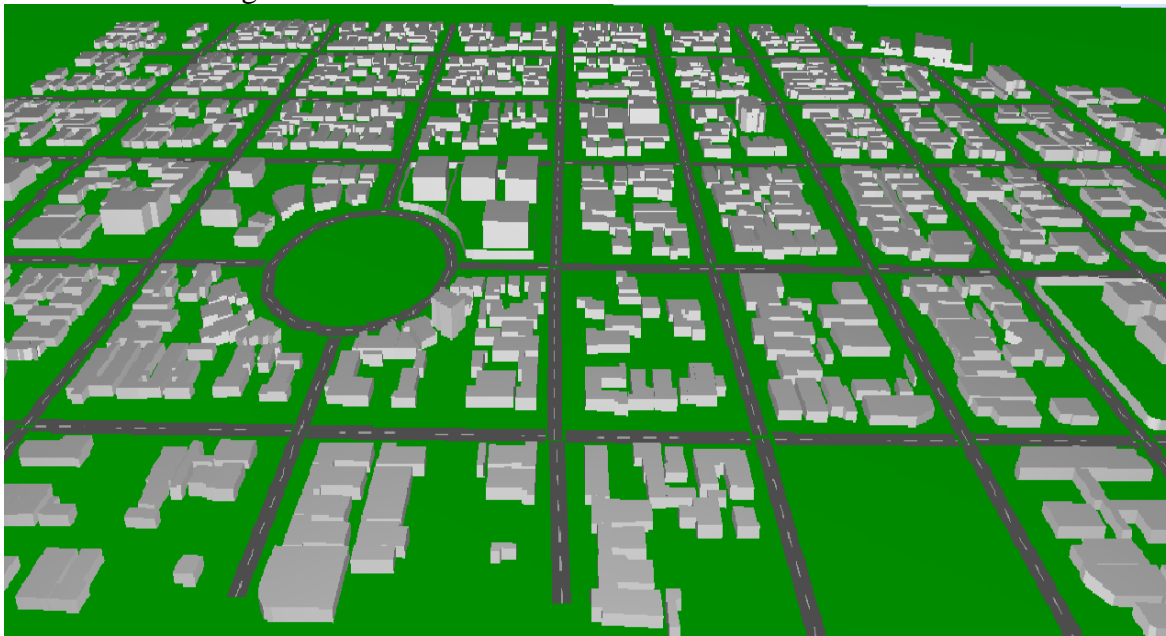
Tipo de piso: Betuminoso

Velocidade Média: 40 Km/h



### 3.3 Modelo geográfico

Após levantamento detalhado da topografia do local e da localização e características dos obstáculos à propagação do ruído, tais como por exemplo edifícios, muros ou barreiras arbóreas, foi levada a cabo o desenvolvimento do modelo geográfico do bairro Vila Universitária. A Figura 3 ilustra o modelo desenvolvido.



**Figura 3 Modelo geográfico do bairro Vila Universitária**

### 3.4 Validação do modelo

De forma a conferir robustez ao mapa de ruído, é essencial proceder à validação dos resultados. Este procedimento consiste na comparação dos valores obtidos na modelação com valores de medições efectuadas em locais seleccionados.

Segundo a WG3 (2001) existe uma estreita relação entre a precisão do método de cálculo, a distância e as características da envolvente. Para áreas até  $2000\text{m}^2$ , com uma envolvente acidentada a diferença entre os valores calculados (resultado da simulação do modelo desenvolvido) e os valores medidos não deve ultrapassar  $\pm 3 \text{ dB(A)}$ . Para áreas urbanas essa diferença é aumentada para  $4 \text{ dB(A)}$ .

Na Figura 2, encontram-se identificados os pontos receptores de validação introduzidos no modelo que, por sua vez, representam os locais onde foram realizadas as medições. Os valores calculados pelo modelo nos pontos receptores “LeqA(simul)” e os valores obtidos por medição “in situ” “LeqA(med)” encontram-se listados na Tabela 3.

Na mesma tabela listam-se as diferenças lineares entre os níveis de ruído calculados e os simulados nos 40 pontos de simulação/medição. Esta diferença, identificada na Tabela 12 por  $\Delta_{\text{val}}$  (uma vez que se trata de zona urbana) não deve ser maior do que  $\pm 4 \text{ dB (A)}$



**Tabela 3 Valores medidos vs valores modelados**

PONTO	LeqA (med.)	LeqA (mod.)	$\Delta$ Val	Observ.
1A	65	58	7	(a)
1B	57	59	-2	Ok
1C	60	56	4	Ok
1D	69	66	3	Ok
1E	61	65	-4	Ok
1F	68	67	1	Ok
1G	65	65	0	Ok
1H	63	59	4	Ok
1I	51	55	-4	Ok
2A	55	57	-2	Ok
2B	61	58	3	Ok
2C	57	57	0	Ok
2D	58	57	1	Ok
2E	60	61	-1	Ok
2G	65	62	3	Ok
2J	70	66	4	Ok
(a) Zona de Fronteira				

PONTO	LeqA (med.)	LeqA (mod.)	$\Delta$ Val	Observ.
3A	64	57	7	Ko
3C	57	56	1	Ok
3D	62	58	4	Ok
3E	60	61	-1	Ok
3F	61	59	2	Ok
3G	64	63	1	Ok
3H	58	60	-2	Ok
3I	64	60	4	Ok
3J	61	57	4	Ok
4B	63	59	4	Ok
4C	57	59	-2	Ok
4D	56	59	-3	Ok
4E	67	59	8	(a)
4F	61	60	1	Ok
4G	68	64	4	Ok
4H	67	63	4	Ok
4I	67	65	2	Ok
4J	65	63	2	Ok

Após análise dos  $\Delta$ val obtidos, verifica-se que os níveis sonoros simulados do ruído ambiente se apresentam, em geral, muito próximos dos valores medidos “in situ”, apresentando, em grande parte das situações, um desvio inferior a 3 dB(A).

Verificaram-se três situações de inconsistência (pontos 1J, 3A e 3B). Nestes pontos os níveis de ruído medidos não são consistentes com os fluxos de veículos medidos e, por consequência, com os níveis de ruído simulados. Por este motivo estes três pontos foram retirados do processo de validação.






Relativamente aos pontos 1A e 4E, apresentam desvios muito elevados. São pontos localizados na fronteira do bairro e que deveriam ser alvo de melhor caracterização, quer no que diz respeito ao fluxo de veículos quer às medições do nível de ruído existente.

Com exceção aos dois pontos atrás referidos, localizados na fronteira do bairro estudado, os resultados atestam que o modelo encontra-se validado.

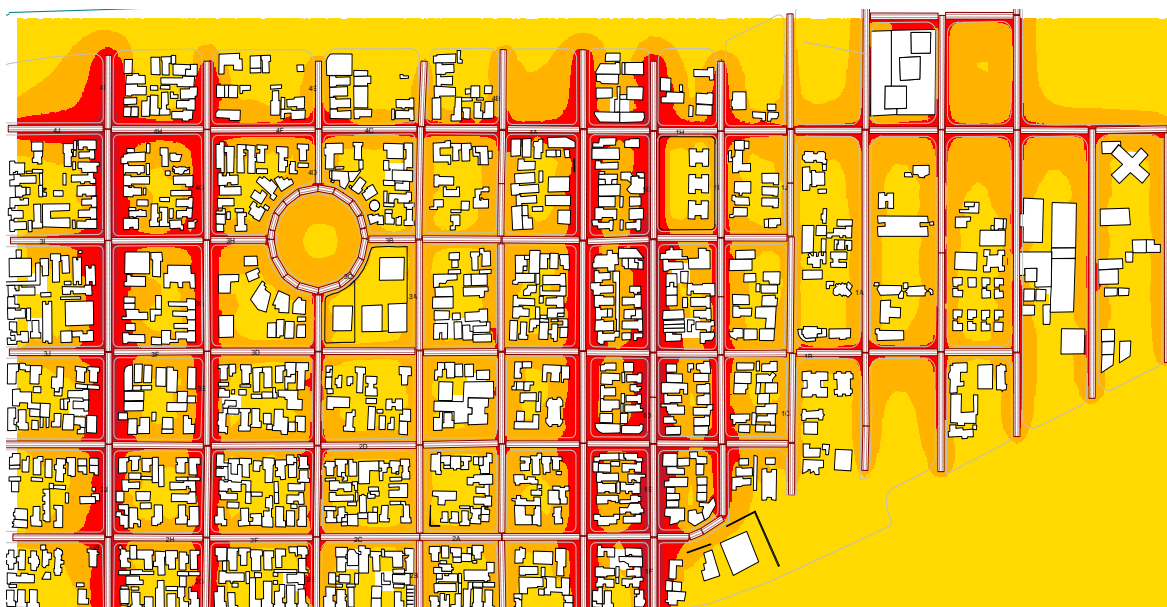
### 3.5 Mapa de ruído

Para efeitos de cálculo, a zona em estudo foi dividida numa malha regular equidistante de pontos de cálculo. Para cada um dos vértices da malha, o modelo calcula os níveis de ruído adicionando as contribuições de todas as fontes de ruído. A partir dos níveis estimados foram delimitadas classes de ruído por intervalos de 5 dB(A) e para valores superiores a 45 dB(A). Às diferentes classes de ruído foi atribuída uma cor de acordo com a Tabela 4.

**Tabela 4 Relação de cores e padrões para as classes de níveis sonoros**  
(Fonte: APA, 2008)

Classes do Indicador	Cor		RGB
$L_{den} \leq 55$	ocre		255,217,0
$55 < L_{den} \leq 60$	laranja		255,179,0
$60 < L_{den} \leq 65$	vermelhão		255,0,0
$65 < L_{den} \leq 70$	carmim		196,20,37
$L_{den} > 70$	magenta		255,0,255

**Figura 4 Mapa de ruído para o cenário existente**



### 3.5 Análise e Conclusões

Os resultados apresentados na carta de ruído (Figura 4) caracterizam o ruído existente do bairro Vila Universitária em período de pico de tráfego.

Como seria de esperar, os níveis de ruído mais elevados coincidem com as vias de maior tráfego.

Considerando que a área em estudo possui características de utilização mista e tendo em linha de conta o critério da exposição máxima fixado pelo RGR português, verifica-se que apenas ao longo das faixas adjacentes às vias principais de atravessamento, se ultrapassam os limites legais de 65 dB(A). Se tomarmos em consideração a NBR 10151/200 da Associação Brasileira de Normas Técnicas, observa-se que basicamente todas as rodovias ultrapassam o nível de ruído legislado para zonas mistas predominantemente residenciais. Esta é aliás uma situação incontornável, verificada em todas as cidades europeias, dado

que sobre a rodovia e no local de passagem dos veículos a potência sonora significa níveis de Leq(A) sempre superiores a 80 dB(A).

Analisando a Tabela 3, conclui-se que os resultados medidos e os resultados modelados se apresentam, em geral, muito próximos. Excepção feita a dois tipos de situações distintas, a saber:

- Inconsistência entre níveis de ruído medido e fluxo de tráfego medido. Nesta situação encontram-se três pontos: 1J, 2H e 3B (pontos excluídos da Tabela 12);
- Zonas fronteira onde se desconhece a contribuição da envolvente. Nesta situação encontram-se dois pontos: 1A e 4E.
- Desconformidade entre a afluência de tráfego registada na via e os níveis medidos, que são bastante elevados para este fluxo. Nesta situação encontra-se o ponto: 3A.

A análise da primeira situação tipo, levou a concluir que a informação recolhida nos pontos 1J, 2H e 3B, deveria ser alvo de reavaliação. Relativamente aos pontos 1A e 4E, sendo pontos localizados na fronteira do bairro deveriam também ser reavaliados, quer no que diz respeito ao fluxo de veículos quer às medições do nível de ruído existente. Da análise da terceira situação tipo, conclui-se tal como para os pontos da primeira situação que o ponto 3A deveria ser reavaliado. Esta reavaliação passará necessariamente pela decomposição do fluxo de tráfego em veículos pesados e ligeiros.

Deixando de fora os seis pontos acima enunciados, os  $\Delta$ val obtidos apresentam um desvio padrão de 2,6 dB(A) e uma média próxima de 1,1 dB(A). Este último valor (média de  $\Delta$ val= +1,1 dB(A)) indica-nos que o modelo em termos médios está a sobreavaliar a área em estudo em cerca de 1 dB(A).

Com base no recomendado pelo “WG3” em zonas urbanas, o  $\Delta$ val não deve ser maior do que  $\pm 4$  dB(A), poderemos concluir que o modelo se encontra validado.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

AFNOR (1991) NF S 31-085 - Acoustique - Caractérisation et mesurage du bruit du trafic routier. Association Française de Normalisation, Saint-Denis La Plaine, France.

APA (2008), Agência Portuguesa do Ambiente (eds) **Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído. Versão 2**. Amadora. Junho de 2008

Berengier, M. e M. Garai (2000) Propagazione del Rumore da Traffico Veicolare. Atti **Convegno Nazionale Traffico e Ambiente 2000**, Progetto Trento Ambiente, Trento, Italia, 2000.

Decreto-Lei nº 9/2007. Diário da República, I Série-A, Lisboa, Portugal, n.12.

Decreto-Lei nº 292/2000. Diário da República, I Série-A, Lisboa, Portugal, n. 263.

Google Earth 5 (2010). <http://earth.google.com>. Obtido em 15 de Abril de 2010.

Nakata, C.M.; Souza, L. C. L (2007) **Contribuição térmica da geometria urbana e da arborização em um bairro residencial**, Proceedings IX Encontro Nacional Americano de Conforto no Ambiente Construído, Ouro Preto, Brasil, 8 a 10 de Agostos de 2007.

OECD (1995) Organisation for Economic Co-operation and Development Publications (eds), **Roadside Noise Abatement**, Paris, France, 1995.

Ramos, L. d. (2005). <http://www.direitonet.com.br/artigos/exibir/1869/Poluicao-sonora>.  
Obtido em 23 de Fevereiro de 2010, de <http://www.direitonet.com.br>.

Sorano, E.C.; Souza, L. C. L (2009) **Comportamento térmico de um bairro residencial em Bauru – SP: Condição térmica do pedestre**, Proceedings X Encontro Nacional e VI Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, Natal, 16 a 18 de Setembro de 2009.

Souza, L. C. L.; Nakata, C.M.; Postigo C.P.; Sorano, E.C. (2008) **Ambiente Térmico Pedestre**, Apresentação oral, Pluris2008, Santos, Brasil, Outubro de 2008.

Transport & environment (2008). *50,000 heart deaths a year caused by traffic noise*.  
Acedido do em 15 de Março de 2010, em: <http://www.transportenvironment.org>.

Tsai, K.T., Lin, M.D., Chen, Y.H. (2008). *Noise mapping in urban environments: A Taiwan study*. Applied Acoustics 70 (2009).

WG3 (2001) Working Group 3 (eds.) **Computational and Measurement. Progress Report**. June 2001