

## RUÍDO NA CIDADE DO PORTO - A EVOLUÇÃO EM DUAS DÉCADAS

PACS: 43.50.Rq

António P.O. Carvalho; Rui A. F. Jesus  
Laboratório de Acústica, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto  
Portugal  
Tel. +351-225081931  
Fax +351-225081940  
carvalho@fe.up.pt; ruialex.85@gmail.com

### ABSTRACT

Today's Oporto's urban environment presents significant differences at social, infrastructure, activities and transport matters from 20 years ago. This work characterizes the noise evolution from 1990 to 2011 using in situ measurements.

### RESUMO

Em 1990, um jornal diário afirmava que o Porto era a cidade de todos os ruídos. Agora, 21 anos depois, o ambiente urbano portuense apresenta diferenças tanto sociais, como nas infra-estruturas, nas actividades e nos transportes. No presente trabalho procede-se à caracterização da evolução do ruído na cidade nas últimas duas décadas através de valores medidos *in situ* (nos mesmos pontos) em 1990, 1998 e 2011.

### 1. INTRODUÇÃO

Uma reportagem do *Jornal de Notícias* apresentava, em 1990, a cidade do Porto como “a cidade de todos os ruídos” [1]. Os objectivos deste trabalho passam pela repetição das medições nos mesmos locais indicados nessa reportagem e numa outra em 1998 [2] e na análise global de como o ruído evoluiu na cidade do Porto desde 1990 até 2011 (quando o número de habitantes se reduziu 22% de 302.641 para 237.559 [3,4]). Nesse intervalo de tempo destaca-se a introdução do Metro em 2002.

### 2. MEDIÇÕES E ANÁLISE DE RESULTADOS

#### 2.1 Locais de Estudo e Resultados das Medições (2011)

As medições foram efectuadas (com sonómetro B&K 2236 e microfone 4188) em nove pontos do centro do Porto (fig. 1) que o Plano Director Municipal do Porto indica como *zonas mistas* o que de acordo com o *Regulamento Geral do Ruído* obriga  $L_{den} \leq 65$  e  $L_n \leq 55$  dB(A) [5, 6]. Os parâmetros medidos foram:  $L_{Aeq}$ ,  $L_{A10}$ ,  $L_{A50}$  e  $L_{A90}$  com o modo *Fast*. As medições realizaram-se com condições meteorológicas satisfatórias (céu limpo e vento com velocidade < 5 m/s);

Horário análogo ao dos estudos anteriores; Tempos de medição  $\approx 16$  min.; Sonómetro posicionado a  $\geq 3,5$  m de superfícies reflectoras e a  $\approx 1,35$  m do solo. Por se tratar de locais em meio urbano consolidado, admitiu-se como critério que as medições fossem realizadas apenas nos dias úteis e limitou-se ao período das 15 às 18 h para evitar hora de ponta. As medições (com duração  $\approx 16$  min. cada) realizaram-se em: Pts 1 a 4 - 1/4/2011; Pts 5 a 8 - 4/4/2011; Pt. 9 - 5/4/2011 (resultados no quadro 1).



Fig. 1: Locais onde se realizaram as medições, cf. quadro 1 [adaptado de 7].

Quadro 1: Valores obtidos nas medições de 2011 nos pts. 1 a 9 (\* $\Delta L_A = L_{A10} - L_{A90}$ ).

Pt	Local	Hora	Parâmetro (dB)				$\Delta L_A^*$
			$L_{Aeq}$	$L_{A10}$	$L_{A50}$	$L_{A90}$	
1	Praça Marquês de Pombal	16h04	68,9	70,0	65,5	61,5	8,5
2	Rua de Santa Catarina	16h36	67,5	70,0	65,0	61,5	8,5
3	Praça da República	17h07	66,8	69,0	64,0	60,5	8,5
4	Rua da Boavista	17h37	71,0	73,5	69,0	63,5	10,0
5	Rotunda da Boavista	15h21	67,8	70,0	65,0	61,5	8,5
6	Campo Mártires da Pátria	16h18	59,2	61,0	58,0	55,0	6,0
7	Rua Rodrigues de Freitas	16h58	69,2	72,0	66,0	61,0	11,0
8	Rua D. João IV	17h19	67,3	70,0	65,0	59,5	10,5
9	Praça da Liberdade	15h40	69,6	72,0	68,5	64,5	7,5

## 2.2 Comparação com os Valores de Anos Anteriores

Os valores das medições de 2011 são comparados com os de 1990 e 1998 [1, 2] (feitas a 20/3/90 e a 8/5/98 entre as 15 e as 17:30 h pelo Lab. de Acústica da FEUP). Em 1990 não se registaram os valores do  $L_{Aeq}$ , pelo que se utilizou agora uma regressão com os valores medidos em 2011 (quadro 1), através do programa SYSTAT onde se obteve um Modelo Geral Linear (com  $R^2 = 0,97$ ) cf. eq. 1 (com erro-padrão de 0,5 dBA).

$$L_{Aeq} = -0,21729 + 0,83715 L_{A10} - 0,04491 L_{A50} + 0,20099 L_{A90} \quad (1)$$

O quadro 2 e a fig. 2 apresentam os valores para  $L_{Aeq}$  nos nove pts. analisados e o quadro 3 permite a comparação dos parâmetros estatísticos desde 1990 a 2011.

Quadro 2: Valores do  $L_{Aeq}$ , para as medições de 1990, 1998 e 2011.

Pt	Local	$L_{Aeq}$ (dB)			$\Delta L_{Aeq}$ (dB)	
		1990p*	1998	2011	$L_{2011} - L_{1990}$	$L_{2011} - L_{1998}$
1	Praça Marquês de Pombal	69,8	68,6	68,9	-0,9	0,3
2	Rua de Santa Catarina	70,4	72,7	67,5	-2,9	-5,2
3	Praça da República	67,3	66,1	66,8	-0,5	0,7
4	Rua da Boavista	71,4	72,1	71,0	-0,4	-1,1
5	Rotunda da Boavista	71,4	72,1	67,8	-3,6	-4,3
6	Campo Mártires da Pátria	68,1	74,5	59,2	-8,9	-15,3
7	Rua Rodrigues de Freitas	66,2	66,3	69,2	3,0	2,9
8	Rua D. João IV	71,8	70,6	67,3	-4,5	-3,3
9	Praça da Liberdade	66,2	73,5	69,6	3,4	-3,9
	Média Aritmética	69,2	70,7	67,5	-1,7	-3,2

\* com previsão de modelo geral linear, erro-padrão da estimativa = 0,5 dB(A)

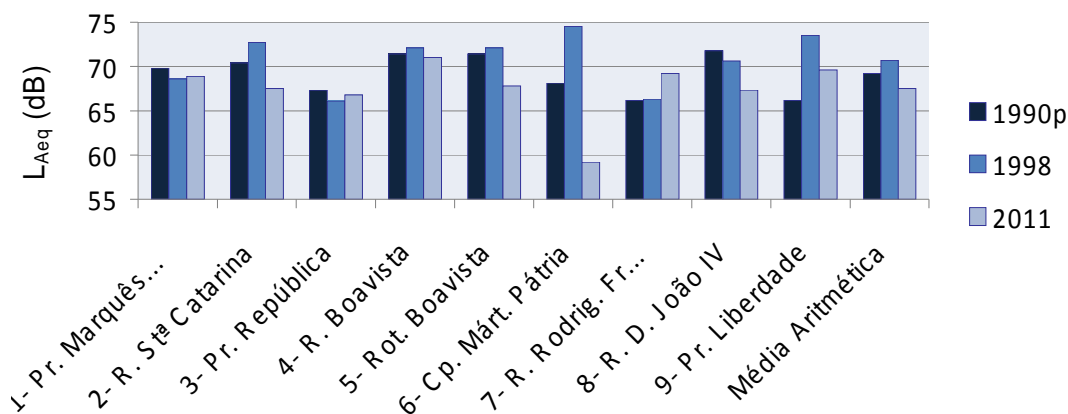


Fig. 2: Valores do  $L_{Aeq}$  de 1990 (previsto), 1998 e 2011.

Quadro 3: Valores dos  $L_{A10}$ ,  $L_{A50}$  e  $L_{A90}$  para os nove lugares analisados em 1990, 1998 e 2011. Variação ( $\Delta L_{AN}$ ) de 1990 e 1998 para 2011.

Pt	Local	$L_{A10}$ (dB)			$\Delta L_{A10}$ (dB)	
		1990	1998	2011	$L_{2011}-L_{1990}$	$L_{2011}-L_{1998}$
1	Praça Marquês de Pombal	72,2	72,2	70,0	-2,2	-2,2
2	Rua de Santa Catarina	72,7	76,2	70,0	-2,7	-6,2
3	Praça da República	69,2	69,7	69,0	-0,2	-0,7
4	Rua da Boavista	74,7	74,7	73,5	-1,2	-1,2
5	Rotunda da Boavista	73,2	75,2	70,0	-3,2	-5,2
6	Campo Mártires da Pátria	69,7	77,2	61,0	-8,7	-16,2
7	Rua Rodrigues de Freitas	68,3	69,2	72,0	3,7	2,8
8	Rua D. João IV	75,2	72,7	70,0	-5,2	-2,7
9	Praça da Liberdade	68,2	78,2	72,0	3,8	-6,2
	Média Aritmética	71,5	73,9	69,7	-1,8	-4,2
		$L_{A50}$ (dB)			$\Delta L_{A50}$ (dB)	
1	Praça Marquês de Pombal	66,2	66,7	65,5	-0,7	-1,2
2	Rua de Santa Catarina	68,2	69,2	65,0	-3,2	-4,2
3	Praça da República	64,2	65,2	64,0	-0,2	-1,2
4	Rua da Boavista	68,7	71,2	69,0	0,3	-2,2
5	Rotunda da Boavista	68,2	70,2	65,0	-3,2	-5,2
6	Campo Mártires da Pátria	66,2	69,7	58,0	-8,2	-11,7
7	Rua Rodrigues de Freitas	64,2	65,2	66,0	1,8	0,8
8	Rua D. João IV	68,7	69,2	65,0	-3,7	-4,2
9	Praça da Liberdade	64,2	71,7	68,5	4,3	-3,2
	Média Aritmética	66,5	68,7	65,1	-1,4	-3,6
		$L_{A90}$ (dB)			$\Delta L_{A90}$ (dB)	
1	Praça Marquês de Pombal	62,2	63,7	61,5	-0,7	-2,2
2	Rua de Santa Catarina	63,7	60,2	61,5	-2,2	1,3
3	Praça da República	62,2	63,7	60,5	-1,7	-3,2
4	Rua da Boavista	60,7	68,2	63,5	2,8	-4,7
5	Rotunda da Boavista	66,7	67,7	61,5	-5,2	-6,2
6	Campo Mártires da Pátria	64,2	60,2	55,0	-9,2	-5,2
7	Rua Rodrigues de Freitas	60,2	58,2	61,0	0,8	2,8
8	Rua D. João IV	60,2	66,2	59,5	-0,7	-6,7
9	Praça da Liberdade	60,7	68,2	64,5	3,8	-3,7
	Média Aritmética	62,3	64,0	60,9	-1,4	-3,1

## 2.3 Análise e Discussão de Resultados

### 2.3.1. Análise geral do ruído em 2011

Pelos  $L_{Aeq}$  obtidos em 2011, a R. da Boavista (pt. 4) é o lugar mais ruidoso e o Campo dos Mártires da Pátria (pt. 6) o mais sossegado (Quadro 1).

Os valores do quadro 4 indicam o aumento do nível sonoro provocado pela presença próxima de tráfego rodoviário (valores obtidos através da subtração do nível sonoro do local 6, onde não existe tráfego rodoviário, aos restantes locais estudados). Os valores médios do  $\Delta L_A$  são todos superiores a 4,5 dB, o que em termos de pressão sonora significa que a presença do tráfego rodoviário traduz-se num ruído superior em quase o “triplo” do existente no pt. 6. Considerando o  $L_{Aeq}$  este aumento é superior a 9 dB.

No quadro 1, os valores da última coluna revelam uma variação entre 6 e 11 dB, sendo a mais baixa correspondente ao Campo dos Mártires da Pátria (pt. 6). É mais um resultado tradutor da ausência do ruído de tráfego, onde desaparecem os ruídos mais elevados e geralmente não contínuos que caracterizam este tipo de ruídos no meio urbano consolidado.

Conclui-se desta análise que a presença do tráfego rodoviário é potenciadora de níveis sonoros muito mais elevados e que a eliminação da passagem próxima de veículos (por uso de zonas pedestres) pode reduzir em cerca de 9 dB(A) o ruído ambiente.

Quadro 4: Valores do aumento do nível sonoro ( $\Delta L_A$ ) representativos da presença próxima do tráfego rodoviário.

	Ponto	1	2	3	4	5	7	8	9	Média
$\Delta L_{Aeq}$ , face ao $L_{Aeq}$ pt. 6 (59,2 dB)		9,7	8,3	7,6	11,8	8,6	10,0	8,1	10,4	9,3
$\Delta L_{A10}$ , face ao $L_{A10}$ pt. 6 (61,0 dB)		9,0	9,0	8,0	12,5	9,0	11,0	9,0	11,0	9,8
$\Delta L_{A50}$ , face ao $L_{A50}$ pt. 6 (58,0 dB)		7,5	7,0	6,0	11,0	7,0	8,0	7,0	10,5	8,0
$\Delta L_{A90}$ , face ao $L_{A90}$ pt. 6 (55,0 dB)		6,5	6,5	5,5	8,5	6,5	6,0	4,5	9,5	6,7

### 2.3.2. Evolução do ruído de 1990 até 2011

Nesta alínea pretende-se perceber como ao longo dos últimos 21 anos o ruído evoluiu na cidade.

Os valores obtidos para o  $L_{Aeqp}$  (quadro 2) são demonstrativos de uma situação preocupante pois todos os valores são superiores a 65 dB. Em 1998 assiste-se a um crescimento do ruído na maior parte dos locais estudados. Três destes destacam-se pelas subidas verificadas: Pts. 2, 6 e 9. Em termos comparativos dos valores de 1998 com os de 2011, verifica-se que em alguns lugares a situação melhorou e noutros manteve-se praticamente constante ou até subiu ligeiramente.

Através da média aritmética do  $L_{Aeq}$  medido nos diferentes locais em 2011 chega-se a um valor de 67,5 dB (face a 69,2 dB em 1990p e 70,7 dB em 1998). Os dados parecem indicar que no Porto existe uma tendência decrescente do ruído para os últimos anos.

Em termos de variação dos níveis sonoros de 1990 para 2011, apresenta-se o quadro 5 e a fig. 3 que traduzem este fenómeno para os locais estudados.

Quadro 5: Variação dos níveis sonoros em 21 anos ( $\Delta L_A = L_{A(2011)} - L_{A(1990)}$ ) para os nove locais e sua média aritmética (\* Valores previstos para 1990, erro-padrão = 0,5 dB).

Parâmetro (dB)	Ponto									Média Aritmética
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
$L_{A10}$	-2,2	-2,7	-0,2	-1,2	-3,2	-8,7	3,7	-5,2	3,8	-1,8
$L_{A50}$	-0,7	-3,2	-0,2	0,3	-3,2	-8,2	1,8	-3,7	4,3	-1,4
$L_{A90}$	-0,7	-2,2	-1,7	2,8	-5,2	-9,2	0,8	-0,7	3,8	-1,4
$L_{Aeq}$ *	-0,9	-2,9	-0,5	-0,4	-3,6	-8,9	3,0	-4,5	3,4	-1,7

Para este intervalo de tempo verifica-se que os diferentes parâmetros demonstram a mesma tendência para os sucessivos locais. A média contudo tem um valor próximo entre -1,4 e -1,8 dB para os diferentes parâmetros, ou seja, verifica-se que o ruído tem uma propensão para a diminuição. Em resumo, pode-se referir (embora de forma grosseira) que em 21 anos o ruído na cidade reduziu cerca de 2 dB(A). Uma análise só para os últimos 13 anos, mostra que o ruído reduziu cerca de 3 dB(A).

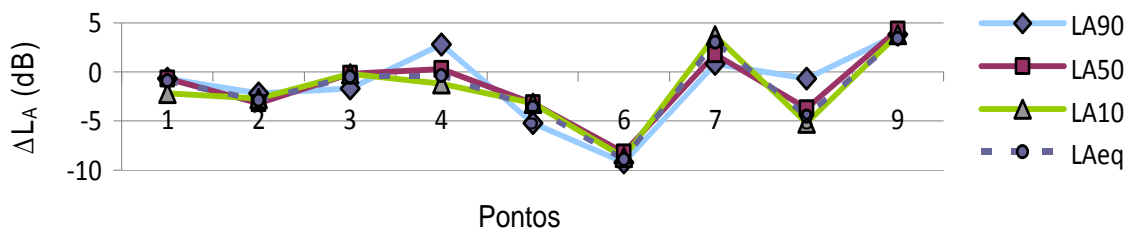


Fig. 3: Variação em 21 anos,  $\Delta L_A = L_{A(2011)} - L_{A(1990)}$  para os nove pontos.

### 2.3.3. Análise por locais da evolução do ruído de 1990 até 2011

#### a) Campo dos Mártires da Pátria (Pt. 6)

O pt. 6 é o único sítio analisado onde deixou de existir tráfego rodoviário de 1990 a 2011 (fig. 4). Após uma subida considerável no  $L_{Aeq}$  de 1990 a 1998 existe uma redução abrupta para 2011, que é próxima de 15 dB (o mesmo acontece no  $L_{A10}$  e  $L_{A50}$ ).



Fig. 4: Ponto 6 no Campo dos Mártires da Pátria em 1990 à esquerda [1], e medição em 2011 à direita [fotografia do autor, 4/4/2011].

Para o “ruído de fundo” existe uma evolução curiosa, pois o  $L_{A90}$  desce de forma contínua para as três medições atingindo os 55,0 dB em 2011 (uma descida de cerca 9 dB desde 1990). É um sinal que a actuação não foi simplesmente drástica mas que a própria utilização do espaço já vinha a denunciar alterações no ruído.

Através deste caso fica-se com uma ideia de quanto se pode ganhar, em termos de redução do ruído, com a reprodução de zonas pedestres (diminuição de 9 a 15 dB(A)).

#### b) Praça do Marquês de Pombal (pt. 1) e Praça da República (pt. 3)

Tratando-se de duas praças com características semelhantes (cf. fig. 5, apresentam forma rectangular com edifícios na envolvente, jardim central e circulação dos veículos motorizados mais acentuada em algumas ruas), tenta-se perceber as relações existentes entre estes locais.

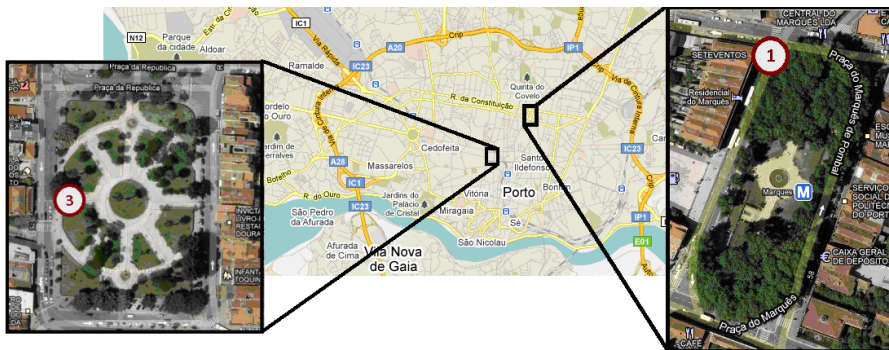


Fig. 5: Localização das Pr. Marquês de Pombal (Pt. 1) e da República (Pt. 3) [adaptado de 7].

O  $L_{Aeq}$  apresenta um comportamento similar com valores praticamente constantes. Os parâmetros estatísticos também têm evoluções semelhantes. Este comportamento pode ser resultante das características destes espaços, com um jardim central capaz de “absorver” e

dissipar a energia do ruído. Uma das diferenças detectadas consiste nos valores que são ligeiramente superiores na Pr. do Marquês de Pombal, cujo espaço tem menor área.

Conclui-se que espaços em que existem praças centrais rectangulares com tráfego acentuado parecem ter comportamentos idênticos face às mudanças que ocorrem nas principais fontes de ruído. Nas praças com maior área os valores parecem ser mais reduzidos.

#### c) Praça da Liberdade (Pt. 9)

O pt. 9 situa-se no “coração da cidade”. A Pr. da Liberdade apresenta a característica do  $L_{Aeq}$  partir em 1990 de um valor mais baixo do de 2011. Pode-se levantar várias causas para este fenómeno entre as quais: aumento do tráfego rodoviário de 1990 para 1998, eliminação do parque de táxis junto à estátua de D. Pedro IV, as obras realizadas em 2006 alterando a circulação dos veículos e principalmente o tipo de piso (passando de betuminoso para cubos de pedra, visível na fig. 6) e a introdução do Metro (subterrâneo) com alteração tanto do número de autocarros como do número de pessoas que circulam neste espaço.

Os valores do  $L_{Aeq}$  em 2011 mostram que as três praças situadas nos locais 1, 3 e 9 têm valores muito semelhantes. Para este parâmetro a maior diferença encontra-se em 1998 onde na Pr. da Liberdade este é mais elevado em cerca de 5 dB face aos outros dois locais.

Relativamente aos parâmetros estatísticos as diferenças são mais marcadas em 1998 e 2011, com diferenças relativamente às praças com jardins em cerca de 5 e 3 dB respectivamente. Estas podem resultar do factor jardim *versus* praça calcetada (o efeito absorção das plantas e reflector da pedra), o espaço “mais aberto” da Av. dos Aliados e o volume de tráfego.



Fig. 6: Avenida dos Aliados antes (esquerda) e depois (direita) da intervenção de 2006 [8].

#### d) Rua Rodrigues de Freitas (Pt. 7) e Rua D. João IV (Pt. 8) – Jardim de S. Lázaro

Estes dois lugares situam-se em esquinas opostas do Jardim de S. Lázaro (fig. 7). O Jardim de São Lázaro é semelhante às duas praças analisadas no pt. 2, com as diferenças: geometria do espaço mais trapezoidal, ausência num dos lados da circulação de veículos motorizados, presença dum muro a envolver o jardim, existência de desnível relativamente à R. Rodrigues de Freitas (sobreelevação de cerca de 1,5 m) e uma área menor.



Fig. 7: Localização da R. Rodrigo de Freitas (Pt. 7) e da R. D. João IV (Pt. 8) no Porto, bem como da Ponte do Infante [adaptado de 7].

O local 7 foi o único onde se verificou um aumento contínuo do  $L_{Aeq}$ , chegando aos 69,2 dB em 2011 (cerca de +3 dB do que em 1998). Para os restantes parâmetros verificou-se o mesmo efeito com excepção do  $L_{A90}$  que diminuiu em 1998 (-2 dB) e voltou a aumentar em 2011 (cerca de +3 dB). O facto do  $L_{A90}$  diminuir pode-se explicar pela elevada desertificação em termos populacionais que se verifica nesta zona. A causa que parece justificar o aumento do ruído de 1998 para 2011 (cerca de 1 dB para o  $L_{A50}$  e 3 dB para os restantes parâmetros) pode ser a

abertura da Ponte do Infante em 2003 [9]. Todo o tráfego que vem do centro de V. N. Gaia para o Porto e atravessa esta ponte tem de passar pelo local onde se realizaram as medições.

Verifica-se assim que a alteração do tráfego rodoviário é sem dúvida um dos factores que pode influenciar e alterar o ruído nas cidades. A abertura de novas travessias, como a Ponte do Infante, pode trazer alterações em +3 dB e pode alterar as tendências de manifestação do ruído em locais próximos.

e) Rua Santa Catarina (Pt. 2), Rua da Boavista (Pt. 4) e Rotunda da Boavista (Pt. 5)

Os pts 2, 4 e 5 (fig. 8) apresentam comportamentos semelhantes ao longo dos anos. O comportamento consiste na subida do  $L_{Aeq}$  em 1998 (cerca de +1 dB) e descida em 2011 (entre aproximadamente -1 e -5 de dB).

Começando pela R. da Boavista (pt. 4), verifica-se que o  $L_{Aeq}$ , mesmo com a evolução descrita anteriormente, toma valores mais elevados e muito próximos nos três anos (71-72 dB). Para os parâmetros estatísticos, o local onde se realizaram as medições tem a particularidade do  $L_{A10}$  ser igual nos dois primeiros anos (75 dB) reduzindo ligeiramente em 2011 (74 dB). No  $L_{A50}$  e  $L_{A90}$  a variação já toma um comportamento mais parecido com o  $L_{Aeq}$ , sendo mais acentuado no último parâmetro estatístico. Por se tratar de um cruzamento com edifícios próximos e com a mesma altura pode existir um fenómeno de reflexões sucessivas que façam com que os níveis sonoros sejam tão elevados neste local.

Na R. Santa Catarina (pt. 2) e na Rot. da Boavista (pt. 5) as variações do  $L_{Aeq}$  são muito semelhantes e verifica-se que os valores obtidos em 2011 para os diferentes parâmetros são também idênticos (61,5 dB para  $L_{A90}$ , 65,0 dB para  $L_{A50}$ , 70,0 dB para  $L_{A10}$  e cerca de 68 dB para  $L_{Aeq}$ ). Analisando os parâmetros estatísticos, distinguem-se contudo algumas diferenças nos comportamentos dos seus valores ao longo dos anos. O  $L_{A10}$  e  $L_{A50}$  têm comportamentos idênticos, mas já o  $L_{A90}$  tem valores mais elevados no pt. 5. Pode-se dizer que existe um movimento invertido neste último parâmetro, sendo que para a R. Santa Catarina o  $L_{A90}$  diminui em 1998 (cerca de -4 dB) o que não se verifica na Rot. da Boavista (aumentou 1 dB).

Para estes dois lugares pode-se apontar como possíveis causas para a diminuição do ruído em 2011 (entre aproximadamente -4 e -5 dB no  $L_{Aeq}$  nos últimos 13 anos) o efeito do Metro, cuja introdução pode ter afectado o número de autocarros e de automóveis bem como o número de pessoas que circulam nas ruas. Existe também o efeito dos edifícios desabitados, embora já se encontrem exemplos de edifícios reabilitados em ambos os locais. Este movimento de regeneração pode-se considerar mais acentuado na Rot. da Boavista onde se verifica a construção de novos edifícios como a *Casa da Música*, polo de convergência de actividades.

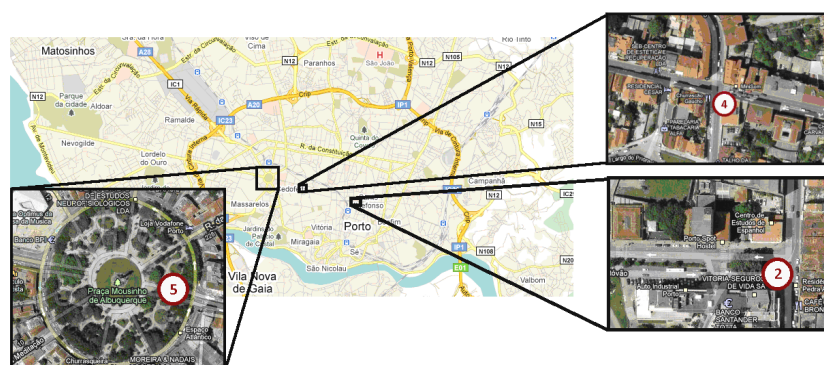


Fig. 8: Localização da R. Santa Catarina (Pt. 2), da R. Boavista (Pt. 4) e da Rt. Boavista (pt. 5) [adaptado de 7].

Falando dos valores medidos e não da sua evolução, o facto de serem dois lugares com diferenças em termos urbanos e em termos de volume de tráfego pode justificar a proximidade dos valores encontrados. O tráfego apresenta-se mais concentrado na Rotunda da Boavista mas existe o jardim no seu centro com espaço aberto por onde a energia do ruído se pode dissipar. Na R. da Boavista e no entroncamento da R. Gonçalo Cristóvão com a R. Santa

Catarina está-se perante um espaço menos aberto, o que pode propiciar reflexões nas superfícies, compensando desta forma o tráfego que é menor ao da Rotunda da Boavista.

Deste ponto conclui-se que o espaço e o tráfego rodoviário não são por si só suficientes para condicionar a forma como o ruído se faz sentir, pois locais diferentes podem apresentar níveis sonoros semelhantes e mesmo evoluções ao longo dos anos idênticas. Não se deixa contudo de evidenciar a influência das ruas estreitas com cêrceas iguais, no aumento do ruído.

### 3. CONCLUSÕES

Em termos evolutivos, verificou-se que em 21 anos o ruído no centro da cidade do Porto parece ter-se reduzido em média cerca de 2 dB(A). Este decréscimo não foi contínuo, tendo existido uma tendência inicial de crescimento do ruído desde 1990 até 1998. De facto o decréscimo foi mais acentuado nos últimos 13 anos com cerca de 3 dB(A). Aponta-se, de forma generalizada, como possível causa para este fenómeno o aparecimento do Metro, a redução acentuada da população (e comércio) e a possível diminuição do tráfego rodoviário.

Em 2011 obtiveram-se valores para o  $L_{Aeq}$  acima dos 65 dB para a generalidade dos locais indicando um elevado nível sonoro. Dos sítios estudados, o Campo dos Mártires da Pátria (pt. 6) é o mais sossegado, com  $L_{Aeq}$  abaixo dos 65 dB, e a R. da Boavista (pt. 4) o mais ruidoso.

O pt. 6 demonstrou-se particularmente interessante pela ausência de tráfego em 2011 (transformou-se em zona pedestre), o que permitiu detectar reduções do nível sonoro contínuo equivalente de 15 dB(A) desde 1998 e cerca de 9 dB(A) desde 1990. Em 2011, os restantes locais situados em meio urbano consolidado com tráfego rodoviário apresentaram valores do nível sonoro cerca de 9 dB superiores ao do pt. 6.

O tráfego rodoviário tem um impacto considerável, verificando-se a sua influência em locais como a R. Rodrigues de Freitas (pt. 7), onde o aparecimento da Ponte do Infante quebrou uma tendência que aparentemente se começava a instalar.

A geometria e a arquitectura dos locais têm influências nos valores medidos possivelmente tão ou mais importantes que as fontes sonoras. Comparativamente a ruas estreitas (caso da R. da Boavista. pt. 4, e da R. Santa Catarina, pt. 2), os locais com jardins ou espaços abertos centrais mostram uma tendência de dissipação da energia sonora maior, mesmo que aparentemente o volume de tráfego seja maior (caso da Rot. da Boavista, pt. 5), o que permite a obtenção de níveis sonoros semelhantes ou mais reduzidos.

A Pr. da Liberdade sofreu um aumento do  $L_{Aeq}$  de 1990 para 2011 de 4 dB que parece estar associado às obras realizadas em 2006 com alteração do piso de betuminoso para cubos de granito e remoção do jardim central.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Sousa, H. e Timóteo, F. *Porto – Cidade feita de ruído. A Surdez Inevitável*. Jornal de Notícias (revista), 6/5/1990, págs. 5-8.
- [2] Rosário, A. C. *Barulho já "ensurdece" na Rotunda da Boavista*. Jornal de Notícias, 10/06/1998, pág. 6-7.
- [3] Gabinete de Estudos e Planeamento. *Notas sobre a Evolução Demográfica do Concelho do Porto [1991-2005]*. Câmara Municipal do Porto, Porto, 2007.
- [4] Instituto Nacional de Estatística. *Censos 2011- Resultados Preliminares*. Lisboa, 2011.
- [5] Regulamento do Plano Director Municipal do Porto de 3/2/2006 - Diário da República.
- [6] Decreto-Lei nº 9/2007 de 17/1. *Regulamento Geral sobre o Ruído* - Diário da República.
- [7] Mapa da cidade do Porto: <http://maps.google.pt>. Acedido em 20/4/2011.
- [8] Av. Aliados antes e depois das intervenções de 2006: <http://vantagemcomparativa.blogspot.com>. Acedido em 9/5/2011.
- [9] Informações sobre Ponte do Infante e ruas/jardins do Porto: <http://pt.wikipedia.org>, Acedido em 20/4/2011.