

Bragança, Portugal - 8 e 9 de Outubro 2009

# Qualidade do Ambiente Urbano: novos desafios



Livro de actas



# Qualidade do Ambiente Urbano: Novos Desafios

Livro de Actas

**Editores**

Manuel Feliciano, Artur Gonçalves, António Ribeiro, Filipe Maia

Instituto Politécnico de Bragança  
2009

# Ficha Técnica

**Título**

Qualidade do Ambiente Urbano: Novos Desafios

**ISBN**

978-972-745-105-0

**Depósito legal**

299074/09

**Âmbito**

Esta publicação contém as comunicações escritas apresentadas na conferência Qualidade do Ambiente Urbano: Novos Desafios, realizada em 8 e 9 de Outubro de 2009, em Bragança

**Editores**

Manuel Feliciano, Artur Gonçalves, António Ribeiro, Filipe Maia

**Concepção da Capa**

Serviços de Imagem do IPB

**Impressão**

Serviços de Imagem do IPB

**Edição**

Instituto Politécnico de Bragança

**Tiragem**

200 exemplares

O projecto de investigação GreenUrbe (PPCDT/AMB/59174/2004) é financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) e pelo Fundo Europeu para o Desenvolvimento Regional (FEDER).

# Organização



## Comissão Organizadora

Manuel Feliciano, CIMO & Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

Artur Gonçalves, CIMO & Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

António Ribeiro, CIMO & Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

Filipe Maia, Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

Filipe Rodrigues, Instituto Politécnico de Bragança, Portugal (colaborador)

## Comissão Científica

Carlos Borrego – Universidade de Aveiro, Portugal

Lutz Katzschner – Universidade de Kassel, Alemanha

Maria do Loreto Monteiro – Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

Manuel Feliciano – Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

António Ribeiro – Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

Orlando Rodrigues – Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

João Castro – Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

Luísa Genésio – Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

José Castro – Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

Amílcar Teixeira – Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

Luís Martins – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal

Teresa Nunes – Universidade de Aveiro, Portugal

Mário Cerqueira – Universidade de Aveiro, Portugal

# Patrocínios e Apoios



# Prefácio

*“Uma pessoa inteligente resolve um problema, um sábio previne-o.”* Einstein, Albert

Num planeta cuja população urbana apresenta uma tendência crescente, questões como a qualidade do ambiente e, em particular, a qualidade de vida surgem como requisitos essenciais na construção das cidades do futuro. Entre os principais problemas que a gestão e o planeamento urbano enfrentam, encontram-se a degradação da qualidade do ar, o aumento dos níveis de ruído e as alterações do clima local com influência directa no conforto térmico humano. A esta realidade acresce ainda a constante ameaça sobre as áreas verdes e os espaços abertos urbanos, em resultado de uma distribuição de usos do solo cada vez mais competitiva.

A poluição atmosférica é uma realidade dos centros urbanos, desde a primeira metade do século XX, em resultado da conjugação de um conjunto de factores que foram contribuindo para o aumento das concentrações de material particulado, de dióxido de carbono, de monóxido de carbono, de compostos orgânicos voláteis, de óxidos de azoto, de ozono, entre outros. Este aumento dos níveis de poluentes atmosféricos e de gases de efeito de estufa tem repercussões nefastas, directas e indirectas, na saúde e na qualidade de vida dos cidadãos.

As emissões sonoras, com especial relevância para as provenientes da circulação automóvel, estão também na origem do aumento progressivo da exposição da população a níveis de ruído cada vez mais elevados. Segundo um estudo recente da Organização Mundial de Saúde (OMS), o ruído provocado pelo tráfego automóvel na União Europeia causa 40% mais mortes por ataques de coração e hipertensão do que a poluição do ar.

A qualidade térmica dos espaços abertos construídos traduz-se igualmente num importante desafio. Muitos são os espaços urbanos que, apesar de serem construídos para as pessoas, não alcançam essa função por não reunirem as condições mínimas de conforto térmico. A necessidade de fomentar o uso do espaço público impõe que o ordenamento do espaço físico tenha em consideração as características do clima urbano. Este problema é ainda mais actual quando se discute o impacte das alterações climáticas sobre as cidades.

De entre as principais estratégias de sustentabilidade urbana, os espaços verdes assumem-se como elementos fundamentais, capazes de mitigar os efeitos adversos do processo de urbanização, conferindo às cidades melhores condições de habitabilidade. Além do seu valor estético, os espaços verdes contribuem para a melhoria da qualidade do ar, do ambiente acústico e das condições de conforto térmico.

A conferência ***Qualidade do Ambiente Urbano: Novos Desafios*** pretende constituir-se como mais um espaço de reflexão sobre os problemas urbanos, um espaço de debate aberto entre participantes, um espaço onde se materialize a discussão de estratégias de construção de cidades contemporâneas, de cidades sustentáveis.

Manuel Feliciano

Artur Gonçalves

António Ribeiro

# Oradores Convidados

## NOVOS DESAFIOS DA SUSTENTABILIDADE URBANA

### **Bases para uma Lei dos Solos**

Sidónio Pardal, Universidade Técnica de Lisboa (ISA)

### **El paisaje de los nuevos territorios**

Jose Fariña, Universidade Politécnica de Madrid

### **La regeneración ecológica de la ciudad**

Agustín Hernández - Aja, Universidade Politécnica de Madrid

## CLIMA URBANO E CONFORTO TÉRMICO HUMANO

### **Alterações climáticas globais e urbanas; impactes bioclimáticos e adaptações.**

Henrique Andrade, Universidade de Lisboa (FL)

### **Thermal comfort evaluation in cities under the consideration of global climate change**

Lutz Katzschner, Universidade de Kassel

## FACTORES DE RISCO AMBIENTAL E SAÚDE PÚBLICA

### **Estratégias de gestão e redução de ruído em cidades**

Bento Coelho, Universidade Técnica de Lisboa (IST)

### **Contributo da qualidade do ar em zonas urbanas para as estratégias de planeamento das cidades**

Carlos Borrego, Universidade de Aveiro

### **Influência do tráfego automóvel na presença de substâncias cancerígenas nas partículas inaláveis**

Conceição Alvim, Universidade do Porto (FEUP)

### **Avaliação do efeito do ozono no agravamento da asma infantil na região de Trás-os-Montes**

Sofia Sousa, Universidade do Porto (FEUP)

## OS IMPACTES DOS ESPAÇOS VERDES NA QUALIDADE DO AMBIENTE URBANO

### **Percepções e atitudes da população de Bragança em relação aos espaços verdes**

Artur Gonçalves, Instituto Politécnico de Bragança (ESAB)

### **Espaços verdes e o conforto térmico**

António Ribeiro, Instituto Politécnico de Bragança (ESAB)



**As relações da vegetação urbana com a qualidade do ar e o ruído ambiente**

Manuel Feliciano, Instituto Politécnico de Bragança (ESAB)

**Pensar Amadora. Cidade Saudável e Activa.**

Paula Santana e Cláudia Costa, Universidade de Coimbra

**APRESENTAÇÃO E DEMONSTRAÇÃO DE FERRAMENTAS DE ANÁLISE DO SISTEMA URBANO**

**ESRI, Soluções para a Qualidade do Ambiente Urbano**

Rui Santos e Sérgio Fernandes, ESRI Portugal

**How urban planning can benefit from micro-climate simulations with ENVI-met**

Sebastian Huttner, Environmental Modeling Group, Johannes-Gutenberg-University Mainz

**Modelling air quality impact due to urban traffic. A case example in a medium size town.**

Juan Acero, LABEIN-Tecnalia, Bilbao

**Mapas de ruído de grandes áreas urbanas como ferramentas de diagnóstico e gestão**

Bento Coelho, Universidade Técnica de Lisboa (IST)

# Índice

Os Sistemas de Informação Geográfica no Planeamento e Gestão da Saúde. A Avaliação da Qualidade Ambiental dos Espaços Verdes Urbanos no Bem-Estar e na Saúde <i>Cláudia Costa, Paula Santana, Rita Santos, Adriana Loureiro, Ricardo Almendra</i> .....	9
Espaços Verdes nas Cidades Médias da Região Norte. Ensaio tipológico e indicadores sustentáveis <i>J. Cruz Lopes, Pedro M. Castro</i> .....	16
Clima local e ordenamento urbano na cidade de Coimbra (Portugal) <i>David Marques</i> .....	24
Desenho Urbano e Percepção do Conforto Térmico em Áreas Verdes e Espaços Abertos Urbanos <i>Silvia Paula Pelham, Paula San Payo Cadima</i> .....	27
Spatial modeling of tropospheric ozone in a detailed scale in the Lisbon Metropolitan Area <i>Paulo Canário, Henrique Andrade, José Carlos Couto</i> .....	33
O Papel da Vegetação Urbana no Controlo das Concentrações de PM10 <i>M. Feliciano, F. Maia, F. Rodrigues, A. Ribeiro, A. Gonçalves, L. Nunes</i> .....	39
Mapas de Ruído: ferramenta estratégica para a melhoria do ambiente urbano <i>Teresa Canelas, Paulo Cabral</i> .....	46
A modelação como ferramenta de melhoria de qualidade acústica urbana: o caso do Parque da Braguinha (Bragança) <i>M. Feliciano, F. Maia, A. Gonçalves, J. P. Castro</i> .....	52
Caracterização energética e ambiental de viagens urbanas de curta distância para diferentes modos de transporte <i>M. Faria, A. S. Vasconcelos, T. L. Farias</i> .....	59
Changing driving behaviour: effects of an in-vehicle monitor assistant <i>Catarina C. Rolim, Gonçalo A. Gonçalves, Tlago L. Farias</i> .....	65
Vencer os Desafios da Qualidade do Ambiente Urbano com Medidas Práticas num Apartamento em Lisboa <i>Nuno Domingues</i> .....	72
A sustentabilidade do Programa MONUMENTA através da participação dos setores público e privado <i>Sabina de Oliveira Lima</i> .....	78
Factores de insostenibilidad asociados a la localización de los grandes equipamientos comerciales. El caso de la ciudad de Madrid <i>Sonia de Gregorio Hurtado</i> .....	84
Catalisador Urbano com Estudo de Caso: Reabilitação dos Silos EPAC para Residência de Estudantes do IPB <i>Eduardo Henrique G. C. Machado Machado, arquitecto</i> .....	90
Reabilitação de paisagens ribeirinhas para um desenvolvimento urbano sustentável. O caso da zona ribeirinha do rio Fervença – Bragança. <i>L. Ferreira Vaz, M.G. Saraiva, I. Ramos, F. Bernardo, B. Condessa</i> .....	97
Qualidade da Água na Área Urbana do Rio Fervença <i>Teixeira A., Geraldine A.M. &amp; Estevinho L.</i> .....	104
Caracterização granulométrica dos solos urbanos de Lisboa: influência na dispersão dos metais em meio ambiente de superfície <i>Cláudia Dias, Carla Patinha, Anabela Cachada, Paula Reis, Cristina Sequeira, Armando C. Duarte, Eduardo A. Ferreira da Silva, Fernando Tavares Rocha</i> .....	110
Avaliação e Promoção da Eco-Eficiência em Centros de Saúde <i>Diana Cristo &amp; Mafalda Nunes</i> .....	115
Avaliação Energética e Ambiental de Frotas de Limpeza e Recolha de Resíduos Sólidos Urbanos <i>Tânia Isabel Moreira Gomes, Dr. Tlago Farias &amp; Dr. Gonçalo Gonçalves</i> .....	119
Contributo da vermicompostagem para a gestão sustentável dos resíduos em meio urbano <i>Rio P., Costa M., Vasconcelos I., Rodrigues M., Nunes M., Freitas M. &amp; Silva M.</i> .....	125
PROJECTO - PILOTO DE COMPOSTAGEM DOMÉSTICA EM BRAGANÇA <i>Margarida Arrobas, Joana Taxa, Mónica Pereira, Artur Gonçalves</i> .....	129
CONTRIBUIÇÃO PARA A ELABORAÇÃO DA CARTA DE SOLOS DA CIDADE DE BRAGANÇA <i>Natália Afonso &amp; Margarida Arrobas</i> .....	136

# Os Sistemas de Informação Geográfica no Planeamento e Gestão da Saúde. A Avaliação da Qualidade Ambiental dos Espaços Verdes Urbanos no Bem-Estar e na Saúde

CLÁUDIA COSTA<sup>1</sup>, PAULA SANTANA<sup>2</sup>, RITA SANTOS<sup>3</sup>, ADRIANA LOUREIRO<sup>4</sup>,  
RICARDO ALMENDRA<sup>5</sup>

Instituto de Estudos Geográficos - Universidade de Coimbra, Largo da Porta Férrea - 3004-530 Coimbra –  
Portugal, 239851349

<sup>1</sup>[claudiampcosta@gmail.com](mailto:claudiampcosta@gmail.com) <sup>2</sup>[paulasantana@mail.telepac.pt](mailto:paulasantana@mail.telepac.pt) <sup>3</sup>[ritavenaciosantos@gmail.com](mailto:ritavenaciosantos@gmail.com)  
<sup>4</sup>[adrianalour@gmail.com](mailto:adrianalour@gmail.com) <sup>5</sup>[ricardoalmendra85@gmail.com](mailto:ricardoalmendra85@gmail.com)

*Resumo:* A evidência científica tem reforçado a importância dos espaços verdes urbanos na saúde, directamente, através da associação com bons estados de saúde auto-avaliada e longevidade ou indirectamente, através da melhoria da qualidade ambiental. Alguns autores argumentam que a relação entre os espaços verdes e a prática de actividade física não é clara, pelo que se pretende motivar a realização de trabalhos que clarifiquem essa relação e os impactes dessa associação na saúde da população; tarefa claramente de âmbito interdisciplinar. Algumas das conclusões deste estudo indicam que na Amadora, apesar da oferta de espaços verdes urbanos não ser adequada à dimensão populacional, se observam valores de utilização de espaços verdes elevados, principalmente por quem vive próximo, independentemente do género, idade ou factores socioeconómicos. Por outro lado, também se concluiu que a actividade física da população apresenta fortes inter-relações com o estado emocional e com o estado de saúde auto-avaliado. A disponibilidade de espaços verdes próximo da residência potencia a sua utilização, para a prática de exercício físico, para caminhar e relaxar, podendo revelar-se um factor fundamental na melhoria da qualidade de vida da população. A identificação dos aspectos mais relevantes para a utilização dos espaços verdes, efectuada neste estudo, permite a melhoria destas infra-estruturas, tornando-as mais adequadas à população da cidade.

## 1. Introdução

No início do século XXI, algumas das maiores questões políticas e académicas prendem-se com o ambiente, a sustentabilidade, a qualidade de vida urbana e a saúde. Estas preocupações são também o resultado da progressiva urbanização do espaço e da aparente contradição entre o papel historicamente desempenhado pelas cidades, enquanto criadoras de riqueza e geradoras de bem-estar e a actual realidade urbana de pobreza, insegurança e anomia (Santana *et al.*, 2008). Hoje, os problemas que se colocam aos gestores, urbanistas e decisores políticos não se confinam aos eminentemente físicos (traçado de vias públicas e meios de comunicação, orientação da composição arquitectónica e das edificações, entre outras) mas alargam-se a outros domínios do quotidiano que vão para além da dimensão material da cidade, tais como a percepção da segurança, sentido de pertença, confiança, etc., todos eles com impactes na qualidade de vida, bem-estar e saúde das populações, (Barton & Tsourou; 2000; Kemm, 2006).

De facto, as características dos lugares são tão ou mais importantes do que as dos indivíduos na compreensão das questões de saúde e estilos de vida relacionados com a saúde (Santana, 1995; Jones & Duncan, 1995; Duncan *et al.*, 1999; Jones *et al.*, 2000). Santana (2005) refere que a influência do contexto na saúde é complexa e holística, porque

o contexto é formado por múltiplos ambientes: o ambiente físico, o social, o económico e o cultural. Estes ambientes desdobram-se em diversos factores, de que se destacam a poluição atmosférica, a qualidade da água e do ar, o capital social, ou oportunidades locais (bens e serviços). Planear lugares mais saudáveis, capazes de promover a saúde e a qualidade de vida dos seus habitantes é não esquecer nenhuma destas dimensões. Planear é identificar com precisão as características ambientais que, potencialmente, determinam o bem-estar e a qualidade de vida humana. Por exemplo, a proximidade dos espaços verdes às áreas residenciais tem impactes indirectos na saúde, melhorando a qualidade do ar, atenuando o efeito da poluição e a “ilha de calor urbano” (Whitford *et al.*, 2001; Alcoforado & Andrade, 2007; Vasconcelos & Vieira, 2007) e proporcionando aos residentes um ambiente físico que incentiva a prática de actividade física, incluindo caminhar.

A tarefa de identificar com precisão as características ambientais que podem influenciar a vida humana e a forma como podem ser medidas e monitorizadas, é um dos grandes desafios, dado que esse conhecimento é fundamental ao desenvolvimento de intervenções de planeamento saudável. Neste sentido, o uso de indicadores apropriados (materiais e imateriais) tem sido considerado um elemento central na operacionalização do conceito de cidade saudável.

## **2. Objectivos**

O propósito deste texto é avaliar a qualidade dos espaços verdes - utilizando como base de trabalho o concelho de Amadora - e identificar os factores de contexto relativos ao acesso e utilização dos espaços verdes que têm influência tanto no bem-estar como na saúde individual e comunitária, recorrendo, para tal, a metodologias de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Assim, tem como objectivos principais: 1. contribuir para o avanço do conhecimento das questões relativas à necessidade de espaços verdes e à sua influência na saúde urbana; 2. aplicar novas metodologias de análise e avaliação dos espaços verdes na saúde das populações e das comunidades.

Refira-se que, até ao momento, a investigação científica realizada nesta temática não clarifica que características dos espaços verdes estão relacionadas com que tipo de actividades físicas e para que populações, ganhando este texto, então, maior interesse e pertinência.

## **3. Metodologia**

Em termos metodológicos, para dar resposta aos objectivos traçados, recorreu-se a três procedimentos principais: 1. Avaliação da oferta local de espaços verdes urbanos através de uma grelha aplicada aos principais espaços verdes do concelho; 2. Avaliação da qualidade dos espaços verdes através da percepção dos utilizadores, com aplicação de um questionário a uma amostra representativa de utilizadores; 3. Análise da relação entre a qualidade dos espaços verdes e a motivação para a utilização dos mesmos.

A informação utilizada é proveniente de diversas fontes, nomeadamente do INE (população residente à subsecção estatística, Censos 2001) e da Câmara Municipal da Amadora (cartografia dos espaços verdes). No entanto, a principal base informativa utilizada é relativa a três inquéritos: 1. Levantamento das características dos espaços verdes; 2. Questionário dirigido à população da Amadora; 3. Questionário dirigido apenas aos utilizadores dos espaços verdes urbanos.

Foi utilizado um Sistema de Informação Geográfica (SIG) para avaliar a dimensão dos espaços verdes e a distância a que se encontra a população potencialmente utilizadora, usando como base de análise os padrões mínimos definidos pela Direcção Geral do Ordenamento do Território - DGOT (Magalhães, 1992).

Com o objectivo de conhecer e prever a influência das características individuais (demográficas, comportamentais, percepcionais) e contextuais (características do lugar/freguesia de residência do indivíduo) na apetência para a prática de actividade física, elaborou-se um modelo logístico binomial (Long, 1997).

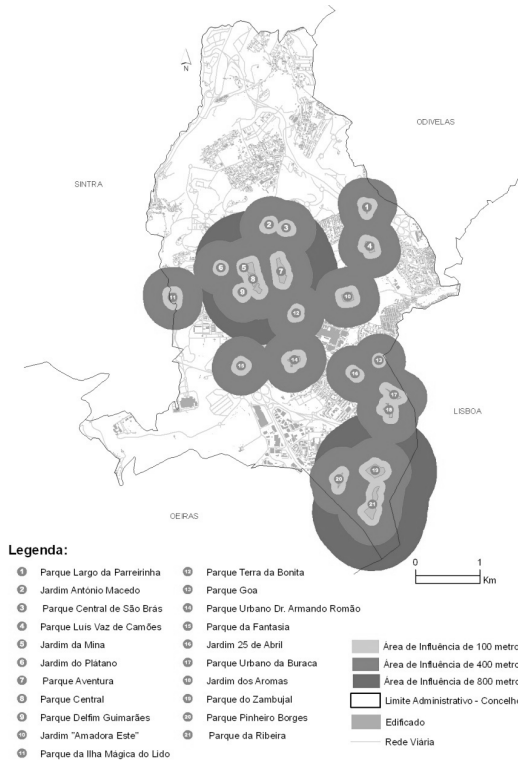
## **4. Resultados**

### **4.1. Acessibilidade aos Espaços Verdes**

Considerando os critérios da DGOT (1992) na análise da acessibilidade, conclui-se que a população da Amadora tem à sua disposição apenas 15% do espaço verde que seria desejável, estando este concentrado na área de maior centralidade geo-humana. Apenas 12% da população é coberta pela estrutura verde secundária de proximidade à habitação ( $\leq 100$  metros).. Por outro lado, mais de metade da população da Amadora (65,2%) reside a menos de 400 metros de um espaço verde urbano e 74% dos núcleos familiares com crianças com idade inferior a 6 anos residem a menos de 100 metros de um espaço verde com recreio infantil. Apesar da distância, a utilização é elevada (57%) e principalmente por quem reside próximo (74% dos que utilizam).

### **4.2. Percepção da Qualidade dos espaços verdes e frequência de utilização**

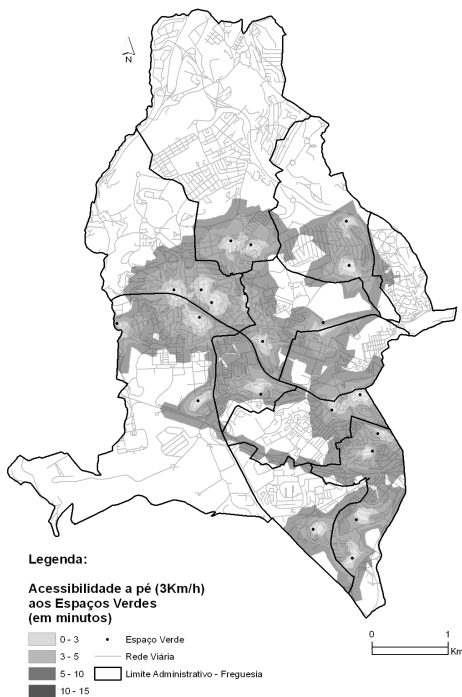
O levantamento das características dos Parques Verdes permite evidenciar a insuficiência de infra-estruturas de recreio (adequado para prática de desporto); baixa qualidade do espaço verde (manutenção e limpeza adequada, ruído elevado e fraca cobertura arbórea em alguns espaços); níveis médios e baixos de segurança; boa acessibilidade geográfica (a pé ou de transporte público) e insuficiência de sinalização (restrições ao acesso, perigos e actividades). Importa ainda referir que a utilização do espaço verde como “local de passagem entre dois pontos” é referida por indivíduos que percebem insegurança no parque, podendo questionar-se se a insegurança sentida pode ser o motivo da sua utilização apenas como local de passagem.



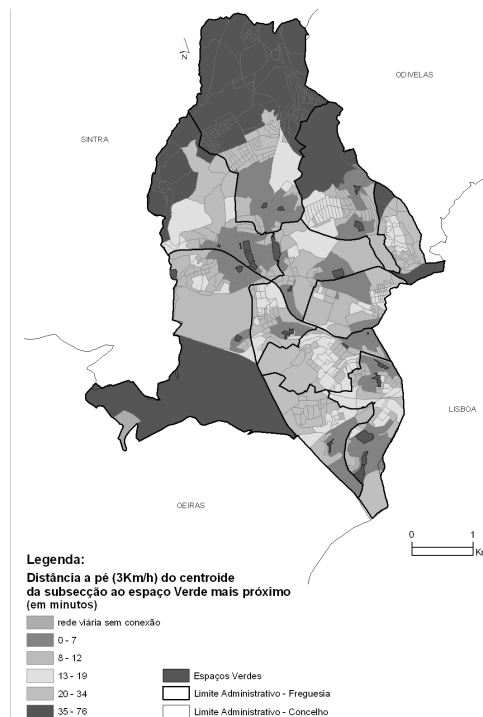
**Figura 1:** Áreas de influência dos principais espaços urbanos do concelho da Amadora.

**Tabela 1:** Caracterização das áreas de acessibilidade aos espaços verdes da Amadora

Espaços verdes analisados Total: 21	População abrangida, por grupos de idade			
	Deslocação a pé (3Km/h)			
	Pop. Residente	0 - 14 anos	15 - 64 anos	+ de 65 anos
	175872	26230	125031	24611
3 min (%)	2,13	1,64	2,14	2,59
5 min (%)	3,69	2,95	3,65	4,66
10 min (%)	19,8	16,76	19,8	23,02
15 min (%)	22	21,44	22,05	22,34
< 15 min (%)	47,61	42,79	47,64	52,61



**Figura 2:** Acessibilidade aos espaços verdes do concelho da Amadora.



**Figura 3:** Distância a pé das áreas de residência (subsecções estatísticas) ao espaço verde mais próximo.

Fonte: Elaborado com base em dados da CMA DAU/SIG, 2001.

**Tabela 2:** Correlações entre as características dos Espaços Verdes e a principal motivação para os frequentar

Características dos Espaços Verdes **		Principal motivação para frequentar os espaços verdes *	
		Relaxar ou praticar exercício	Passagem entre 2 pontos
A existência e qualidade de infra-estrutura de recreio	Alguns espaços verdes para prática de jogos informais	+	-
	Adequado para a prática de desportos informais	+	-
	Adequado para a prática de desportos colectivos	+	-
Qualidade do espaço verde	Espaço verde natural aberto com relvado	+	-
Percepção de segurança	Sinais de vandalismo	-	+

Correlação de Spearman significativa (p-value=0,05)

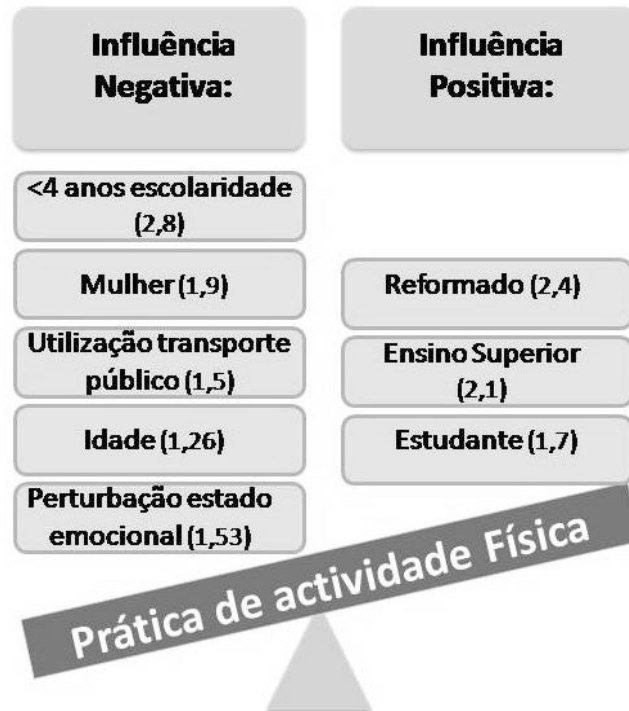
\* Apenas as duas mais referidas

\*\* Relativas à análise dos parques que foram estudados: Parques Delfim Guimarães, Central e Aventura

### 4.3. Prática de Actividade Física pela População da Amadora

O modelo logístico binomial permite verificar que, no que toca à prática de actividade física pela população da Amadora, as mulheres praticam duas vezes menos actividade física do que os homens. Relativamente à idade, tendo por base a idade média (38 anos), verifica-se que por cada aumento de 10 anos de idade se verifica uma diminuição de 26% na probabilidade do indivíduo praticar actividade física. No que respeita à ocupação, quem é estudante ou reformado apresenta, relativamente aos empregados, maior probabilidade de praticar actividade física (1,7 e 2,4 vezes, respectivamente). Quem utiliza o transporte público no seu trajecto diário pratica menos actividade física (probabilidade 50% maior de não praticar actividade física) do que quem utiliza transporte privado. Verificou-se, ainda, que indivíduos com auto-avaliação negativa do estado de saúde têm uma probabilidade 53% menor de praticar actividade física.

Apesar de não ter sido encontrada diferença significativa entre a frequência de espaços verdes e a prática de actividade física, à semelhança de outros autores (Tzoulas *et al.*, 2007), o facto da população mais vulnerável ter bom e muito bom acesso ao espaço verde permite a prática de actividade física, embora não formal e, por isso, não consciente, como caminhar. Assim sendo, as áreas de residência de maior privação socioeconómica (alguns bairros das freguesias da Mina, Buraca e Damaia) são as que oferecem à população espaço verde urbano com melhor acessibilidade geográfica, com consequências potenciais não só no bem-estar e na saúde (no alívio do stress urbano, da fadiga e na prática de actividade física) mas, também, na diminuição da agressividade e da violência, na capacidade de relacionamento com os vizinhos e no aumento dos sentimentos de pertença a um bairro e a uma cidade.



**Figura 4:** Resultados do modelo logístico binomial de prática de atividade física, tendo como base o questionário dirigido à população residente no concelho da Amadora.

## 2. Conclusões

A prática de actividade física da população apresenta fortes inter-relações com o estado emocional e com o estado de saúde auto-avaliado. Na Amadora, apesar da oferta de espaços verdes urbanos não ser adequada à dimensão populacional concelhia, observam-se valores elevados de utilização de espaços verdes, principalmente por quem vive próximo, independentemente do género, idade ou factores socioeconómicos.

Além disso, a disponibilidade de espaços verdes próximo da residência potencia a sua utilização para a prática de exercício físico, para caminhar e relaxar, podendo revelar-se um factor fundamental na melhoria da qualidade de vida da população.

## Agradecimentos

À Fundação para a Ciência e Tecnologia pelo apoio financeiro ao projecto *Planeamento Urbano Saudável. Desenvolvimento e aplicação de um modelo ao caso da Amadora* (POCTI/GEO/45730/2002). Especial agradecimento para Luísa Couceiro, Carolina Gaspar, Susana Freitas, Ana Rita Pires, Ângela Freitas, Ernesto Morgado, Henrique Alves, Margarida Pereira e Regina Babo que realizaram os questionários no âmbito do Seminário de Geografia *Construir Cidade no Século XXI (2006-2007)*.

## Referências Bibliográficas

- Alcoforado, M. J., Andrade, H. 2007 – “Clima e Saúde na cidade. Implicações para o ordenamento” in Santana, P. 2007 - *A Cidade e a Saúde*, Edições Almedina, SA Outubro 2007 pp. 99-118.
- Barton, H. & Tsourou, C. 2000 – *Healthy Urban Planning. A WHO guide to planning for people*, WHO/ROE, London, Spon Press.



- DGOT 1992 – *Espaços Verdes Urbanos*, Direcção-Geral do Ordenamento do Território, Direcção de Serviço de Normas do Ordenamento do Território.
- Ducan, C.; Jones, K. & Graham, M. 1999 - “Smoking and deprivation: are neighbourhood effects?”, *Soc. Sci. Med.*, nº 48, p.817-830.
- Jones, K., Gould, M. & Duncan, C. 2000 – “Death and deprivation: an exploratory analysis of deaths in the Health and Lifestyle survey”, *Soc. Sci. Med.*, nº50, pp.1059-1079.
- Jones, K. & Duncan, C. 1995 - “Individual and their ecologies: analysing the geography of chronic illness within a multilevel modelling framework”, *Health and Place*, nº 1(1), pp.27-40.
- Kemm, J. 2006 - “Health impact assessment and Health in all policies”, in Stahl, T., Wimar, M., Ollila, E., Lahtinen, E. & Leppo, K., *Health in All Policies: Prospects and potentials*, Ministry of Social Affairs and Health.
- Santana, P.; Santos, R.; Costa, C.; Loureiro, A. 2008 - *Pensar Cidade. Amadora Saudável e Activa*. Projecto vencedor do 3º Prémio de Reconhecimento Científico da Rede Portuguesa de Cidades Saudáveis.
- Santana, P.; Nogueira, H.; Costa, C. & Santos, R. 2007 – “Melhorar a saúde na Amadora intervindo no ambiente físico e social”, in Santana, P. (ed.), *A Cidade e a Saúde*, Edições Almedina, Coimbra.
- Santana, P. 2005 – *Geografias da Saúde e do Desenvolvimento*. Evolução e Tendências em Portugal, Edições Almedina SA, Coimbra.
- Santana, P. 1995- *Acessibilidade e Utilização dos serviços de Saúde - Ensaio Metodológico em Geografia da Saúde*, CCDRC/ARSC, Coimbra.
- Tzoulas, K.; Korpela, K.; Venn, S.; Yli-Pelkonen, V.; Ka’Zmierczak, A.; Niemela, J. & James, P. 2007 – “Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review”, in *Landscape and Urban Planning* 81, pp. 167–178.
- Vasconcelos, J., Vieira, R. 2007 – “Conforto Bioclimático da Amadora. Contributo para o Planeamento Saudável”, in Santana, P. (coord.) 2007 - *A Cidade e a Saúde* Edições Almedina, SA pp. 197-218.
- Whitford, V., Ennos, A. R., Handley, J. F. 2001 - "City form and natural process - indicators for the ecological performance of urban areas and their application to Merseyside, UK.", *Landscape and Urban Planning*, Vol. 57(2), 20 Novembre, pp. 91-103.

# **Espaços Verdes nas Cidades Médias da Região Norte. Ensaio tipológico e indicadores sustentáveis**

J. CRUZ LOPES<sup>1</sup>, PEDRO M. CASTRO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Politécnico de Viana do Castelo (ESTG), Av. do Atlântico, 4900-348 Viana do Castelo, telef. 258 819700, Fax: 258 827636 [ [clopes@estg.ipvc.pt](mailto:clopes@estg.ipvc.pt) ]

<sup>2</sup>Instituto Politécnico de Viana do Castelo (ESTG), Av. do Atlântico, 4900-348 Viana do Castelo, telef. 258 819700, Fax: 258 827636 [ [pmc@estg.ipvc.pt](mailto:pmc@estg.ipvc.pt) ]

*Resumo:* No quadro das quarenta cidades médias de Portugal Continental os espaços verdes urbanos retratam a sua própria estrutura e traçado, função, dinâmica e composição técnica, tanto na relação temporal como no território de vida urbana onde se implantam. Os espaços verdes em meio urbano (EVU) são abordados por vários saberes, em que um deles – a ciência da paisagem - o integra e correlaciona no sistema de estruturas e de formas paisagísticas. Estes não se confinam unicamente aos espaços ajardinados (públicos ou privados) mas são muito mais que estas unidades específicas porque estes espaços se qualificam, p. ex. em função do seu carácter macro-territorial e sítio geocultural (de base artística, histórico, científico e etno-pitresco). Para a Região Norte desenvolve-se um trabalho académico no interior do perímetro urbano das cidades médias portuguesas, no âmbito das unidades curriculares do curso de Design de Ambientes, em que se propõe um quadro tipológico de EVU e se intenta identificar e calcular as respectivas áreas urbanas de implantação para uma de análise interpretativa e qualitativa destes EVU, apoiada em documentos cartográficos oficiais e disponíveis ao público, com vista ao confronto com os indicadores de sustentabilidade urbana, tanto normativos como sugeridos por vários autores.

No Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável-SIDS, e na versão actualizada de 2007, a variável de «espaço verde em núcleos urbanos» proposta em 2000 não está formalizada e somente se evidencia uma outra variável, no quadro dos indicadores sociais, que é o número de visitantes (acesso público) aos recursos culturais, esta representada em gráfico evolutivo e discriminando-se tal elemento para casos variados, um dos quais é, especificamente, «jardins (zoo e botânicos) e aquários ... e outros espaços».

No âmbito do trabalho académico desenvolvido esboçou-se um guião com uma proposta de tipologia de EVU, de natureza mais morfológica e estruturante do tecido urbano para o cumprimento do seguinte quadro de objectivos e correspondente programa de actividades (de cinco grupos):

- Pesquisar informação diversa (estudos, dados estatísticos e fontes cartográficas) sobre as Cidades Médias de Portugal Continental;
- Aplicar uma proposta e quadro tipológico de Espaços Verdes Urbanos, em geral, e realcioná-la com o “desenho” do sistema construtivo da cidade;
- Georeferenciar as respectivas unidades tipológicas com o apoio de um sistema de informação geográfica (SIG);
- Estimar área(s) total(is) para confronto técnico com indicadores/índices de EVU propostos em várias fontes, tendo em vista o alcance da sustentabilidade urbana.
- Divulgar pela comunidade os resultados deste trabalho prático.

## **1. Introdução**

Os Espaços Verdes Urbanos-EVU são um importante elemento de organização interna das 151 cidades portuguesas (139 no Continente, em 2008) e uma peça urbana complementar do seu conjunto edificado. E isto quando este conjunto de urbanismo verde, que não é natureza verdadeira, porque não é espontânea, se assume como elemento urbano

intencional, em geral de espaços públicos que envolvem vários tipos de equipamentos e funções sociais e que podem, em certo sentido e casos, «definir um espaço urbano coerente, cada vez mais reclamado pelas populações».

No quadro das quarenta cidades médias de Portugal Continental, os espaços verdes retratam a sua própria estrutura e traçado, função, dinâmica e composição técnica, tanto na relação temporal como no próprio território de vivência urbana onde se implantam. De acordo com dados nacionais divulgados estimava-se que, em 2007, o Continente possuía nos seus Planos Municipais de Ordenamento do Território (PMOTs) 381,98 quilómetros quadrados de uso do solo para equipamento e parques urbanos, em que este valor faz parte do conjunto denominado «espaço social» e que correspondia a cerca de 3 400 quilómetros quadrados (INE, 2001; 2008). Em 2000, a ocupação do solo continental estava assim repartida: agricultura, 34%; agrossistemas associados a áreas naturais, 14%; floresta, 38%; vegetação natural, 9%; territórios artificializados [ou espaço social], 3%; e outros, 2%.

Para a Região Norte desenvolve-se um trabalho académico no interior do perímetro urbano das cidades médias portuguesas, no âmbito de três unidades curriculares do curso de Design de Ambientes, em que se propõe um quadro tipológico de EVU e se intenta identificar e calcular as respectivas áreas urbanas de implantação para uma análise interpretativa e qualitativa destes EVU, apoiada em documentos cartográficos oficiais e disponíveis ao público, com vista ao confronto com os indicadores de sustentabilidade urbana, tanto normativos como sugeridos por vários autores.

## 2. Cidades Médias na Região Norte

As cidades médias portuguesas são uma aplicação singular do conceito europeu porque a escala e a realidade urbana do nosso próprio país assim o impõe. Em face da dimensão – assimétrica –, da distribuição geográfica – desequilibrada – e da diversidade funcional e estrutural – diversificada – das cidades nacionais são os estudos urbanos e os seus respectivos autores que propõem a noção de «cidades intermédias» para Portugal e daí que estas sejam adoptadas pelo Programa de Consolidação do Sistema Urbano Nacional (PROSIURB, 1997) como *cidades médias* e nos casos classificados «entre os 10 mil e os 400 mil habitantes», segundo o CEG-Universidade de Lisboa (1998:9), citado por J. Carvalho (2003:46). A demografia urbana deixou, assim, de ser preponderante e passou-se a relevar mais as funções urbanas destes aglomerados e que influenciam o território que lhe é envolvente, pelo que as cidades de média dimensão qualificam-se como pólos de desenvolvimento capazes de contrariar as assimetrias regionais e contribuir para a reestruturação do sistema urbano nacional, em especial nas zonas do interior e da raia transfronteiriça.

Para a região em questão, a NUTs de nível II, o seu universo é constituído por dezoito (18) Cidades, assim distribuídas em termos do seu enquadramento e localização do município nas NUTs de nível III: Minho-Lima, 1 (Viana do Castelo); Cávado, 2 (Braga e Barcelos); Ave, 4 (V.N. de Famalicão, Santo Tirso, Guimarães e Fafe); Tâmega, 2 (Penafiel e Paredes); Entre Douro e Vouga, 3 (Stª Maria da Feira, S. João da Madeira e Oliveira de Azeméis); Douro, 3 (Vila Real, Peso da Régua e Lamego); Alto Trás-os-Montes, 3 (Bragança, Chaves e Mirandela); e Grande Porto, 0. No seu conjunto considera-se existir

dois sectores urbanos: o sistema polinucleado e dinâmico, no Norte Litoral; o sistema de eixos urbanos, débil e difuso do Nordeste, no Douro e Alto Trás-os-Montes.

Em tabela (I) apresenta-se a posição destas cidades médias da Região Norte, em 2001, segundo a área (km<sup>2</sup>) e a sua população residente urbana, bem como o produto numérico do quociente entre dois índices, a densidade populacional e a densidade de alojamentos. De realçar a importância das cidades-capitais de distrito (ex. Braga, Viana do Castelo, Vila Real e Bragança, por ordem decrescente) e o lugar ocupado por Oliveira de Azeméis e Lamego, função da sua marginalidade e ocupação periférica no conjunto da região.

*Tabela 1*

	Superfície (km <sup>2</sup> )	População urbana (nº)	Cidade	D <sub>pop</sub> / D <sub>aloj</sub>
1 <sup>a</sup>	VILA REAL-VR (36,17)	BRAGA (109 460)	Bar	2,52
2 <sup>a</sup>	BRAGA-Bra	GUIMARÃES	Bra	2,12
3 <sup>a</sup>	VIANA DO CASTELO-Via	VIANA DO CASTELO	Brg	1,76
4 <sup>a</sup>	GUIMARÃES_Gui	V.N. FAMALICÃO	Cha	1,85
5 <sup>a</sup>	SANTO TIRSO-ST	SANTO TIRSO	Faf	2,22
6 <sup>a</sup>	V.N. FAMALICÃO-VF	VILA REAL	Gui	2,53
7 <sup>a</sup>	CHAVES-Cha	S.J. MADEIRA	Lam	2,05
8 <sup>a</sup>	BRAGANÇA-Brg	BARCELOS	Mir	2,11
9 <sup>a</sup>	S.M. FEIRA-Fei	BRAGANÇA	AO	2,43
10 <sup>a</sup>	PAREDES-Par	CHAVES	Par	2,67
11 <sup>a</sup>	MIRANDELA-Mir	FAFE	Pen	2,44
12 <sup>a</sup>	S.J. MADEIRA-Mad	PAREDES	PR	2,49
13 <sup>a</sup>	OLIVEIRA AZEMEIS-OA	OLIVEIRA AZEMÉIS	Fei	2,36
14 <sup>a</sup>	PENAFIEL	MIRANDELA	ST	2,66
15 <sup>a</sup>	BARCELOS-Bar	S.M. FEIRA	Mad	2,26
16 <sup>a</sup>	FAFE-Faf	PESO DA RÉGUA	Via	2,01
17 <sup>a</sup>	PESO DA RÉGUA-PR	PENAFIEL	VF	2,52
18 <sup>a</sup>	LAMEGO-Lam (4,79)	LAMEGO (8 848)	VR	2,00

Fonte: PORTUGAL-INE. *Atlas das Cidades de Portugal*, vol. II. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística, 2004.

No conjunto destas cidades médias residiam 442 599 indivíduos, em 2001, com uma densidade populacional média de 1734,2 hab/km<sup>2</sup>. As cidades médias com valores inferiores a esta média são (por arredondamento a unidades): Chaves (1134); Mirandela (1218); Oliveira de Azeméis (1671); Paredes (1343); Penafiel (1424); St<sup>a</sup> M. Feira (1088); Santo Tirso (1142); Viana do Castelo (1353); V.N. Famalicão (1595); e Vila Real (677).

### 3. Espaços Verdes Urbanos na Região

Os espaços verdes em meio urbano são abordados por vários saberes, em que um deles – a ciência da paisagem - o integra e correlaciona no sistema de estruturas e de formas paisagísticas. Estes não se confinam unicamente aos espaços ajardinados (públicos ou privados) mas são muito mais que estas unidades específicas porque estes espaços se

qualificam, p. ex. em função do seu carácter macro-territorial e sítio geocultural (de base artística, histórico, científico e etno-pitoresco).

Neste sentido, Ribeiro Teles (2003) desenvolve o conceito de *paisagem global*, como resultado último daquilo a que também lhe chama uma «segunda natureza, bem feita [...] e] com aquilo que constitui a primeira natureza» mas também com uma outra noção por ele desenvolvida e que pode ser o seu instrumento técnico de aplicação, cada vez mais conhecido e designado de *estrutura ecológica urbana*. Para o caso dos jardins nacionais Raul Lino (1950) já alertava publicamente para a sua análise e situação, já que estes como projectos de desenho local ou regional de urbanidade e/ou de paisagismo «não têm encanto, nem surpresa, nem chegam a regalar a vista».

Em recente notícia veiculada pela imprensa nacional - do Continente - dá-se relevo a uma outra unidade de EVU, o parque urbano que, sendo *projecto* e equipamento urbano planeado, obedece a requisitos próprios, no caso ter entre 10 e 30 hectares e implantar-se a menos de 500 metros de um núcleo residencial contínuo. No aro urbano e sua envolvente estes projectos renaturalizam o ambiente urbano densamente edificado e constituem um instrumento qualificado de «construir cidade fora da cidade». No território continental indicava-se um conjunto de catorze *parques urbanos*, obedecendo a um conceito inovador baseado em espaços verdes vocacionados para as famílias e com infra-estruturas para a prática desportiva e outras actividades de recreio livre. No caso estes projectos são mais expressivos na conurbação das áreas do Grande Porto e Zona de Lisboa.

No Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável-SIDS, de 2000, recomendava-se que, no futuro, seria importante a construção do indicador nacional de «espaço verde em núcleos urbanos» e, no presente, tal continua a ser um indicador interessante e relevante no âmbito da avaliação do quadro de qualidade da vida urbana. Na versão actualizada de 2007 esta pretensão não foi concretizada e somente se evidencia, no quadro dos indicadores sociais, o indicador número de visitantes (acesso público) aos recursos culturais, através de um gráfico evolutivo e discriminando-se a situação para os jardins (zoo e botânicos) e aquários ... e outros espaços.

### **3.1. Ensaio tipológico**

No âmbito do trabalho académico desenvolvido esboçou-se um guião com uma proposta de tipologia de EVU, de natureza mais morfológica e estruturante do tecido urbano, possibilitando o seu elenco e respectiva identificação das várias unidades espaciais em questão, para, de seguida, se organizar a sua configuração, avaliar a sua dimensão e função, para ser associada e integrada ao quadro dos grandes grupos/categorias de EVU definidos, no caso:

#### **I - EVU EM MANCHA E DE VALOR HISTÓRICO E DE CULTURA URBANA**

(ex. Jardim histórico/Passeio público; Jardim privado e Logradouros residencial, de bairro, de condomínios sociais antigos ...; e outros espaços ajardinados);

II – **EVU LINEARES** (ex. Cortinas vegetais em passeios, em separadores centrais de vias e faixas laterais de arruamentos; Alamedas; Corredores ripícolas (naturais ou antrópicos) e outros alinhamentos vegetais em zonas ribeirinhas e outros espaços de interface terra/água);

### III – EVU DE ÂMBITO SECTORIAL E DE EQUIPAMENTO SOCIAL

(ex. Parque Urbano ou Parque florestal; Zoo; Horto e Jardim-estufa; Cemitérios; Parques termais; Hospitais e Centros de Saúde; Recreios escolares e outros espaços educativos e desportivos; Centros de Interpretação Ambiental; Parques de campismo, Golfs, zonas verdes de interesse turístico e outros espaços associados ao recreio e lazer; Praças, Largos, Rotundas, Ciclovias, Ecopistas, e outros espaços públicos de circulação; Espaços de religiosidade, de contemplação espiritual e de peregrinação); e

### IV – EVU ASSOCIADO A ÁREAS DE REN, RAN E HORTAS URBANAS.

(ex. sistemas biofísicos naturais, áreas protegidas ou classificadas, rede Natura; agrossistemas qualificados e de elevado interesse e quintas; hortas em meio urbano, ...).

Este elenco não é exaustivo mas antes um domínio comum de casos e que cobrem o universo das unidades (micro e macro) de espaços verdes numa cidade portuguesa.

### 3.2. O caso dos índices de EVU *per capita*

De acordo com a documentação pesquisada e consultada dois estudos/autores propõem para esta realidade técnica, nomeadamente a publicação da DGOT (1992), coordenada por M. Raposo Magalhães, onde se estabelece um indicador mínimo para a estrutura verde principal de 30 m<sup>2</sup>/p.c. e o valor de 10 m<sup>2</sup>/p.c. para a estrutura verde secundária, logo um valor global de EVU de 40 m<sup>2</sup>/p.c.. Na obra de M. Costa Lobo (1999) refere-se um historial normativo desta realidade e aconselha-se como indicador técnico de EVU cerca de 15 m<sup>2</sup>/p.c. ou, em alternativa, de 25 m<sup>2</sup>/família.

Para além destas referências técnicas complementou-se esta área de estudo e de projecto com a divulgação no dispositivo normativo vigente e aplicável, nomeadamente a indicação recorrente do conteúdo da Portaria nº 1136/91, de 25-09, alterada pela Portaria nº 1182/92 e, muito recentemente, revogada pela entrada em vigor da Lei nº 60/2007, de 4-09, já que se aplica o disposto na Portaria nº 216-B/2008, de 3-03.

Em tabela (II) abaixo indicam-se os valores de «espaços verdes e de utilização colectiva» por natureza do equipamento funcional em que estes se integram.

*Tabela 2*

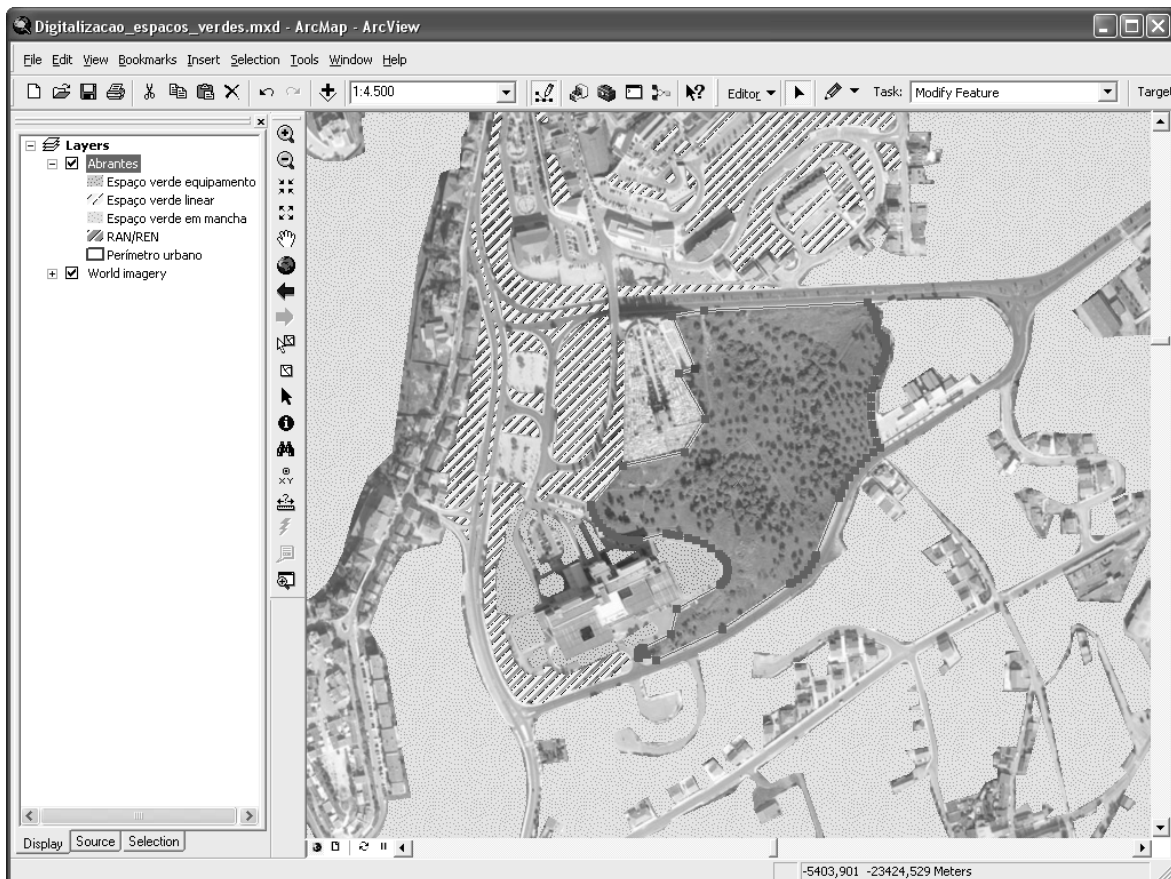
Habitação		Comércio	Serviços	Indústria e/ou armazéns
Morada unifamiliar	Colectiva			
28 m <sup>2</sup> /fogo	28 m <sup>2</sup> /120 m <sup>2</sup> a.c. hab.	28 m <sup>2</sup> /100 m <sup>2</sup> a.c. com.	28 m <sup>2</sup> /100 m <sup>2</sup> a.c. serv.	28 m <sup>2</sup> /100 m <sup>2</sup> a.c. ind./armaz.

Fonte: PORTUGAL - IN-CM. Diário da República, I Série, Nº 144 – 3 de Março de 2008.

## 4. Metodologia(s) e Recursos

Através de um guião de orientação foram elencados alguns elementos de referência e apoio a este trabalho/exercício de aplicação. O primeiro elemento de base foi o Atlas das Cidades de Portugal (Vol. I e II) e a documentação cartográfica e/ou mapas oficiais produzidos e

divulgados por instituições nacionais, no caso o Instituto Nacional de Estatística, o Instituto Geográfico Português e/ou a Direcção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano. Estabeleceu-se um quadro tipológico de diagnóstico de EVU a utilizar na classificação das áreas. De seguida, intentou-se a georeferenciação das áreas de EVU, recorrendo ao *software* SIG *ArcView* da ESRI, com base nos ortofomapas do Instituto Geográfico Português disponibilizados através do serviço *ArcGIS online*, tendo-se efectuado a identificação e digitalização dos polígonos referentes a EVU por fointerpretação das fotografias aéreas (Fig. 1), a fim de obter um tema geográfico, no formato *shapefile*, para cada uma das cidades médias de Portugal Continental.



**Figura 1:** Digitalização das áreas de EVU.

Função das potencialidades e das condicionantes dos recursos disponíveis organizaram-se grupos de trabalho para o desenvolvimento dos trabalhos de recolha, tratamento e análise de dados, com o intuito de obter uma visão inicial macro da distribuição das áreas de EVU nas Cidades Médias de Portugal Continental, que, no futuro, carece de validação através de trabalho de campo e da utilização de cartografia de grande escala, no sentido de validar, completar e detalhar os dados do quadro tipológico e respectivos limites geográficos das áreas de EVU.

## 5. Resultados

Os pontos fortes do trabalho produzido foram um conjunto de trinta e seis mapas de síntese de zonas verdes das cidades médias do Continente, dos quais se apresentam dezoito (18) casos de mapas sintéticos das Cidades Médias da Região Norte (NUTS II), produzidos a partir dos ortofotomapas supracitados, bem como um quadro de dados técnicos, em especial, as respectivas unidades tipológicas de EVU, respectivas áreas (totais e parciais) delimitadas e estimadas, no quadro do seu perímetro urbano e das cidades em questão. É de referir que os resultados obtidos correspondem a valores globais previsíveis ou aproximados, em consequência das limitações dos próprios recursos utilizados no processo de georeferenciação.

Em tabela (III) abaixo indicam-se os valores globais de EVU para as dezoito cidades médias da NUTs II – Norte – apresentados pelos vários grupos de trabalho:

*Tabela 3*

Cidade Média	Total de EVU (km <sup>2</sup> )	EVU (m <sup>2</sup> p.c.) - 2001
<i>Barcelos</i>	2,020	106,,8
<i>Braga</i>	2,557	23,4
<i>Bragança</i>	6,280	309,3
<i>Chaves</i>	3,265	186,2
<i>Fafe</i>	2,768	195,7
<i>Guimarães</i>	4,042	77,5
<i>Lamego</i>	1,333	150,7
<i>Mirandela</i>	7,419	688,2
<i>Oliveira de Azeméis</i>	(?) 3,603	(?) 299,1
<i>Paredes</i>	7,583	599,3
<i>Penafial</i>	5,672	607,2
<i>Peso da Régua</i>	3,588	388,7
<i>St<sup>a</sup> Maria da Feira</i>	4,581	415,1
<i>Santo Tirso</i>	17,225	698,8
<i>S. João da Madeira</i>	3,480	164,9
<i>Viana do Castelo</i>	14,312	395,9
<i>Vila N. de Famalicão</i>	9,654	346,0
<i>Vila Real</i>	0,510	20,86
Total	99,892	

Por último, em confronto com os índices normativos, em vigor, e os propostos por Costa Lobo (1999) e M. Raposo Magalhães (1992) poder-se-á avaliar o quadro de sustentabilidade territorial destas cidades e a sua qualificação ambiental potencial e de vida urbana.



## 6. Conclusão

Do estudo efectuado e da análise do trabalho-caso as cidades médias da Região Norte apresentam uma matriz territorial dicotómica, em resultado de uma malha urbana antiga bem delimitada e consolidada, que é o seu principal espaço de centralidade, enquanto que a zona envolvente a este centro antigo é um espaço de expansão urbana contemporânea, ainda com vestígios de usos do solo e do próprio tecido edificado ligados à sua antiga matriz rural.

No conjunto das áreas estimadas de EVU os seus valores apontam para condições de sustentabilidade urbana, com expressivas zonas verdes, por vezes configurando um *continuum* vegetal na faixa do seu perímetro urbano. Ora isto potencia valências ambientais para projectos de urbanidade e de loteamento(s) urbano(s) submetidos a requisitos de qualidade de vida urbana, tanto hoje como no próximo futuro.

## Agradecimentos

Em primeiro lugar, aos alunos-finalistas, do 3º ano do curso de Design de Ambientes com frequência assídua às unidades curriculares de *Espaços Verdes Urbanos*, *Sistemas Cartográficos e Planeamento Urbano*, de 2008-2009. Em segundo lugar, ao técnico superior do laboratório SIG da Escola, Luís Martins, pela dedicação e empenho demonstrado ao longo deste processo de trabalho académico.

## Referências Bibliográficas

- AA.VV – Parque Urbano e Estratégias de Bem-Estar nas Cidades Médias em Portugal Continental. O Caso de Penafiel in *Actas X Colóquio Ibérico de Geografia*, Évora: APG e Universidade de Évora, 22 a 24 Setembro 2005.
- CARVALHO, Jorge – *Ordenar a Cidade*. Coimbra: Quarteto, 2003
- COSTA LOBO, M. – *Planeamento Regional e Urbano*. Lisboa: Universidade Aberta, 1999.
- ESRI Portugal – ESRI disponibiliza Ortofotos do IGP (Portugal Continental) gratuitamente, <http://www.esriportugal.pt/noticias-esri/310-esri-disponibiliza-ortofotos-do-igp-portugal-continental-gratuitamente.html> [acedido em Abril 2009].
- LINO, Raúl – *Não é Artista Quem Quer*. Lisboa: O Independente, 2004.
- LOPES, J. Cruz – Paisagens portuguesas com identidade (poster) in *ODNI\_1 ambientes*. Viana do Castelo: Coordenação de Design de Ambientes, 2009.
- PORTUGAL-INE – *Atlas das Cidades de Portugal*. Vol I e II. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística, 2002 e 2004.
- PORTUGAL-MPAT – *Espaços Verdes Urbanos* (25). Lisboa: Direcção-Geral do Ordenamento do Território, 1992.
- PORTUGAL-MEPAT – *Sistema Urbano Nacional*. Lisboa: Direcção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano, 1999.
- PORTUGAL-INC-M – Portaria nº 1136/2001, de 25-09; Portaria nº 216-B, de 3-03; e Portaria nº 232/2008, de 11-03.

Fontes Electrónicas:

[URL1] Instituto Geográfico Português, [www.igeo.pt](http://www.igeo.pt)

[URL2] Instituto Nacional de Estatística, [www.ine.pt](http://www.ine.pt)

# **Clima local e ordenamento urbano na cidade de Coimbra (Portugal)**

DAVID MARQUES<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Licenciado em Geografia pela universidade de Coimbra, [davidgeog985@hotmail.com](mailto:davidgeog985@hotmail.com).

## **1. Introdução**

A procura de um ambiente urbano direccionado para uma melhor qualidade de vida dos cidadãos e uma maior eficiência energética, paradigma da utopia urbana de cidade sustentável, deve colocar os estudos de climatologia urbana num elevado patamar no âmbito do planeamento e do ordenamento do território.

Inúmeros são os casos estudados, que têm demonstrado que à escala local e a curto/médio prazo, o ser humano ao transformar o seu suporte biogeofísico, modifica de forma efectiva o balanço radiativo e energético dos espaços urbanos.

O acelerado processo de urbanização, muitas vezes desprovido de eficaz planeamento, tem originado vários impactes ambientais nos espaços urbanos, nomeadamente ao nível de um incremento da temperatura das superfícies e do ar (“Ilha de Calor Urbano”), assim como, uma degradação da qualidade do ar (FIGUEROLA, e MAZZEO, 1998; GANHO, 1998; ARNFIELD, 2003; ALCOFORADO e ANDRADE, 2006; COLLIER, 2006; OKE, 2006) e alteração dos padrões de vento (LOPES, 2003).

Perante a crescente urbanização e concentração das actividades nas áreas urbanas, a complexidade e fragilidade deste território tem-se vindo a tornar evidente. Neste sentido, o caminho para uma melhoria da qualidade de vida dos cidadãos assim como uma maior eficiência energética, deve passar pela inclusão da temática ambiental nas estratégias de planeamento urbano e ordenamento do território (MILLS, 2006).

## **2. Objectivos**

Com este estudo, pretendeu-se avaliar em primeira análise, o impacte do espaço construído e da morfologia da cidade de Coimbra no clima local, através do estudo do campo térmico da atmosfera urbana inferior em comparação com os campos térmicos dos espaços peri-urbanos e rurais, e num segundo momento, definir um conjunto de unidades de características relativamente homogéneas (climatopos), numa lógica de se propor algumas orientações climáticas espacializadas.

## **3. Metodologia**

Para se avaliar o impacte do espaço construído da cidade de Coimbra no clima local, e assumindo em termos comparativos trabalhos realizados anteriormente, procedeu-se à monitorização da atmosfera urbana inferior, mediante a instalação de uma rede de 8 data

loggers fixos, localizados preferencialmente em meio urbano, mas também nos sectores peri-urbano e rural. Em simultâneo, e no decorrer do período de análise de 18 meses, efectuou-se todo um conjunto de campanhas de recolha de dados, recorrendo-se a medições itinerantes de automóvel, para posterior elaboração de uma base de dados em ambiente SIG, cuja principal finalidade se prendeu com a produção de cartografia temática aplicada, capaz de fornecer novas “imagens” sobre o clima urbano de Coimbra.

#### 4. Resultados

Os resultados indicam não só o aumento da intensidade da “ilha de calor”, na área da Solum, expandindo no essencial para Sul, sendo evidente, as diferenças termohigrométricas entre os espaços urbanizados e os espaços verdes, mas também o facto da “ilha de calor” passar a assumir uma forma polinucleada. Por seu turno, ao longo dos Vales de Coselhas, Eiras e Fornos, foi constatada a ocorrência de drenagem e acumulação de ar frio (lagos de ar frio), de maior intensidade em noites de intenso arrefecimento nocturno, podendo atingir magnitudes superiores a 10°C entre os fundos de vale e as cumeadas que dominam esses mesmos vales.

Após a avaliação e compreensão dos principais aspectos do clima urbano de Coimbra, foram definidos, também com o apoio de ferramentas SIG, um conjunto de unidades de características climáticas relativamente homogéneas – climatopos – para o território concelhio, propondo-se ainda as orientações climáticas especializadas, vocacionadas preferencialmente para o planeamento urbano e para a concretização de uma crescente melhoria da qualidade ambiental dos municípios.

#### Agradecimentos:

Gostaria de agradecer aos Professores Doutores António Manuel Rochette Cordeiro e Nuno Ganho Gomes da Silva, o importante contributo que representaram na orientação deste trabalho, o qual foi realizado no âmbito da disciplina de seminário em Geografia Física.

#### Referências Bibliográficas

- Alcoforado M. J., Andrade H., Lopes A, Vasconcelos J., Vieira R., 2005, *Orientações climáticas para o ordenamento em Lisboa*. Área de Investigação de Geo-Ecologia, Relatório n.º 4, Centro de Estudos Geográficos, Lisboa 81 p.
- Alcoforado M. J., Andrade H., 2006, Nocturnal urban heat island in Lisbon (Portugal): main features and modelling attempts. *Theor. Appl. Climatol.* 84, 151-159.
- Arnfield A.J., 2003, Two decades of urban climate research: A review of turbulence. Exchanges of energy and water and the urban heat island. *Int. J. Climatol.* 23, Columbus - Ohio, pp. 1-26.
- Collier C.G., 2006, The impact of urban areas on weather. *Q.J.R. Meteorol. Soc.* 132, Reading, pp. 1-25.
- Cordeiro A.M., Rochette, 2004, Uma nova perspectiva de ordenamento do território para o Concelho de Coimbra: uma abordagem segundo a "filosofia" dos corredores verdes. *Cadernos de Geografia*, 21-23, Coimbra, pp. 67-78.
- Fehrenbach U., *et al.*, 2001, Automated classification of planning objectives for the consideration of climate and air quality in urban and regional planning for the example of the region of Basel/Switzerland. *Atmospheric Environment*, vol. 35, number 32, Basel, pp. 5605-5615.
- Figuerola P. e Mazeo N., 1998, Urban-Rural differences in Bueno Aires. *Int. J. Climatol.* 18, Buenos Aires, 1709-1723.

- Ganho N., 1998, O Clima Urbano de Coimbra: estudo de climatologia local aplicada ao ordenamento urbano. Dissertação de Doutoramento. Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, Instituto de Estudos Geográficos, Coimbra, p.551.
- Lopes A., 2003, Modificações no Clima de Lisboa como consequência do crescimento urbano, vento, ilha de Calor de superfície e balanço energético. Dissertação de Doutoramento em Geografia Física. Lisboa. (ed.cd)
- Marques D., 2008, Clima urbano e ordenamento: O exemplo de Coimbra. Seminário final de Licenciatura em Geografia Física. Coimbra, p. 142 (policopiado).
- Mills G., 2006, Progress toward sustainable settlements: a role for urban climatology. *Theor. Appl. Climatol.* 84, Viena, pp. 69 – 76.
- Oke T.R., 2006, Towards better scientific communication in urban climate. *Theor. Appl. Climatol.* 84, Viena, pp. 179-190.

# Desenho Urbano e Percepção do Conforto Térmico em Áreas Verdes e Espaços Abertos Urbanos

SILVIA PAULA PELHAM<sup>1</sup>, PAULA SAN PAYO CADIMA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Arquitectura, Universidade Técnica de Lisboa, Pólo Universitário, Alto da Ajuda, LISBOA  
[spelham@fa.utl.pt](mailto:spelham@fa.utl.pt), [pcadima@fa.utl.pt](mailto:pcadima@fa.utl.pt)

*Resumo:* Lisboa tem climas com condições específicas e diferenciadas conforme a topografia, ventos dominantes, proximidade de grandes massas de água ou de espaços verdes. A cidade é particularmente afectada pelo seu clima e afecta a forma como a sua população estrutura as suas actividades ao ar livre mas também influencia o edificado, condicionando a sua orientação, ordenamento, forma e revestimentos. Saber mais sobre o clima é ter a noção de como as alterações climáticas podem vir a influenciar o edificado, os espaços verdes dentro da malha urbana e a forma como as pessoas se estão a adaptar ou se irão a adaptar neste contexto. Ao abrigo do projecto “Urbklm, Clima e sustentabilidade urbana: percepção do conforto e riscos climáticos em Lisboa” e como parte do programa, foram analisadas duas áreas verdes e espaços abertos na cidade (Campo de Ourique e Campo Mártires da Pátria). Confirmaram-se diferenças nas condições microclimáticas com medições de parâmetros climáticos com a colocação de redes de registadores fixos de temperatura e humidade relativa com vários posicionamentos e realizadas medições itinerantes nos dois locais enquanto estavam a ser utilizados pela população. As condições microclimáticas variaram no interior dos dois espaços não só devido à estrutura dos jardins e ao tipo de vegetação, mas também pelos materiais empregues no acabamento dos espaços exteriores e do edificado envolvente. A orientação e a malha urbana condicionaram nestes dois espaços as vistas, influenciaram a ventilação natural e condicionaram o sombreamento afectando o conforto sensorial dos seus ocupantes. Com o estudo aprofundou-se o conhecimento climático das áreas de Campo de Ourique e Campo dos Mártires da Pátria, procurando-se, por um lado, identificar a importância microclimática dos espaços verdes da área e, por outro lado, relacionar esse comportamento com a utilização dos espaços verdes pela população. O estudo apresenta propostas de melhoramento da qualidade do ambiente urbano pela alteração do desenho urbano através da inserção de novos elementos que alteram a percepção do conforto térmico e o aumento de bem-estar dos utentes tanto nos jardins propriamente ditos como nos espaços envolventes.

## 1. Introdução

Lisboa tem climas com condições específicas e diferenciadas conforme a topografia, ventos dominantes, proximidade de grandes massas de água ou de espaços verdes. (Fig.1) A cidade é particularmente afectada por alterações climáticas que influenciam não só a forma como a população se adapta às suas actividades ao ar livre mas também o edificado condicionando a sua orientação, ordenamento, forma e revestimentos.

Os dois espaços estudados, ambos Campos, de Ourique e de Sant’Ana (também conhecido como Campo dos Mártires da Pátria) embora próximos e em termos de altimetria praticamente equiparados apresentam microclimas totalmente diferentes.



**Figura 1:** Lisboa, com Campos de Ourique e Sant'Ana  
Fonte: Google Earth

## 2. Análise climática do local

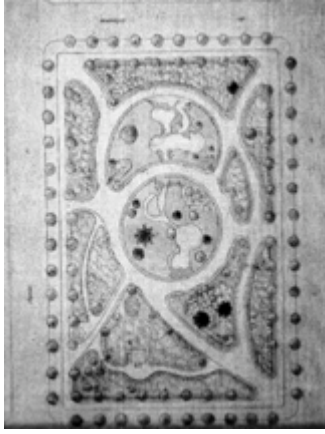
Ao abrigo do projecto “Urbklim, Clima e sustentabilidade urbana: percepção do conforto e riscos climáticos em Lisboa” foram analisadas estas duas áreas verdes e espaços abertos na cidade confirmando-se diferenças nas condições microclimáticas (Oliveira, 2007) com medições de parâmetros climáticos com a colocação de redes de registadores fixos de temperatura e humidade relativa e realizadas medições itinerantes nos dois locais.

As medições foram feitas tanto no inverno como no verão e com parâmetros semelhantes mas enquanto no Campo de Ourique (Fig.2) a zona é plana, fechada, com denso e apertado arvoredado no Campo Sant'Ana (Fig.3) a zona verde é alcantilada, aberta e o arvoredado limita-se a cercá-la e ponteá-la.

## 3. Condicionantes naturais e arquitectónicas

As condições microclimáticas variaram no interior dos dois espaços não só devido à estrutura dos jardins e ao tipo de vegetação, mas também pelos materiais empregues no acabamento dos espaços exteriores e do edificado envolvente.

A orientação e a malha urbana condicionaram nestes dois espaços as vistas, influenciaram a ventilação natural e condicionaram o sombreamento afectando o conforto sensorial dos seus ocupantes. Concebidos e construídos ambos entre 1880 e 1900, o Campo de Ourique preservou as suas características urbanas de raiz de bairro enquanto o de Sant'Ana, espaço habituado à necessidade de se adaptar às exigências urbanas pela sua importância e localização, transformou-se uma vez mais, alterando a sua espacialidade mantendo a mesma área.



**Figura 2:** Jardim do Campo de Ourique  
Fonte: Arquivo Histórico CML

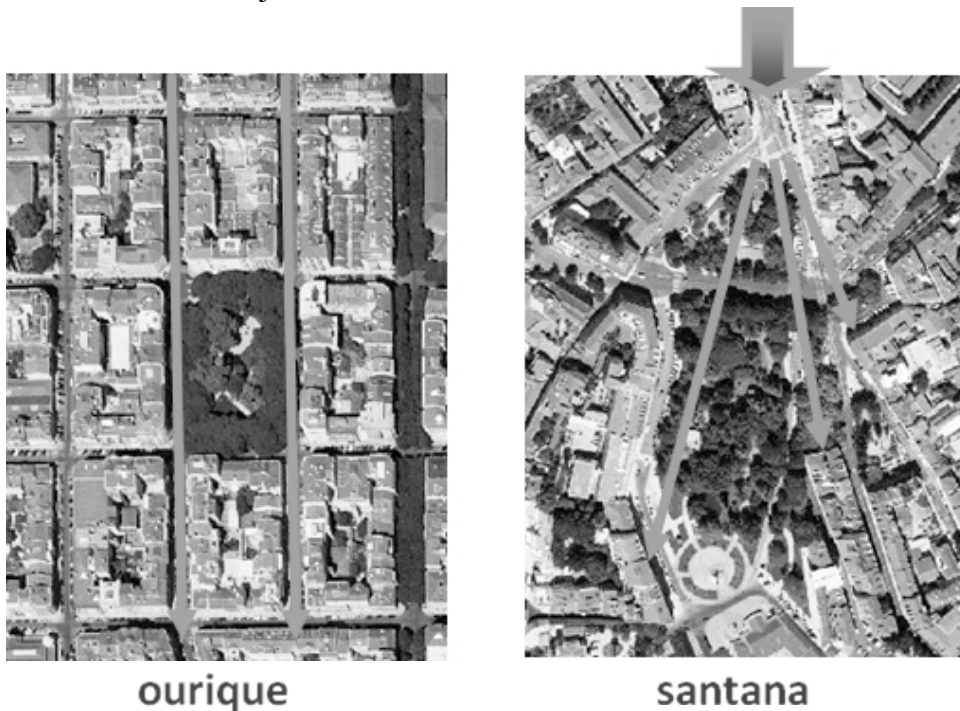


**Figura 3:** Jardim do Campo de Sant'Ana  
Fonte: Arquivo Histórico CML

### 3. Relação Clima / Utilização de espaços urbanos abertos

Com o estudo aprofundou-se o conhecimento climático das área procurando-se, por um lado, identificar a importância microclimática dos espaços verdes da área, através das medições nos locais e, por outro lado, relacionar esse comportamento microclimático com a utilização dos espaços verdes pela população, através de inquéritos.

O clima do local foi condicionado pela malha urbana adjacente que alterou a orientação dos edifícios e a forma como puderam direccionar as brisas (Fig.4) e captar a insolação e reflecti-la para a zona aberta tendo também tido influência os materiais de revestimento das fachadas viradas a sul e poente revestidas de azulejo e as zonas permeáveis e impermeáveis em redor dos jardins.

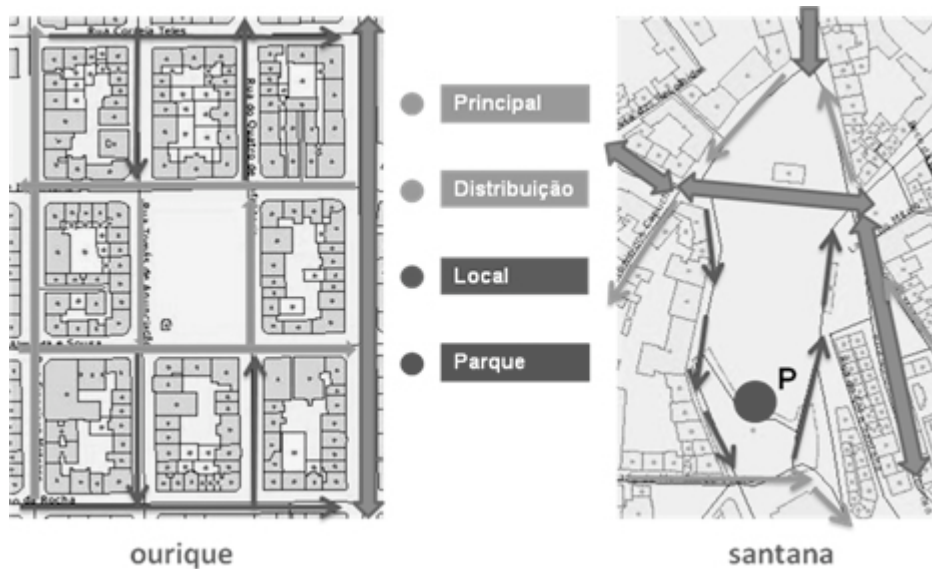


**Figura 4:** Circulação do ar condicionado em Ourique e aberta em Santana  
Fonte: Google Earth (foto)

#### 4. Melhoramento da qualidade ambiental urbana

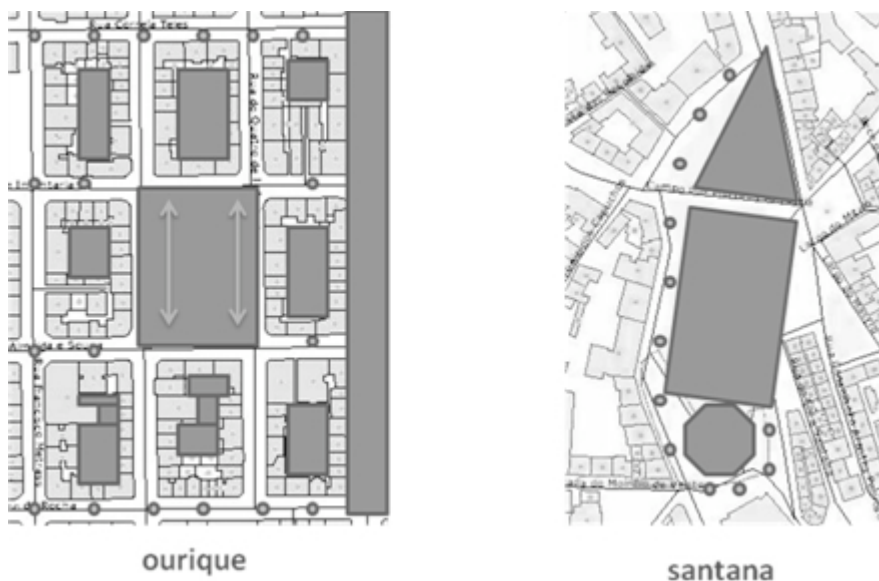
O estudo apresenta propostas de melhoramento da qualidade do ambiente urbano pela alteração do desenho urbano através da inserção de novos elementos que melhoram a percepção do conforto térmico e o aumento de bem-estar dos utentes tanto nos jardins propriamente ditos como nos espaços envolventes.

- Diminuição do ruído com superfícies absorventes e não reflectoras e o abrandamento do trânsito (Fig.5)



**Figura 5:** Circulação condicionada em Ourique e quebra do jardim pela via em Santana

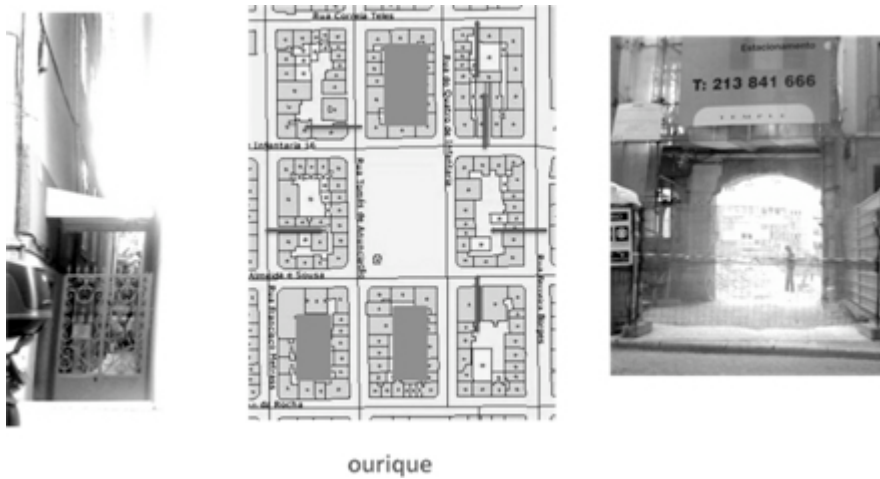
- Incrementando as zonas verdes adjacentes reduzindo o efeito de estufa (Fig. 6)



**Figura 6:** Zonas verdes nos quarteirões em Ourique e circulação viária com árvores em Santana



- Incrementando a ventilação natural e melhorando a qualidade do ar (Fig.7)



*Figura 7:* Rasgamentos para o interior dos quarteirões criando entradas de ar

- Sombreado pela arborização e alterando temperatura do ar com elementos de água contribuindo para uma maior sensação de conforto



- Alterando superfícies que influenciam a reflexão da radiação e transmissão do som



## 5. Conclusões e recomendações

A temperatura do ar variou de cerca de 10°K entre os dois espaços, sendo o Campo de Ourique mais frio e só utilizado no Inverno nas zonas em que não havia qualquer arvoredo e os utentes se podiam sentar ao sol.

Da mesma forma no Verão as temperaturas oscilavam na mesma medida entre os dois locais de estudo mas embora o jardim mais pequeno estivesse com uma temperatura amena e agradável todas as zonas verdes dos quarteirões que circundavam a praça apresentavam no entanto uma diferença de 8 a 10°K superiores às do jardim.

Das recomendações para alterações da estrutura verde dos dois espaços considerou-se para o Campo de Ourique a inclusão de árvores na estrutura viária este-oeste reduzindo o desconforto térmico e o encadeamento e no Campo Sant'Ana na via poente e rodeando a estatuária.

Em termos de estacionamento para o primeiro a necessidade de voltar a tornar permeáveis os interiores dos quarteirões adjacentes e no segundo retirá-lo da via poente e a introdução para ambos de vias para bicicletas, reflectindo um dos resultados dos inquéritos.

Para o Campo de Ourique recomendou-se ainda pontos fulcrais onde se podia aumentar e acelerar a ventilação natural dos quarteirões e o desbaste das árvores mais frondosas do jardim e para o Campo Sant'Ana o bombeamento dos lagos melhorando a qualidade da água utilizada pelas muitas espécies animais que aí coabitam.

Assim observando a importância da envolvente construída nas alterações climáticas locais é necessário continuar a olhar para além do edificado, reconsiderar os materiais escolhidos para as vias de comunicação de peões e veículos, manter e saber alterar o posicionamento, qualidade e calibre da estrutura verde e voltar a tirar partido do encaminhamento das brisas através do espaço público e privado do desenho urbano das nossas cidades.

### Agradecimentos

Participaram no Projecto URBKLIM, o Centro de Estudos Geográficos da UL, o LNEC e a FA-UTL que agradecem o financiamento da Fundação para a Ciência e Tecnologia.

### Referências Bibliográficas

Oliveira S., Andrade H., *An initial assessment of the bioclimatic comfort in an outdoor public space in Lisbon*, in International Journal of Biometeorology, 2007.

# Spatial modeling of tropospheric ozone in a detailed scale in the Lisbon Metropolitan Area

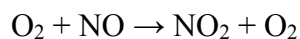
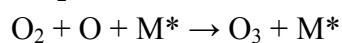
PAULO CANÁRIO<sup>1</sup>, HENRIQUE ANDRADE<sup>1</sup>, JOSÉ CARLOS COUTO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Estudos Geográficos, Edifício da Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa  
Alameda da Universidade 1600-214 Lisboa, Portugal, Tel: (+351) 21-794-0218; Fax: (+351) 21-793-8690;  
E-mail: [ceg@mail.telepac.pt](mailto:ceg@mail.telepac.pt) ; Web: <http://www.ceg.ul.pt/>

*Abstract:* Urban high concentrations of ozone (O<sub>3</sub>) are strongly correlated with increases of morbidity and mortality, especially during hot weather. Knowing the spatial distribution of high O<sub>3</sub> in the Lisbon Metropolitan Area (LMA) is essential to assess population health risk. A probability model of occurrence of high levels of O<sub>3</sub> is under development. Data from the LMA surface measurement stations network was used and only days with three or more hours above the threshold limit of 120µg/m<sup>3</sup> were selected. A stepwise discriminant analysis was used to assess the meteorological variables that are associated with high O<sub>3</sub> concentrations. Air temperature, cloudiness, wind speed, wind direction and the occurrence of breeze conditions at 15pm were identified as the variables that contributes significantly to this model. K-means method, neural networks and wind and thermal fields generated by the Brazilian Regional Atmospheric Model System (BRAMS) are being used to identify spatial distribution patterns of O<sub>3</sub> values.

## 1. Introduction

One of the main contributors for the degradation of the air quality in urban areas is the ozone (O<sub>3</sub>). This gas is a secondary pollutant, meaning it is formed through reactions between primary pollutants – O<sub>3</sub> precursors especially nitrogen oxides and volatile organic compounds (COVs) (Ferreira *et al.*, 2004). The production of tropospheric ozone is tied to photochemical processes that involve NO<sub>x</sub> (NO and NO<sub>2</sub>) through these simplified general equations (Ferreira *et al.*, 2004):



\* represents a molecule that absorbs vibrational energy stabilizing the O<sub>3</sub> formed

Urban concentrations of O<sub>3</sub> depends on the radiation intensity, atmospheric convection, concentrations of nitrogen oxides, COVs and the ratio between these two (the most favorable ratios to O<sub>3</sub> formation lies between 4:1 to 10:1) (WHO, 2005).

There is an important O<sub>3</sub> spatial variation due to prevailing winds, topography and with a tendency to reach higher concentrations in the suburbs and remote downwind locations (WHO, 2005).

In Lisbon Metropolitan Area (LMA) the O<sub>3</sub> spatial variation is strongly linked to the mesoscale phenomena especially to the sea and estuary breezes (Barros *et al.*, 2003).

Having a spatial distribution of high concentrations of O<sub>3</sub> during hot weather conditions is essential to assess human health risk regarding mortality and morbidity. High O<sub>3</sub> concentrations are strongly correlated with an increase of mortality due to cardiovascular and respiratory causes (Bell *et al.*, 2004; Filleul *et al.*, 2006, Alebic *et al.*, 2007). An increase in morbidity is observed both in short and long term. The acute responses develop mainly in pulmonary and cardiovascular systems. Reduced lung function, atherosclerosis, asthma and reduction in life expectancy are amongst the most longstanding and chronic effects of high O<sub>3</sub> exposure (WHO, 2005).

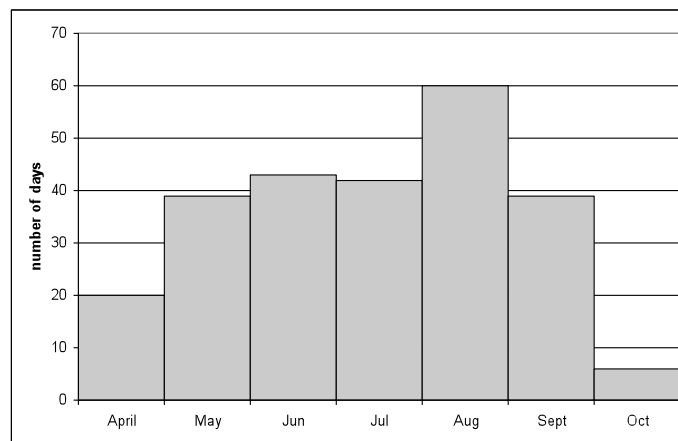
It is crucial to understand the relative risk due to high O<sub>3</sub> concentrations in different areas (and subpopulations) within LMA. Borrego *et al* (2003) modeled the ozone O<sub>3</sub> at a local scale (street canyon dispersion conditions) but up to now, very few studies analyzed the spatial distribution of tropospheric O<sub>3</sub> at a detailed scale in the LMA.

## 2. Materials and Methods

### Selection of days for the analysis

Data was obtained from the Ambient Portuguese Agency (APA) surface measurement stations network.

They were selected to analyze days with three or more hours above the threshold limit of 120µg/m<sup>3</sup> (WHO, 2005) in one of the air quality stations of the Lisbon Metropolitan Area (LMA – fig.2), between 2003 and 2007 (a significant part of the stations with O<sub>3</sub> measurements only became operational in 2003). Two hundred and forty nine days were presented these conditions, being all distributed between April and October (fig.1).



**Figure 1:** Monthly distribution of days above 120µg/m<sup>3</sup>

### Definition of a probability model defining the occurrence of O<sub>3</sub> high values

A model to identify the set of atmospheric variables (measured in the in the Lisboa/Gago Coutinho meteorological station - fig.2) associated with the occurrence or not of high O<sub>3</sub> values was created, using a stepwise discriminant analysis (Wilks, 1995). The variables that contributes significantly to the model are air temperature, cloudiness and wind speed (average values from 12, 15 and 18 pm), wind direction (introduced in the model as a

binary variable – occurrence or not of each wind direction) and the occurrence or not of breeze conditions at 15 pm. As an example, probability of occurrence of high O<sub>3</sub> values is showed in the fig.3, with increasing air temperature, in situations with and without breeze, with cloudless sky and a constant wind speed of 3 m/s.



Figure 2: Localization of surface measurement stations network in LMA

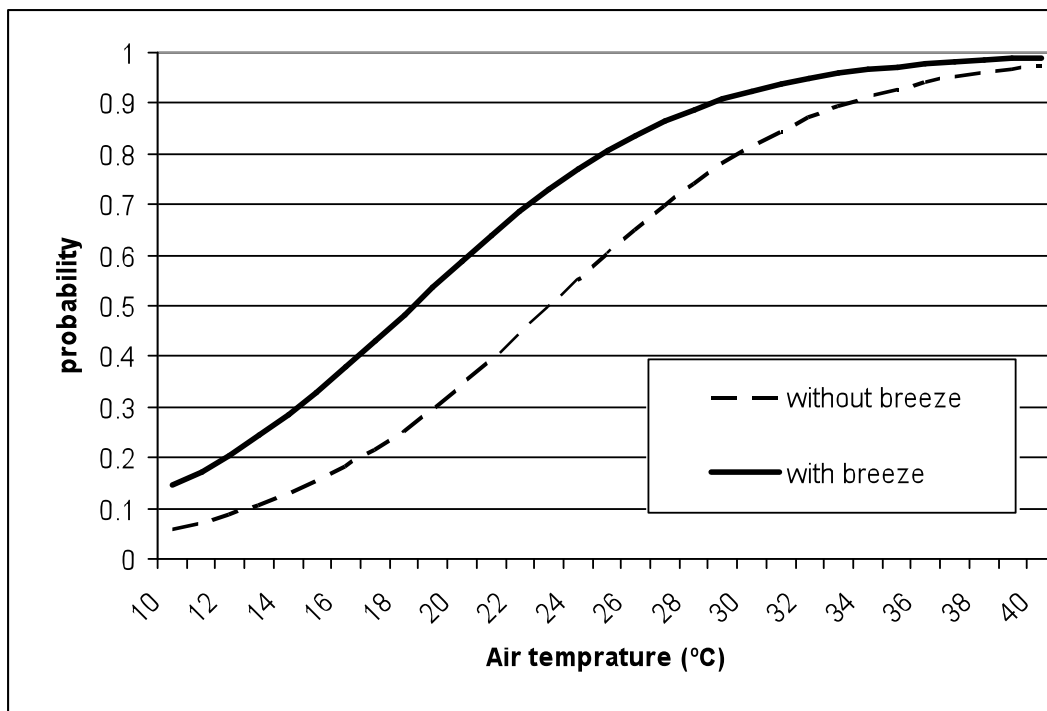


Figure 3: Probability of occurrence of high O<sub>3</sub> with increasing air temperature

A statistical model of spatial distribution for the troposphere O<sub>3</sub> was performed. The modeled variable is the cumulated value above the 120 ug/m<sup>3</sup> threshold, between 6 am and 23 pm. The modeling process is developed in two phases:

1. Identification of spatial patterns for the distribution of O<sub>3</sub>, based on the station of the APA network, and recurring to the days previously selected;
2. Spatial generalization of O<sub>3</sub> values for each pattern, by using neural networks and wind and thermal fields generated by the Brazilian Regional Atmospheric Model System (BRAMS). NCEP/NCAR reanalysis files are being used to feed BRAMS model. An example of the thermal fields output is showed in fig.4. The accuracy of the model will be tuned by scale refining and the introduction of further meteorological and land use data.

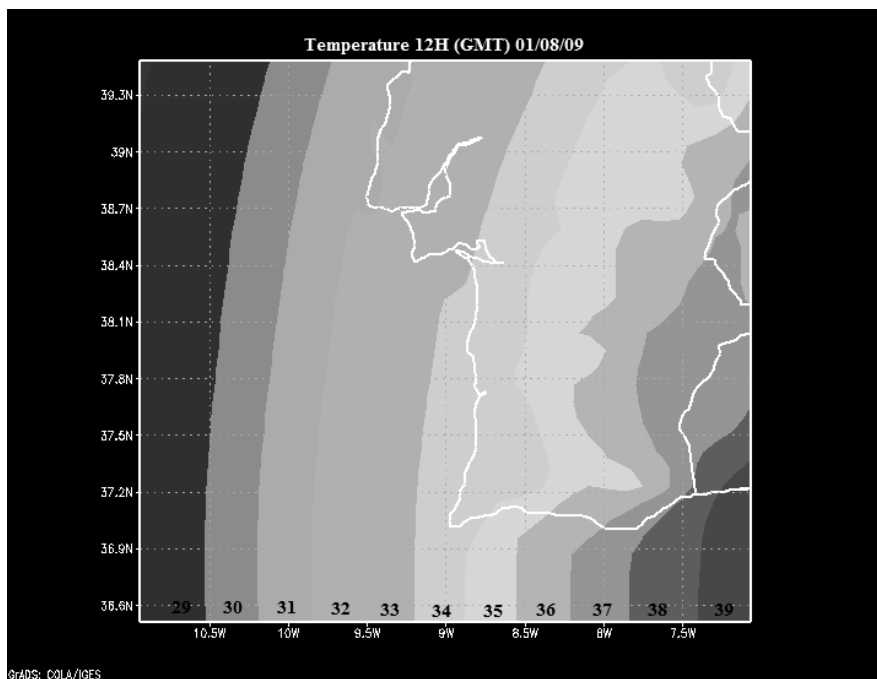


Figure 4: Thermal fields in southern Portugal (°C)

The identification of patterns was performed in a first stage, by using the k-means method (Corte-Real *et al.*,1998); a classification using other methods will also be tested. An analysis of the synoptic conditions associated to these patterns will be performed, aiming to allow the prevision of the different patterns.

### 3. Results

Three clusters were identified with the k-means method: the cluster 1, presenting higher values in Setubal (fig. 3), cluster 2, with higher values in Barreiro (Escavadeira), Paio Pires and Restelo (in the SW Lisbon - fig. 4) and cluster 3, with higher values in Mem Martins and also, high O<sub>3</sub> levels in all the suburban area situated to the North of Tagus River (fig. 5).

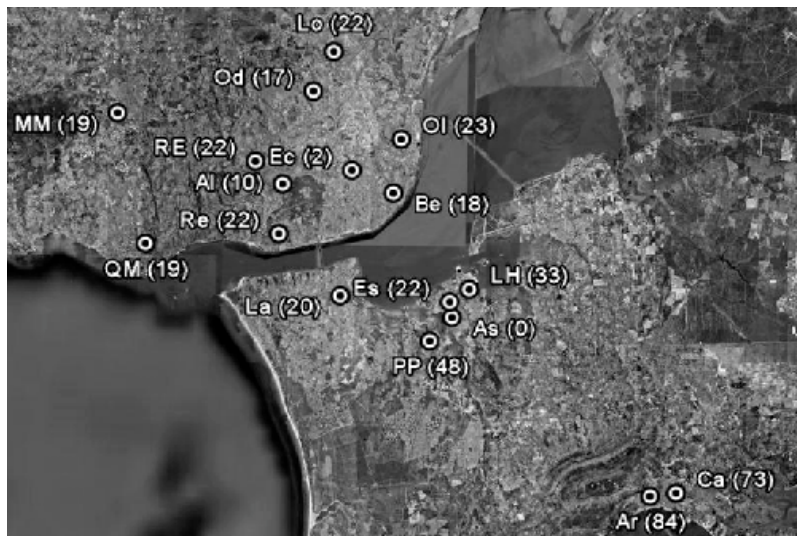


Figure 5: Cluster1–Accumulated exceedances ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

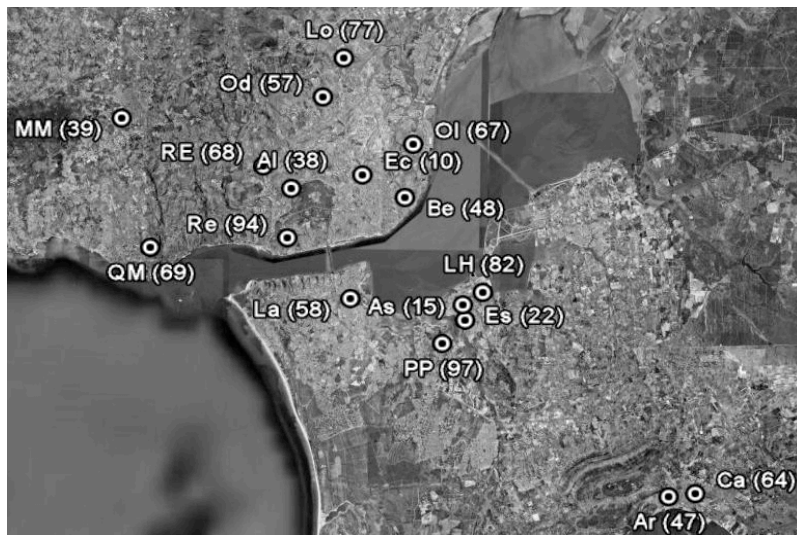


Figure 6: Cluster2–Accumulated exceedances ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

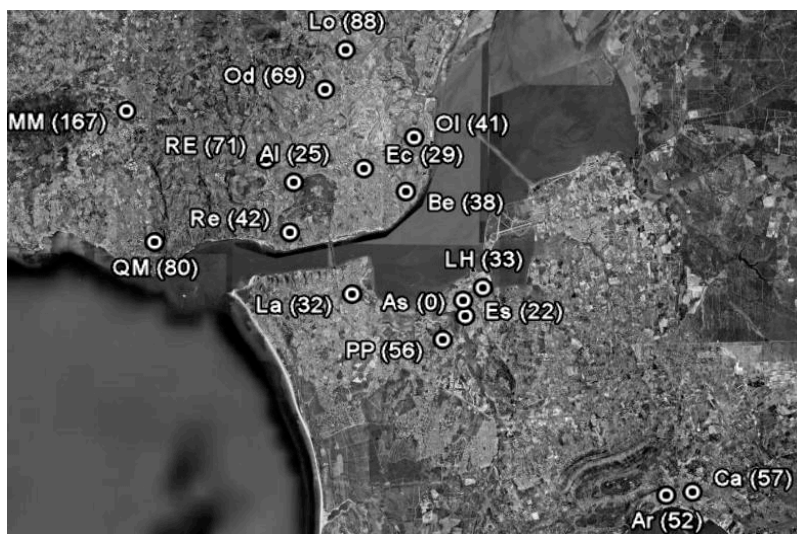


Figure 7: Cluster3–Accumulated exceedances ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

## Acknowledgments

Thanks to Alice Ferreira<sup>1</sup> for gently provide important data sets.

## References

- Alebič-Juretič A, Cvitač T, Kezele N, Klasinc L, Pehnc G and Šorgo G, 2007, Atmospheric Particulate Matter and Ozone under Heat-Wave Conditions: Do They Cause an Increase of Mortality in Croatia? *Bull Environ Contam Toxicol* 79:468–471.
- Barros N, Borrego C, Toll I, Soriano C, Jiménez P and Baldasano JM, 2003, Urban Photochemical Pollution in the Iberian Peninsula: Lisbon and Barcelona Airsheds. ISSN 1047-3289 *J. Air & Waste Manage. Assoc.* 53:347–359.
- Bell ML, Samet JM, Dominici F, 2004, Ozone and Mortality: A Meta-Analysis of Time-Series Studies and Comparison to a Multi-City Study (The National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study). Johns Hopkins University, Dept. of Biostatistics Working Papers. Working Paper 57.
- Borrego C, Tchepel O, Costa AM, Amorim JH, Miranda AI, 2003, Emission and dispersion modelling of Lisbon air quality at local scale. *Atmospheric Environment* 37:5197–5205.
- Corte-Real J, B Qian Xu H, 1998, Regional climate change in Portugal: precipitation variability associated with large-scale atmospheric circulation. *International Journal of Climatology*, 18 (6): 619-635.
- Ferreira F, Torres P, Neto J & Tente H, 2004, Ozone Levels in Portugal: the Lisbon Region Assessment. In *Proceedings of Air & Waste Management's 97th Annual Conference Exhibition*. Indianapolis, Indiana, June 22-25.
- Filleul L, Cassadou S, Médina S, Fabres P, Lefranc A, Eilstein D, Le Tertre A, Pascal L, Chardon B, Blanchard M, Declercq C, Jusot J, Prouvost H and Ledrans M, 2006, The Relation Between Temperature, Ozone, and Mortality in Nine French Cities During the Heat Wave of 2003. *Environmental Health Perspectives* 9-114.
- WHO - 2005 Air Quality Guidelines – Global Update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. WHO Regional Office for Europe.
- Wilks DS, 1995, *Statistical methods in the atmospheric sciences*. Academic, San Diego.



# O Papel da Vegetação Urbana no Controlo das Concentrações de PM<sub>10</sub>

M. Feliciano<sup>1,2</sup>, F. Maia<sup>1</sup>, F. Rodrigues<sup>1</sup>, A. Ribeiro<sup>1,2</sup>, A. Gonçalves<sup>1,2</sup>, L. Nunes<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior Agrária, Campus de Santa Apolónia, Apartado 1172, 5301-855, Bragança, [msabenca@ipb.pt](mailto:msabenca@ipb.pt)

<sup>2</sup>Centro de Investigação de Montanha, Campus de Santa Apolónia, Apartado 1172, 5301-855, Bragança

*Resumo:* O aumento dos níveis de PM<sub>10</sub> em atmosferas urbanas constitui um grave problema de saúde pública. A utilização de vegetação pode ser uma forma sustentável de mitigar este problema. Neste contexto, foi desenvolvido um estudo, na cidade de Bragança, com vista a avaliar o papel da vegetação no controlo das concentrações de PM<sub>10</sub>. Este estudo assentou em dois tipos de experiências. Uma que consistiu na medição de PM<sub>10</sub> em dois transectos com características contrastantes, em termos de coberto vegetal, traçados numa cintura verde urbana. O outro tipo de experiência consistiu na utilização de uma fonte de material particulado, seguindo-se a medição dos níveis de PM<sub>10</sub> ao longo de um transecto linear que cortava perpendicularmente uma sebe. Os resultados mostram que a vegetação tende a criar atmosferas ligeiramente mais limpas em PM<sub>10</sub> e revelam igualmente que uma sebe de pyracantha actua eficazmente na filtração de partículas.

## 1. Introdução

O aumento da matéria particulada em suspensão em atmosferas urbanas tem vindo a ser um dos problemas mais difíceis de mitigar, uma vez que não se podem simplesmente erradicar por completo as fontes de poluição. A crescente utilização dos transportes rodoviários, a expansão da indústria de construção civil e o aquecimento doméstico são alguns dos factores que mais contribuem para agudizar este problema (Dochery e Pope, 1994; Chan *et al.*, 2001; Fuller e Green, 2004).

Estudos epidemiológicos, desenvolvidos recentemente, mostram que a fracção de partículas PM<sub>10</sub> (partículas com diâmetro aerodinâmico equivalente  $\leq 10 \mu\text{m}$ ) aumenta o risco de morte respiratória em crianças com uma idade inferior a um ano, agrava problemas de asma, aumenta o risco de bronquites e cancro pulmonar (Schwartz *et al.*, 1996).

A solução para este problema passa, cada vez mais, pela concepção e implementação de novos modelos de organização do espaço urbano, nos quais os espaços verdes devem surgir como elementos fundamentais do novo paradigma de sustentabilidade urbana. A capacidade de os espaços mitigarem as consequências da poluição do ar tem sido amplamente discutida na literatura científica (Gromke e Rucka, 2007; Nowak *et al.*, 2006). De facto, a vegetação urbana afecta a dispersão dos poluentes atmosféricos em resultado da influência que exerce na radiação solar, na temperatura e nas características do vento (Givoni *et al.* 2003). A vegetação também influencia a deposição seca, potenciando a remoção de poluentes gasosos e particulados quer através dos estomas, quer através das superfícies cuticulares. A remoção de partículas, através da sua intercepção pela vegetação,

é outro processo relevante, porém este pode ser seguido do fenómeno de re-suspensão (Sashua-Bar e Hoffman, 2004).

Neste contexto, no âmbito do projecto GreenUrbe (PPCDT/AMB/59174/2004), tem vindo a ser desenvolvido um estudo em dois espaços verdes da cidade de Bragança, com vista a avaliar a influência da vegetação no controlo dos níveis atmosféricos de PM10. Este estudo teve uma primeira fase em 2007, após um interregno foi retomado em 2009 com algumas alterações. No presente artigo apenas se reportam os resultados referentes a esta segunda fase.

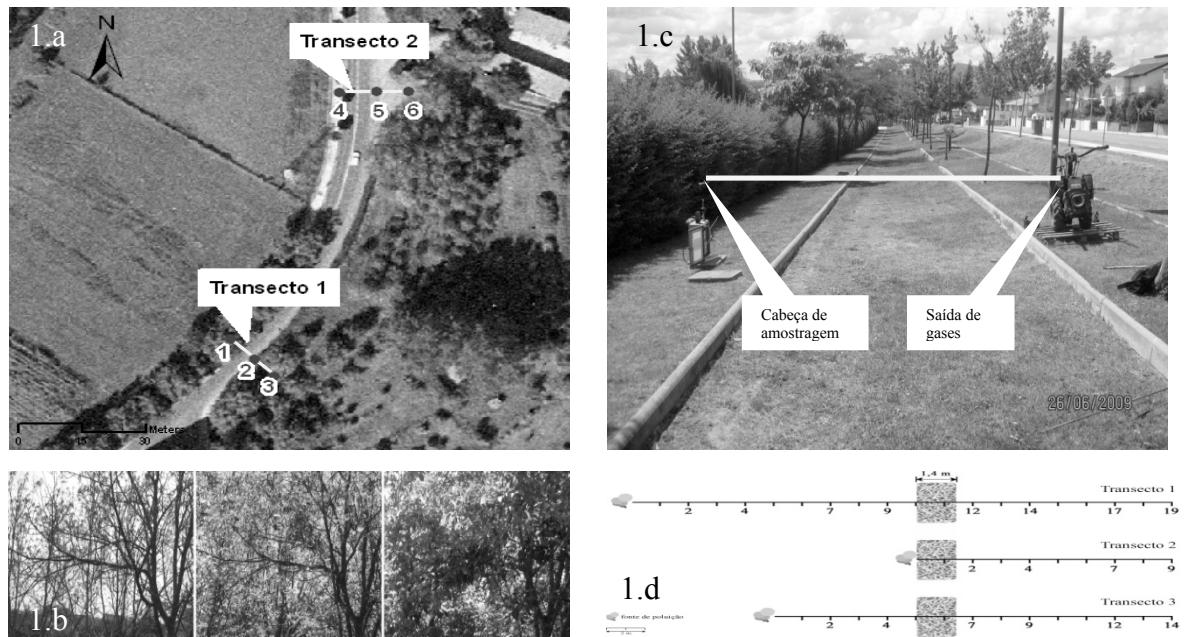
## 2. Metodologia

O estudo desenvolvido envolveu a realização de dois tipos de experiências. A que foi primeiramente implementada consistiu na medição de partículas PM10 numa cintura verde urbana, sita na Alameda de Santa Apolónia. As medições foram efectuadas em seis pontos, distribuídos por dois transectos distintos, em termos de cobertura vegetal (ver figura 1a). O transecto 1 foi traçado numa zona onde existe vegetação arbórea, arbustiva e rasteira, destacando-se o alinhamento no passeio de *Platanus orientalis*, de 17 m de altura, com um diâmetro de copa de 8-9 m, uma sebe de *Pyrachanta coccinea* de 1.5-2 m de altura, que contorna um dos lados da faixa de rodagem e, ainda, uma área de viveiro florestal constituída por manchas de castanheiro (*Aesculus hippocastanum*) de 7-8 m de altura e nogueiras de 10 m de altura. O transecto 2 foi traçado numa zona relativamente próxima do anterior, porém ao longo de uma linha onde a vegetação é menos abundante ou quase inexistente.

As medições decorreram entre Abril e finais de Julho, perfazendo um total de dez repetições. Ao longo deste período, a vegetação evoluiu de um LAI de 0 até um LAI máximo de cerca de 6 (figura 1.b).

Os diferentes ensaios foram realizados sensivelmente entre as 12 e as 17 horas, de modo a englobar um período do dia caracterizado por condições atmosféricas relativamente uniformes, reduzindo desta forma o efeito das condições meteorológicas na variabilidade das concentrações de PM10. Durante a realização dos ensaios procedeu-se também à contagem de veículos, por categoria (ligeiros, pesados e motociclos) e por tipo de combustível consumido (gasolina e gasóleo).

O segundo tipo de experiência levada a cabo decorreu na área verde das piscinas municipais de Bragança (figura 1c). Neste caso, recorreu-se a uma fonte improvisada de PM10 (máquina agrícola) e mediram-se as concentrações deste poluente em várias posições, distribuídas ao longo de transectos lineares, intersectados perpendicularmente por uma sebe disposta segundo o eixo NE/SO (ver figura 1d). A sebe em causa é de *Pyracantha coccinea* com uma extensão de cerca de 435 metros e que delimita o recinto das piscinas municipais. A altura média situa-se nos 1.80 – 2.00 metros e a espessura média é de 140 centímetros. O “grau de abertura” estimou-se em 10 a 15%. Acresce também dizer que a selecção da fonte foi precedida de um ensaio de avaliação da sua intensidade, medindo-se a concentração de PM10, a 0,5 metros de distância, no seio da pluma emitida. O funcionamento relativamente estável e a obtenção de concentrações de aproximadamente 3000  $\mu\text{g m}^{-3}$  de PM10 foram factores decisivos para a sua utilização.



**Figura 1:** representação esquemática dos ensaios realizados: 1.a) Área de estudo da Alameda Santa Apolónia; 1.b) Fotografias ilustrativas da evolução do LAI da área de estudo da Alameda de Santa Apolónia; 2.a) Área verde das piscinas municipais; 2.b) Esquema ilustrativo das medições realizadas nas piscinas municipais.

Em ambos os ensaios, as concentrações de PM<sub>10</sub> são medidas com recurso a um monitor de partículas ADR 1200S (ThermoElectron). O Monitor ADR-1200S mede as concentrações de PM<sub>10</sub> em tempo real, por meio de um princípio de operação assente na dispersão de radiação laser, tendo sido programado para amostrar a 2 L min<sup>-1</sup> e fornecer informação de minuto a minuto. O período de medição foi de 15 minutos, nos ensaios conduzidos na Alameda de Santa Apolónia, e de 5 minutos, nos ensaios realizados nas piscinas municipais. Importa referir que um estudo de inter-comparação revelou uma excelente resposta deste aparelho face à obtida por um amostrador de referência de partículas Tecora ECHO PM, de médio caudal, equipado com cabeça PM<sub>10</sub> LVS (Fernandes, 2007).

Alguns parâmetros meteorológicos relevantes como a velocidade e a direcção do vento, a humidade relativa, a radiação solar e a temperatura do ar foram também registados a cerca de 2 metros de altura, por meio de uma estação meteorológica móvel.

### 3. Resultados Preliminares

Os principais resultados obtidos nos ensaios conduzidos na Alameda de Santa Apolónia apresentam-se a seguir na figura 2 e na tabela 1. Atentando na figura 2, podemos constatar que nos três primeiros ensaios não é perceptível uma variação significativa dos níveis de PM<sub>10</sub> entre os dois transectos. Essa variação pouco proeminente pode ser explicada pelos valores próximos de zero de LAI que prevaleciam nesse período, criando condições semelhantes entre os dois transectos em termos de biomassa foliar.

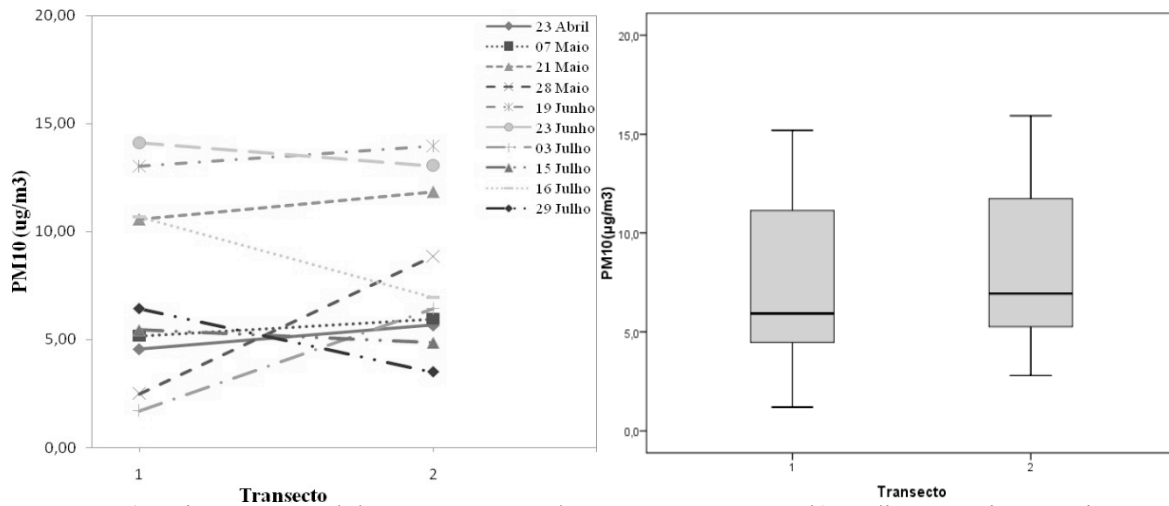


Figura 2: a) variação temporal das concentrações de PM10 por transecto; b) mediana, máximo, mínimo, 1º e 3º quartile das concentrações de PM10 por transecto.

Nos ensaios que se seguiram podemos visualizar o aumento generalizado das concentrações de PM10 e, além disso, a tendência para a existência de um gradiente positivo, à medida que nos deslocamos do transecto 1 para o transecto 2. Em alguns ensaios foram encontradas diferenças consideráveis, superiores a um factor de 2. Esta variação parece, de certa forma, estar correlacionada com o aumento significativo da biomassa foliar nos transecto 1 ao longo do tempo, como reportado anteriormente. Em conformidade com alguns autores (Freiman *et al.*, 2006; Bruse, 2007), este feito resulta da capacidade da vegetação filtrar partículas finas e ultrafinas por meio do fenómeno de deposição seca.

Tabela 1: Valores médios das variáveis meteorológicas, volume de tráfego rodoviário e níveis de PM10.

Ensaio	Ta [°C]	RH [%]	V (ms-1)	WD [°]	St (Wm-2)	Veículos	Transecto 1		Transecto 2	
							PM10 [ugm-3]	Veículos	PM10 [ugm-3]	Veículos
1 Média	24,30	16,12	2,32	195	648,11	141,56	4,56	195	5,67	118
Desvio Padrão	0,57	1,41	0,46	27,00	85,30	49,96	0,15	57	1,79	17
2 Média	25,22	19,75	2,62	246	761,09	151,89	5,18	179	5,96	114
Desvio Padrão	0,28	0,96	0,31	27,26	205,41	41,18	0,83	9	0,62	28
3 Média	27,71	25,77	1,57	220	850,64	141,11	10,58	191	11,84	103
Desvio Padrão	0,40	1,25	0,24	56,05	79,40	56,88	2,14	69	0,77	9
4 Média	26,32	23,43	1,65	128	903,19	146,00	2,49	160	8,84	96
Desvio Padrão	1,04	0,70	0,32	46,86	69,69	45,58	0,65	26	1,01	10
5 Média	32,84	25,56	2,22	266	715,89	134,33	13,02	135	13,98	104
Desvio Padrão	0,59	2,71	0,37	24,60	59,32	34,92	1,10	27	2,04	11
6 Média	27,67	33,90	1,66	259	777,83	134,56	14,11	143	13,04	107
Desvio Padrão	0,64	4,71	0,48	52,82	132,70	36,18	1,72	33	0,91	5
7 Média	26,16	40,14	2,25	258	907,77	126,00	1,71	154	6,42	98
Desvio Padrão	0,71	1,95	0,18	31,29	44,95	39,93	0,45	55	2,18	5
8 Média	25,76	32,16	1,67	256	816,90	129,00	5,44	160	4,84	111
Desvio Padrão	0,79	1,05	0,23	46,00	111,86	28,60	0,50	26	1,26	17
9 Média	26,36	34,60	2,42	254	888,59	133,00	10,67	135	6,93	109
Desvio Padrão	0,54	1,97	0,60	25,68	39,84	36,52	0,50	17	1,05	9
10 Média	24,77	35,21	2,49	267	896,97	108,89	6,43	106	3,50	104
Desvio Padrão	1,02	5,79	0,26	26,54	40,44	21,19	0,92	30	0,94	9

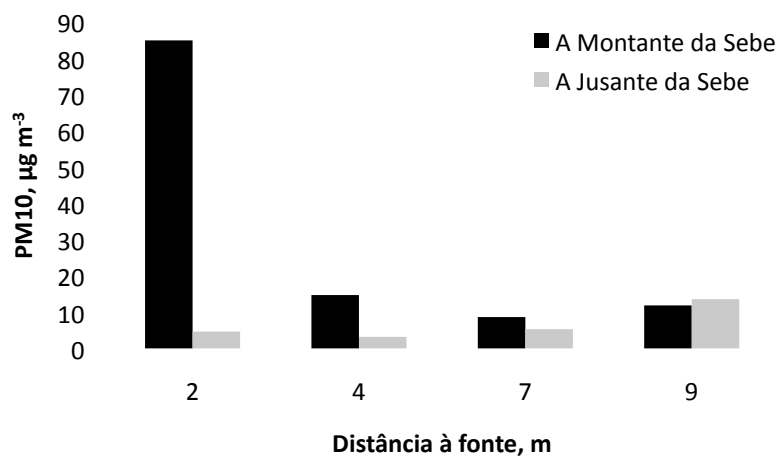
Esta explicação perde, no entanto, consistência quando analisamos os resultados dos dois últimos ensaios, os quais revelam uma tendência oposta à anterior. Encontrar um factor plausível para explicar esta inversão não é de todo linear, porém o ligeiro aumento da velocidade do vento nestes dois últimos ensaios, sugere eventualmente a existência de alguma re-suspensão de partículas depositadas na superfície cuticular das árvores e dos arbustos presentes no transecto 1. Além disso, o aumento da densidade das copas da vegetação pode agir como obstáculo de progressão do vento, dificultando a dispersão das

partículas em suspensão no ar (Bowker *et al.*, 2007). Não obstante este fenómeno ser demasiado complexo, a figura 2b mostra que, globalmente, a exposição a partículas PM10 foi maior no transecto traçado na zona não vegetada do que na zona vegetada, ainda que as diferenças não sejam muito significativas. Através da análise da tabela 1, podemos ainda constatar que, durante a realização dos ensaios, as condições de tráfego rodoviário não se mantiveram estacionárias, tendo-se registado sistematicamente intensidades de tráfego superiores nos períodos em que se efectuaram as medições no transecto 1. Este facto sugere que as emissões rodoviárias não exerceram influência significativa nas concentrações de PM10, podendo também indiciar que se poderia ter obtido níveis de PM10 mais baixos no transecto 1, no caso de as medições serem feitas em condições de tráfego idênticas às registadas aquando das medições no transecto 2.

No que concerne aos ensaios conduzidos na sebe das piscinas municipais de Bragança, os principais resultados apresentam-se tabela 2 e na figura 3.

**Tabela 2:** Concentrações médias de PM10, velocidade e direcção do vento.

Transecto	Distância à fonte (m)	PM10 ( $\mu\text{g m}^{-3}$ )		V ( $\text{m s}^{-1}$ )	D.V. (°)
		Média	STD		
1	2	79,00	46,11	0,75	243,0
	4	25,54	16,43	1,20	315,0
	7	8,63	1,46	1,56	287,0
	9	11,83	2,68	1,38	316,0
	12	9,79	1,66	1,23	306,0
	14	7,96	0,66	1,12	294,0
	17	4,50	1,35	0,88	297,0
	19	4,75	1,10	1,49	293,0
2	2	4,63	1,85	1,53	279,0
	4	3,17	1,45	1,32	238,0
	7	6,96	3,62	1,60	312,0
	9	23,83	14,18	1,38	269,0
3	2	90,67	69,83	1,28	300,0
	4	-	-	1,29	310,0
	7	4,17	2,37	1,19	309,0
	9	3,29	2,76	1,52	312,0
	12	2,83	1,16	1,58	296,0
	14	1,21	1,01	1,38	220,0



**Figura 3:** Concentrações de PM10 medidas a montante e a jusante da sebe.

Analisando os dados tabelados, verifica-se que existem algumas incongruências, motivadas pelas dificuldades sentidas em implementar este tipo de experiência no terreno. Essas dificuldades resultam essencialmente das limitações inerentes à fonte, nomeadamente a dimensão da pluma gerada e a alguma variabilidade da direcção do vento. A conjugação destes dois factores levou a que um ligeiro desvio da pluma de poluição, relativamente à linha fonte-monitor, tivesse motivado registo de concentrações de PM10 algo díspares, principalmente à medida que o ponto de medição se afastava da fonte.

Apesar de estarmos cientes das falhas experimentais e das incertezas que decorrem da análise dos resultados, a figura 3 mostra que a sebe actua efectivamente como um elemento filtrante de material particulado. Esta constatação é particularmente evidente, quando comparamos os valores de PM10 medidos a 2 metros de distância da fonte no transecto 1 e 3, sem sebe a intersectar a linha fonte-monitor, com os registados no transecto 2, à mesma distância, mas a jusante da sebe. Os resultados sugerem também que o efeito barreira é tanto mais significativo quanto menor for a distância da sebe à fonte, pois enquanto no transecto 2, com a fonte junto à sebe, o efeito barreira se traduz numa redução de PM10 de aproximadamente  $80 \mu\text{g m}^{-3}$ , no transecto 3, com a fonte a 5 metros da sebe, a barreira introduz provavelmente um acréscimo na redução das concentrações de PM10 de aproximadamente  $4 \mu\text{g m}^{-3}$ , admitindo que não há diferenças significativas entre o transecto 1 e 3, à distância de 4 metros.

#### **4. Conclusões**

Os resultados obtidos neste estudo, ainda em desenvolvimento, sugerem que a presença de vegetação tende a reduzir os níveis atmosféricos de PM10, principalmente durante o período de crescimento foliar. Esse papel positivo de “limpeza” da atmosfera pode tornar-se especialmente relevante em cidades com níveis de PM10 mais elevados. Também se demonstra que a vegetação actua eficazmente na filtração de PM10, particularmente quando localizada nas proximidades das fontes de poluição móveis ou fixas.

Acrescenta-se que face à complexidade dos fenómenos envolvidos nesta relação entre vegetação e PM10, as incertezas decorrentes deste tipo de ensaios são elevadas e, por conseguinte, dificulta a obtenção de resultados conclusivos. Procuraremos contornar estas dificuldades, desenvolvendo futuramente ensaios similares, porém substituindo a fonte de PM10 e, se possível, introduzindo a medição simultânea de PM10 em dois pontos.

Apesar de ter carácter preliminar, este estudo reforça a importância da adopção de um planeamento urbano que valorize as funções ambientais da vegetação, na medida em que a sua correcta utilização contribuirá para melhorar a qualidade do ambiente urbano de forma sustentável.

#### **Agradecimentos**

O projecto de investigação GreenUrbe (PPCDT/AMB/59174/2004) é financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) e pelo Fundo Europeu para o Desenvolvimento Regional (FEDER).

## Referências Bibliográficas

- Bowker, G.E., Baldauf, R., Isakov, V., Khlystov, A., Petersen, W., 2007. The effects of roadside structures on the transport and dispersion of ultrafine particles from highways. *Atmospheric Environment* 41, 8128-8139.
- Bruse, M., 2007. Particle filtering capacity of urban vegetation: a microscale numerical approach. In Endlicher et al. (Eds). *Tagungsband zum Workshop über den wiss. Erkenntnisstand über das Feinstaubfilterungspotential von Pflanzen*, Berlin 1.Juni 2007 (Berliner Geographische Arbeiten 109), pp. 61-70.
- Chan, L. Y., Kwok, W. S., Lee, S. C. e Chan, C. Y., 2001. Spatial variation of mass concentration of roadside suspended particulate matter in metropolitan Hong Kong. *Atmospheric Environment* 35. 3167-3176.
- Dochery, D. W. e Pope III, C. A., 1994. Acute respiratory effects of particulate air pollution. *Annual Review Public Health* 15, 107-132
- Fernandes, A. 2008. A influência da vegetação na qualidade do ar urbano. Tese de mestrado. Universidade de Aveiro.
- Freiman, M.T., Hirshel, N., Broday, D.M., 2006. Urban-scale variability of ambient particulate matter attributes. *Atmospheric Environment* 40, 5670-5684.
- Fuller G. W. e Green D., 2004. The impact of local fugitive PM10 from building works and road works on the assessment of the European Union Limit Value. *Atmospheric Environment* 38. 4993-5002.
- Givoni B. M. N., Saaroni H., Pochter O., Yaacov N. F. Y. e Becker S., 2003. Outdoor comfort research issues, *Energy & Buildings* 35, 77-86.
- Gromke, C., Rucka, B., 2007. Influence of trees on the dispersion of pollutants in an urban street canyon—Experimental investigation of the flow and concentration field. *Atmospheric Environment* 41 (16), 3287-3302.
- Nowak D. J., Crane D. E. e Stevens J. C., 2006. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States, *Urban Forestry & Urban Greening* 4, 115-123.
- Sashua-Bar L. e Hoffman M. E. M., 2004. Quantitative evaluation of passive cooling of UCL microclimate in hot regions in summer, case study: urban streets and courtyards with trees. *Building & Environment* 39 (9), 1087-1099.
- Schwartz, J. Dochery, D. W., Neas, L. M., 1996. Is daily mortality associated specifically with fine particles? *Journal of Air and Waste Management Association* 46, 927-939.

# Mapas de Ruído: ferramenta estratégica para a melhoria do ambiente urbano

TERESA CANELAS<sup>1</sup>, PAULO CABRAL<sup>1</sup>

<sup>1</sup>IEP – Instituto Electrotécnico Português  
Laboratório de Metrologia e Ensaios  
Rua de S. Gens, 3717 – 4460-409 Senhora da Hora (Portugal)  
tel. (351) 22 957 0023, [met@iep.pt](mailto:met@iep.pt)

*Resumo:* O presente artigo apresenta de uma forma sintética a metodologia actualmente utilizada para a elaboração de Mapas de Ruído enquanto ferramentas estratégicas para a melhoria da qualidade de vida nos Municípios. É feita uma síntese da evolução legislativa neste âmbito, tanto a nível europeu como a nível nacional. São descritos os principais indicadores de ruído utilizados; são também referidos os diversos tipos de Mapas de Ruído habitualmente elaborados. Por fim, são apresentados alguns exemplos de mapas elaborados pelo IEP, tendo em vista uma melhor compreensão dos temas expostos.

## 1. Introdução

Um Mapa de Ruído é uma representação visual da distribuição espacial dos índices de ruído ambiente, constituindo-se como um meio de diagnóstico e revelador, em detalhe, das emissões sonoras, da influência das diferentes fontes e da exposição das populações ao ruído ambiente.

Os Mapas de Ruído de cada Município afiguram-se como ferramentas essenciais ao ordenamento e ao planeamento urbano, permitindo que o ruído seja integrado conjuntamente com todos os outros indicadores ambientais, em ordem ao crescimento sustentável dos Municípios, visando garantir a qualidade do ambiente sonoro nas habitações, nos locais de trabalho e nas áreas de lazer.

Juntamente com o Zonamento Acústico, no qual se classifica cada parcela do Município em “zonas mistas” e em “zonas sensíveis”, de acordo com os usos do solo predominantes, um Mapa de Ruído permite aos técnicos da autarquia elaborar com maior fiabilidade os Planos de Redução de Ruído, os quais deverão possibilitar o cumprimento dos valores limite definidos para cada uma das zonas.

## 2. Antecedentes legais

Os Mapas de Ruído surgem na legislação nacional associados ao *Regime Legal sobre a Poluição Sonora*, publicado em 2000 pelo Decreto-Lei n.º 292/2000, de 14 de Novembro. Este diploma introduziu diversos conceitos fundamentais para um adequado planeamento urbano do ponto de vista da gestão do ruído. Foram então definidos os conceitos de “zonas mistas” e de “zonas sensíveis”, entre vários outros. Nesse mesmo ano, 2000, surgem já



mapas de ruído em alguns Municípios, os quais viriam a conhecer importantes desenvolvimentos nos anos subsequentes.

Entretanto, foi publicada em 2002 a Directiva 2002/49/CE, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente, que introduziu a obrigatoriedade de os diversos Estados-membros procederem à recolha de dados acústicos e elaborarem relatórios sobre o ambiente acústico, de forma a criar-se uma base para a definição de uma futura política comunitária neste domínio e garantir uma mais ampla informação do público. Portugal transpôs essa Directiva em 2006, através do Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de Julho. Foi posteriormente publicado o novo *Regulamento Geral do Ruído*, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro. Em conjunto, estes dois diplomas introduziram novos indicadores de ruído e conduziram à necessidade de adaptar os Mapas de Ruído já existentes a esses novos indicadores.

### 3. Indicadores mais relevantes para os Mapas de Ruído

A legislação define diversos períodos de referência com relevância para o estabelecimento dos indicadores a considerar na elaboração dos mapas de ruído. Esses períodos têm em consideração as actividades humanas típicas e são definidos nos seguintes termos:

- Período diurno (D) – das 7 às 20 horas;
- Período do entardecer (E) – das 20 às 23 horas;
- Período nocturno (N) – das 23 às 7 horas;

Para cada um desses períodos são definidos indicadores de ruído que procuram ter em conta a relação entre o ruído ambiente e o seu efeito prejudicial para a saúde ou para o bem-estar humano. São eles:

- $L_d$ , ou  $L_{day}$  – indicador de ruído diurno;
- $L_e$ , ou  $L_{evening}$  – indicador de ruído do entardecer;
- $L_n$ , ou  $L_{night}$  – indicador de ruído nocturno. Pretende quantificar os níveis sonoros a que a população está exposta durante o seu período habitual de descanso

É também definido um indicador ponderado para o conjunto daqueles três períodos:

- $L_{den}$  – indicador de ruído diurno/entardecer/nocturno. Indicador do nível de ruído global ao longo dos três períodos de referência, utilizado para qualificar o incómodo global face à exposição ao ruído.

### 4. Metodologia utilizada

Para a elaboração dos Mapas de Ruído recorre-se a uma metodologia baseada em modelos matemáticos e em algoritmos computacionais que permitem trabalhar com uma grande quantidade de dados referentes ao solo e aos seus usos, bem como às fontes de ruído. Este

método permite introduzir actualizações sempre que ocorram alterações aos dados que serviram de base para a criação daqueles modelos matemáticos.

Elaboram-se, em regra, os mapas seguintes:

- **Mapa de Ruído Estratégico** – usados principalmente para a identificação das grandes fontes de ruído, bem como para prever valores futuros do ruído resultantes da implantação de novas infra-estruturas (de transporte ou outras);
- **Mapas de Pormenor** - ferramentas complementares de planeamento urbanístico; são bastante mais pormenorizados do que os mapas estratégicos, permitindo aos Municípios tomar decisões fundamentadas quanto à autorização, ou não, de construir em determinados locais; servem também para impor exigências de isolamento acústico em certos locais, no sentido de assegurar o direito ao sossego aos futuros moradores de determinadas áreas.

A metodologia utilizada para a realização de Mapas de Ruído é, resumidamente, a seguinte:

- Definição da área do mapa e da área de estudo;
- Recolha de dados climatéricos e geográficos;
- Importação para o software da altimetria e criação do modelo digital do terreno (tridimensional);
- Importação para o software dos edifícios e barreiras à propagação do ruído, e sua transformação em 3D;
- Identificação e levantamento das principais fontes de ruído existentes no Município (tráfego rodoviário, tráfego ferroviário, fontes industriais e outras);
- Caracterização das fontes de ruído com base nas normas aplicáveis;
- Análise e tratamento de dados das fontes sonoras, obstáculos, efeito do solo e padrões de ocupação do solo;
- Simulação dos níveis de ruído para o Município, através do software de cálculo;
- Validação do modelo, através da selecção de pontos de medição em locais determinados. Medição de níveis de pressão sonora nesses pontos e sua comparação com os valores calculados através do modelo computacional, para as mesmas condições de funcionamento e condições climatéricas;
- Impressão final do mapa de ruído e análise de eventuais erros de processamento.

## 5. Apresentação dos Mapas

Em resultado da metodologia exposta são calculados os mapas genéricos para comparação dos resultados com os indicadores  $L_{den}$ ,  $L_d$ ,  $L_e$  e  $L_n$ . Habitualmente a apresentação é feita das formas seguintes:

- **Mapa de Ruído Global** – níveis sonoros resultantes do somatório das contribuições ponderadas de todas as fontes de ruído, representados pelo indicador  $L_{den}$ ;
- **Mapa de Ruído por período de referência** (diurno, entardecer, nocturno) – níveis sonoros resultantes do somatório da contribuição de todas as fontes de ruído para o período em análise (representado pelo indicador  $L_d$ ,  $L_e$  ou  $L_n$ , conforme o caso).

## 6. Importância da actualização permanente dos Mapas de Ruído

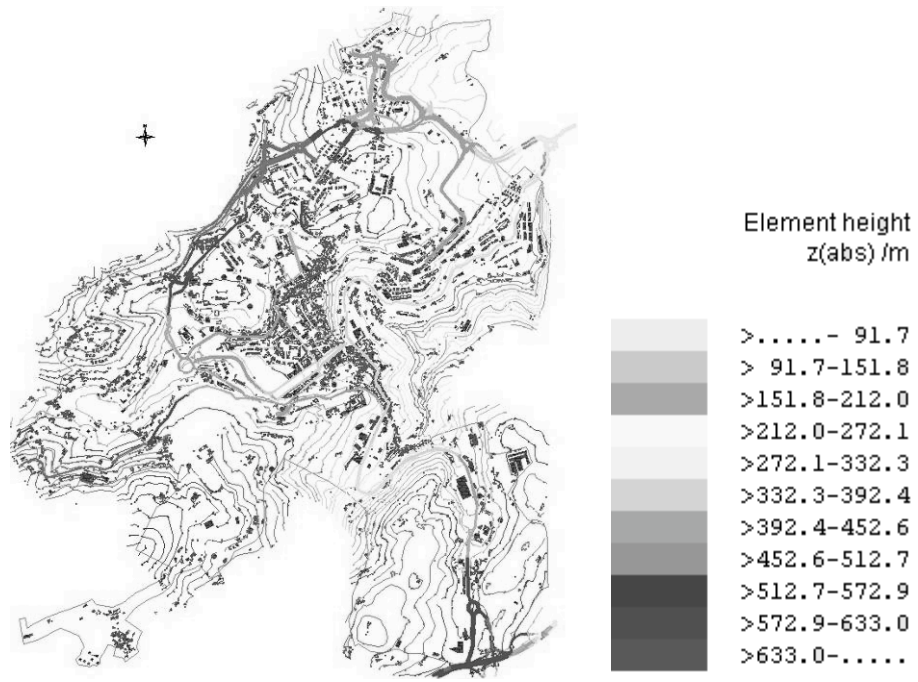
Um Mapa de Ruído, sendo uma ferramenta de planeamento estratégico do Município, deve ser mantido actualizado face a todas as alterações urbanísticas, rodoviárias, ferroviárias ou outras que ocorram. Os próprios indicadores de ruído estão sujeitos a evolução, pelo que devem ser periodicamente reavaliados e os seus novos valores introduzidos nos modelos matemáticos.

Assim, é fundamental que cada Município procure manter actualizada esta importante ferramenta, para que ela seja útil de forma permanente.

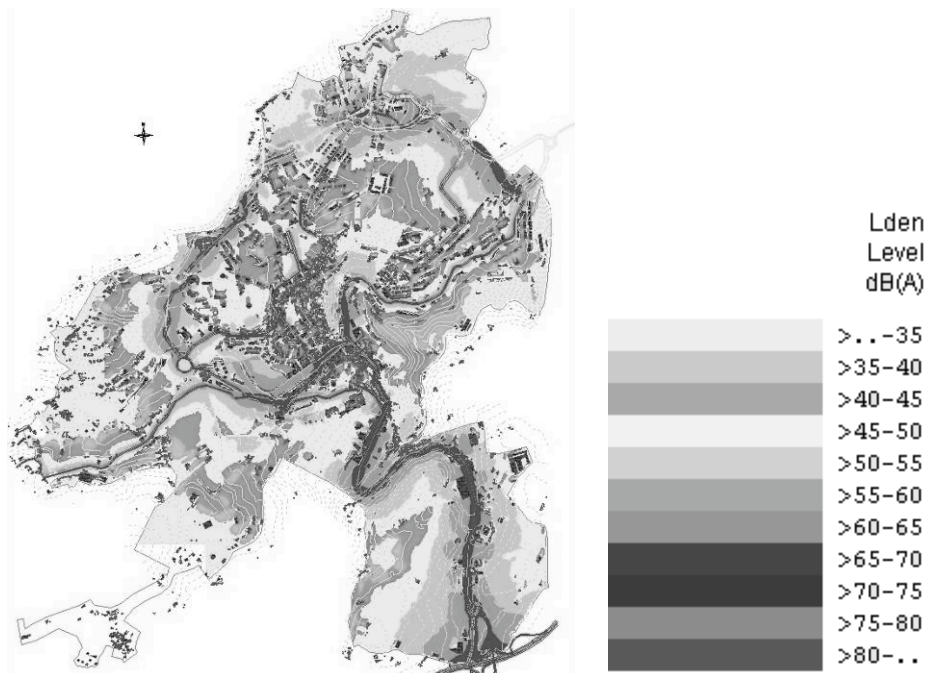
## 7. Alguns exemplos de Mapas de Ruído



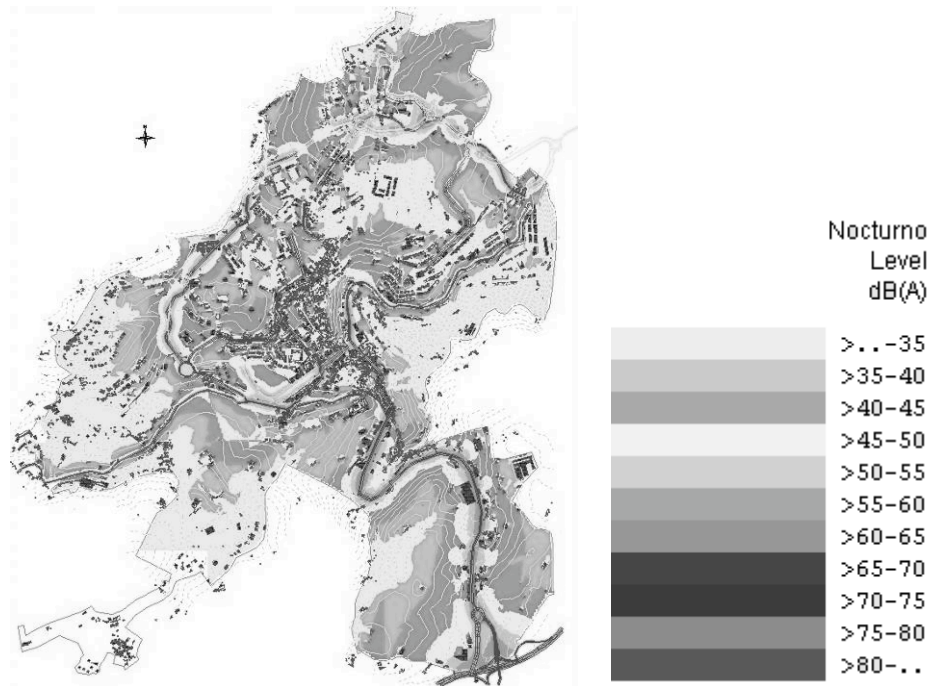
*Figura 1:* Modelo cartográfico do terreno



**Figura 2:** Carta de altitudes



**Figura 3:** Mapa de ruído global - indicador  $L_{den}$



**Figura 4:** Mapa de ruído para o período de referência nocturno - indicador  $L_n$

### Referências Bibliográficas

Decreto-Lei n.º 292/2000, de 14 de Novembro de 2000

Directiva 2002/49/CE, Jornal Oficial das Comunidades Europeias, 18 de Julho de 2002

Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de Julho de 2006

Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro de 2007

Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído, Agência Portuguesa do Ambiente, Junho de 2008

Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure, European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), Janeiro de 2006.

# A modelação como ferramenta de melhoria de qualidade acústica urbana: o caso do Parque da Braguinha (Bragança)

M. Feliciano<sup>1,2</sup>, F. Maia<sup>1</sup>, A. Gonçalves<sup>1,2</sup>, J. P. Castro<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior Agrária, Campus de Santa Apolónia, Apartado 1172, 5301-855, Bragança, [msabenca@ipb.pt](mailto:msabenca@ipb.pt)

<sup>2</sup>Centro de Investigação de Montanha, Campus de Santa Apolónia, Apartado 1172, 5301-855, Bragança

*Resumo:* As ferramentas de modelação acústica assumem elevada importância na procura de opções de desenho urbano, capazes de propiciarem condições de saúde humana e de bem-estar social. Com vista a avaliar as possibilidades de melhoria do ambiente acústico de um jardim público da cidade de Bragança, o Parque da Braguinha, recorreu-se ao software de modelação CADNA'A. Este estudo envolveu uma primeira fase de modelação acústica da situação existente e uma segunda de previsão dos níveis sonoros para cinco cenários distintos. Os cenários definidos vão desde a simples introdução de uma barreira acústica, ao longo do principal eixo rodoviário, passando pela introdução de uma barreira acústica, ao longo do perímetro do parque, até à introdução de alterações na própria morfologia do terreno. Os resultados obtidos mostram que qualquer um dos cenários estudados conduz a melhorias significativas do ambiente sonoro. Para alguns desses cenários, a área exposta a LAeq diurnos superiores a 55 dBA é substancialmente inferior em relação à situação actual.

## 1. Introdução

O ruído é uma das principais causas de degradação da qualidade do ambiente urbano. Constitui um problema que tende a agravar-se devido, sobretudo, ao desenvolvimento desequilibrado dos espaços urbanos e ao aumento significativo da mobilidade das populações, com o conseqüente incremento dos níveis de tráfego rodoviário (Zannin *et al.*, 2001). O ruído de actividades industriais e comerciais pode assumir também uma importância considerável no aparecimento de situações de elevada incomodidade em muitas cidades. Este crescimento da poluição sonora é insustentável, porquanto envolve efeitos adversos directos e cumulativos na saúde humana e apresenta efeitos sócio-culturais, estéticos e económicos elevados (WHO, 1999). Estes níveis elevados de poluição afectam também seriamente paisagens urbanas com características sonoras singulares. Deste modo, reduzir os níveis de ruído urbano e construir espaços urbanos aprazíveis, do ponto de vista acústico, devem ser objectivos do planeamento urbano (Brown, 2003; Yang e Kang, 2004).

Neste contexto, a utilização de ferramentas de modelação acústica, capazes de caracterizar situações actuais e, simultaneamente, prever o ambiente sonoro de diferentes alternativas de desenho urbano, pode ajudar a alcançar esses objectivos (Santos *et al.*, 2004; Bento Coelho, 2005). De facto, essas ferramentas são essenciais para uma avaliação mais

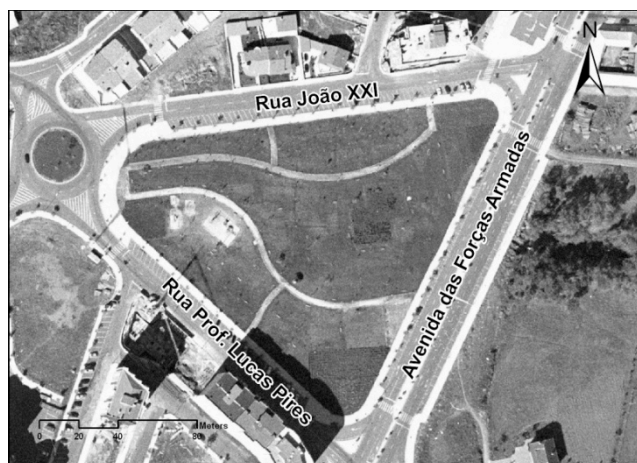
rigorosa dos impactes de novas infra-estruturas rodoviárias, de novas urbanizações, de novos espaços verdes, entre outras estruturas.

No presente artigo, apresentam-se os principais resultados de um estudo de modelação acústica, desenvolvido no âmbito de um projecto de investigação, que visou avaliar/melhorar o ambiente sonoro de um espaço verde público formal da cidade de Bragança – o Parque da Braguinha. Este parque insere-se no seio de uma zona predominantemente residencial, incorporando diversas funções sociais que requerem, entre muitas outras características, a existência de um ambiente acústico de elevada qualidade. Por isso, implementar medidas de redução do impacto do ruído rodoviário é crucial para melhorar o ambiente sonoro deste parque.

## 2. Descrição Experimental

### 2.1 Local de Estudo

O Parque da Braguinha, localizado na cidade de Bragança, foi concluído em 2002, no âmbito do Projecto de Loteamento da Quinta da Braguinha. Este parque, de aproximadamente 17600 m<sup>2</sup> de área, apresenta uma forma triangular, sendo limitado a Este pela Av. Das Forças Armadas, a Norte pela R. Professor Lucas Pires e a Oeste pela R. João XXI (ver figura 1). Trata-se de um espaço ajardinado com predominância de zonas relvadas e de algumas manchas com espécies arbustivas. Também existem algumas árvores jovens dispostas em alinhamentos, em grupos de três ou dispersas (Carvalho e Gonçalves, 2008). Este espaço dispõe ainda de alguns equipamentos de recreio infantil, de manutenção física e um número alargado de bancos de jardim. As fontes de ruído que se fazem sentir no interior do parque são essencialmente os automóveis que circulam nas vias que o rodeiam, com especial relevância para a circulação rodoviária na Av. Das Forças Armadas, que apresenta, em média uma intensidade de tráfego de aproximadamente 400 veículos por hora. Ainda que menos movimentada, a Rua Professor Lucas Pires apresenta valores médios de tráfego da ordem dos 220 veículos por hora, enquanto a Rua João XXI, essencialmente usada por moradores, o tráfego horário decresce para cerca de 100 veículos, sensivelmente.



*Figura 1:* Vista aérea do Parque da Braguinha.

## 2.2 Metodologia

A metodologia adoptada no presente estudo envolveu duas etapas distintas, que se desenvolveram entre 2008 e 2009. Uma inicial que consistiu na modelação dos níveis de pressão sonora diurnos da situação existente. Esta etapa incluiu ainda a medição de níveis de pressão sonora, com um sonómetro da Bruel & Kjaer modelo 2160 Observer, num conjunto de pontos, de modo a podermos validar os resultados do modelo. A segunda fase envolveu a modelação dos níveis de pressão sonora para cinco cenários distintos criados para o efeito. A modelação dos níveis de pressão sonora foi levada a cabo com o software CADNA'A e resultou na criação de mapas de ruído, expressos em termos de nível sonoro contínuo equivalente (LAeq), para uma altura de 1,5 m e com uma resolução de 3×3m.

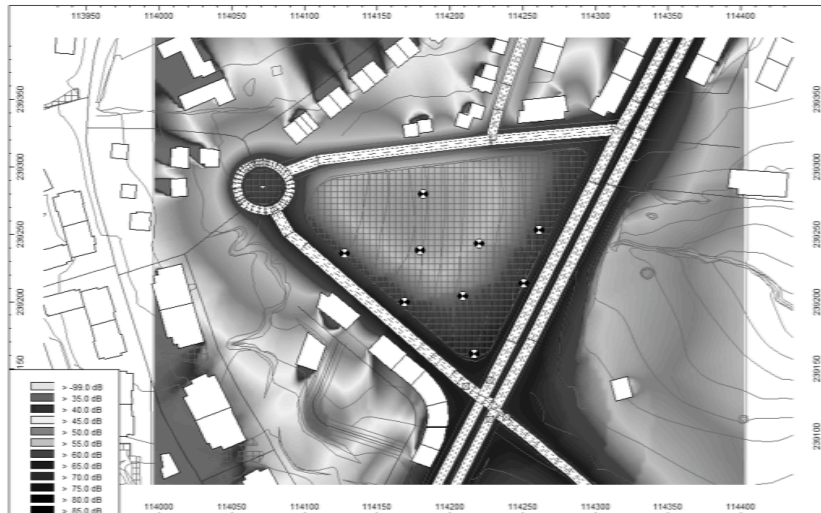
Para a concretização destas etapas foi ainda necessário recolher informação de natureza variada, quer para construir o modelo digital de terreno 3D para a situação existente, quer para fornecer os dados de entrada relativos ao modelo acústico. Destaca-se a recolha e correcção de informação digital (e.g. altimetria, planimetria, edificado) e a identificação e caracterização das fontes de ruído relevantes do local (tráfego rodoviário). A construção do modelo digital do terreno teve por base as curvas de nível com uma equidistância de 2m entre cada curva. Acresce dizer que na modelação das emissões sonoras foi usado o algoritmo francês NMPB-Routes 96, tendo por base a intensidade de tráfego referida na secção 2.1.

## 3. Resultados

### 3.1 Avaliação acústica da situação existente

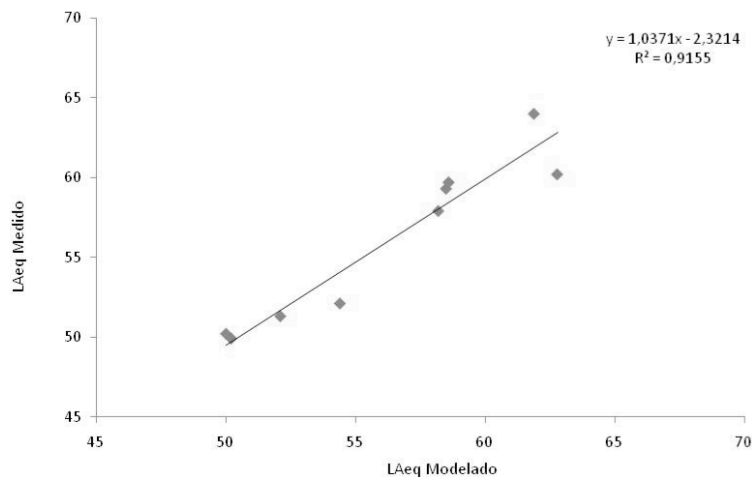
A figura 3 apresenta o mapa de ruído referente à situação existente, para o período diurno. A análise do mapa mostra que os valores de LAeq foram um pouco elevados, tendo em consideração as funções do Parque da Braguinha. Prevalecem valores de LAeq superiores a 55 dBA, em cerca de  $\frac{3}{4}$  da área de estudo. A Organização Mundial de Saúde recomenda valores de LAeq inferiores a 55 dBA para espaços de recreio infantil (WHO, 1999). Além disso, os sons prevalecentes têm origem na circulação automóvel, criando, de certa forma, uma paisagem acústica pouco agradável, para a maior parte dos utilizadores deste espaço verde (Feliciano *et al.*, 2009). Acrescenta-se, no entanto, que sendo os níveis de ruído de fundo relativamente baixos, aproximadamente 47 dBA, a implementação de medidas de controlo de ruído é encorajadora como forma de se alcançar uma paisagem acústica singular.





**Figura 2:** Mapa de ruído referente a situação existente para o período diurno. Os nove pontos representados no interior do parque correspondem aos locais onde foram realizadas as medições de ruído.

Os principais resultados da validação do modelo são apresentados na figura 3, na qual se comparam os valores de LAeq modelados com os valores de LAeq medidos para um conjunto de 9 pontos distribuídos pela área de estudo.

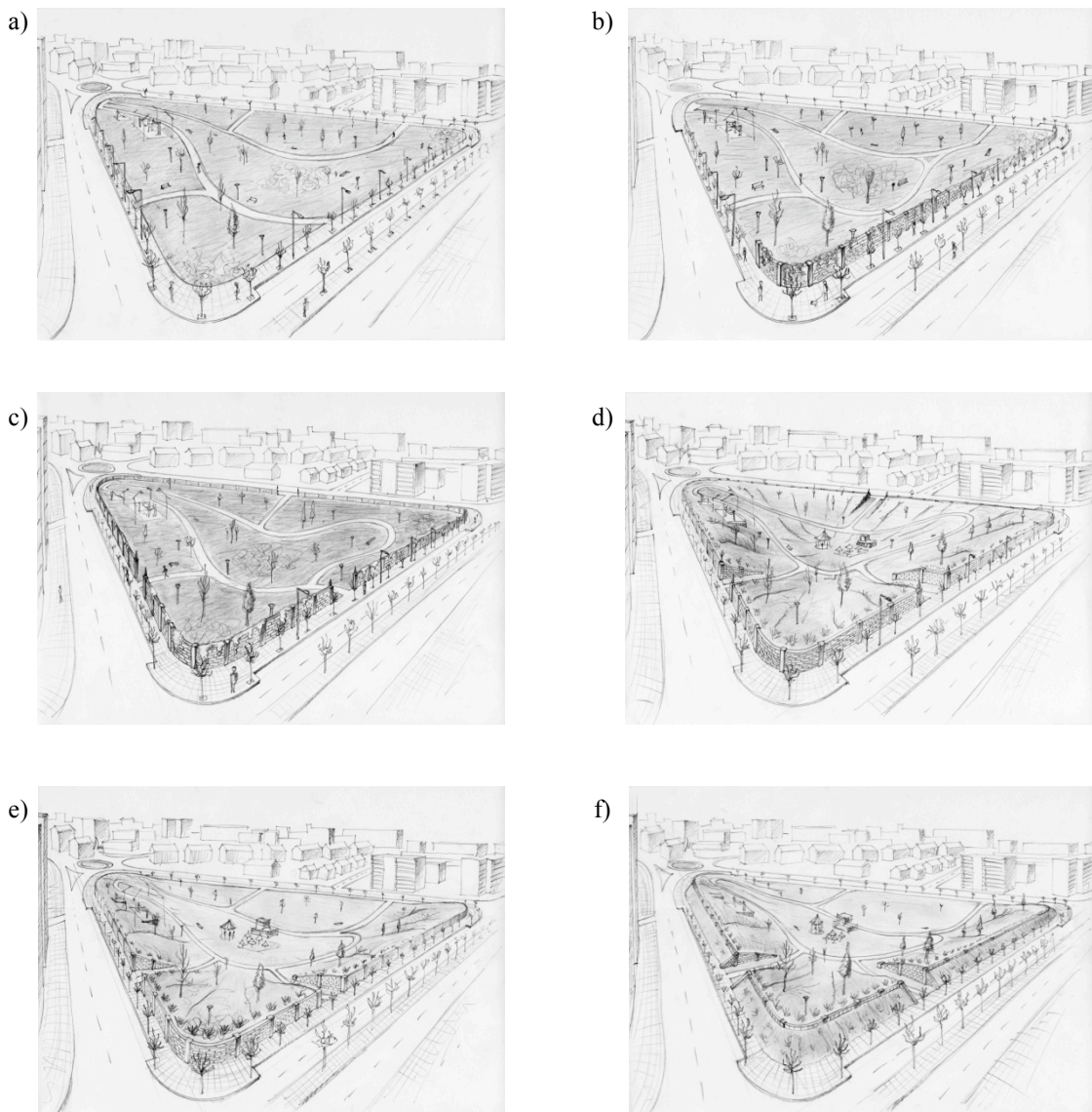


**Figura 3:** Comparação entre os valores de LAeq modelados e os medidos.

A análise da figura 3 mostra que as diferenças entre os valores modelados e os valores medidos são em média inferiores a 3 dBA e evidencia a existência de uma excelente relação entre estas duas variáveis ( $R^2 = 0,9155$ ).

### 3.2 Avaliação acústica dos cenários

Como já foi referido anteriormente, foram criados cinco cenários distintos. Alguns dos cenários foram pensados de forma a valorizar os objectivos acústicos, sem ter em consideração os aspectos estéticos; outros surgiram da integração de critérios acústicos e estéticos (ver figura 4).

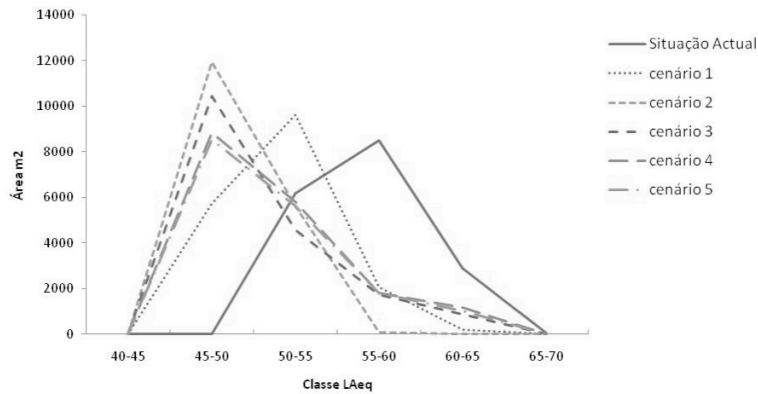


**Figura 4:** Parque da Braguinha e respectivos cenários. a) situação actual; b) cenário 1; c) cenário 2; d) cenário 3; e) cenário 4; f) cenário 5

O primeiro cenário consistiu na simples introdução de uma barreira acústica com 2 m de altura ao longo da fachada voltada para o principal eixo rodoviário, Av. das Forças Armadas. O cenário 2 incorporou medidas mais radicais, com a delimitação de todo o parque com uma barreira acústica de 2 m de altura, deixando-se 3 passagens, uma em cada um dos lados. No terceiro cenário, continua a existir uma barreira construída nos mesmos moldes do cenário 2, mas a superfície do parque passa a ter uma forma côncava, conseguida através da introdução de aterro e respectiva modelação de terreno. O cenário 4 envolve a construção de uma barreira de 2 m de altura ao longo das “fachadas” Oeste e Norte, modelando a superfície do terreno do parque de forma a criar um declive decrescente desde o topo da barreira até a cota da situação actual no sentido da “fachada” Este. Por último, o quinto cenário é em tudo semelhante ao quarto, diferenciando-se pela deslocação da barreira em 1,5 m para dentro do actual perímetro do parque. Essa faixa de 1,5 metros permitirá reduzir o impacte visual da barreira através da colocação de uma

rampa em terra coberta com vegetação. Este cenário configura, na opinião dos autores, a situação mais favorável do ponto de vista estético.

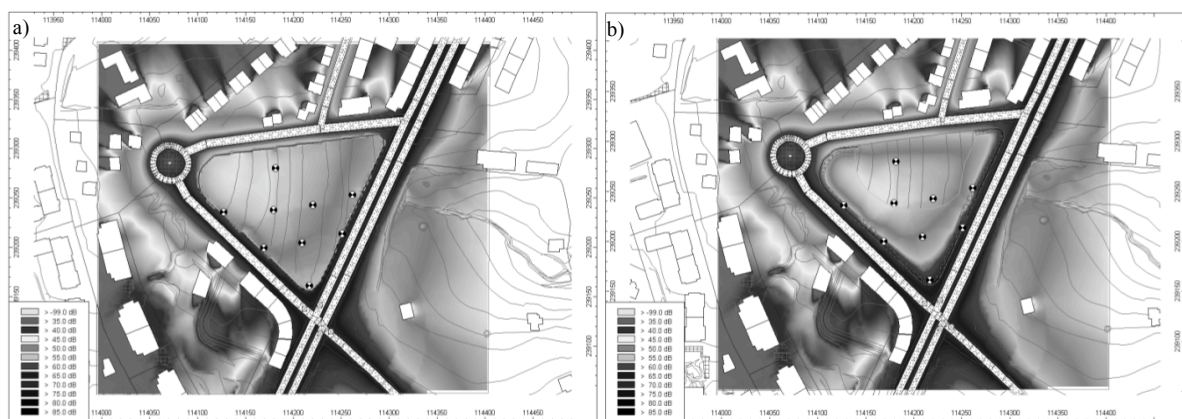
No que concerne aos resultados das simulações dos níveis sonoros, apresenta-se na figura 5 a distribuição da área do parque por classes de ruído, de 5 dBA de amplitude, para a situação existente e para os diferentes cenários.



**Figura 5:** Representação gráfica da distribuição da área do parque por classes de níveis sonoros, para a situação actual e para os 5 diferentes cenários.

Da análise da figura podemos constatar que, de um modo geral, todos os cenários criados conduzem a situações sonoras mais favoráveis do que a inerente à situação existente. De entre os cenários estudados, verifica-se que o cenário 2 é o que mais se destaca em termos de atenuação sonora, reduzindo em cerca de 100% a área do parque exposta, na situação actual, a níveis sonoros superiores a 55 dBA. Integrando critérios económicos e estéticos no processo de avaliação/selecção de alternativas, considera-se que os cenários 4 e 5 constituem as alternativas de desenho mais viáveis.

Para melhor visualizarmos as melhorias acústicas, em termos espaciais, proporcionadas pelos cenários, os mapas referentes aos cenários 2 e 5 são apresentados na figura 5.



**Figura 6:** a) mapa de ruído referente aos cenários 2; b) mapa de ruído referente ao cenário 5.

A comparação entre os dois mapas mostra que, enquanto o cenário 2 proporciona atenuações mais elevadas na faixa periférica do parque, o cenário 5 apresenta melhores resultados para a parte central.

## 4. Conclusões

Não obstante o estudo se integrar no âmbito académico, desenvolvido sem qualquer intuito de vir a ser aplicado ao espaço em questão, consideramos que constitui um bom exemplo dos benefícios decorrentes da integração da componente acústica no planeamento urbano. Os resultados obtidos neste estudo mostram a possibilidade de melhorar significativamente o ambiente sonoro do Parque da Braguinha. Do ponto de vista acústico, a colocação de uma barreira acústica de 2 metros de altura, em torno do perímetro do parque (cenário 2), apresenta-se como a opção mais eficaz. Todavia, na perspectiva dos autores, a melhor alternativa envolve a elevação da cota periférica do parque em 2 metros, relativamente à cota dos dois eixos rodoviários mais importantes – Av. Das forças Armadas e a R. Professor Lucas Pires (cenário 5), uma vez que esta opção reúne os critérios acústicos necessários e assegura, à partida, um enquadramento paisagístico bastante mais favorável. Com este estudo foi possível demonstrar que as ferramentas de modelação acústica são fundamentais no actual contexto de sustentabilidade urbana, sendo necessário todavia o seu aperfeiçoamento em termos de incorporação de fenómenos relevantes, nomeadamente os efeitos da vegetação que são descritos de forma incompleta nos actuais modelos ou simplesmente nem estão incorporados.

## Agradecimentos

O projecto de investigação GreenUrbe (PPCDT/AMB/59174/2004) é financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) e pelo Fundo Europeu para o Desenvolvimento Regional (FEDER). As ilustrações feitas à mão que se apresentam neste artigo foram elaboradas pelo Dr. José Gonçalves, a quem manifestamos os nossos sinceros agradecimentos.

## Referências Bibliográficas

- Brown, A.L. 2003. Acoustics objectives for designed and managed soundscape. *In*: acoustic ecology international symposium. Melbourne, Australia.
- Bento Coelho J. L. e Alarcão D. 2005. Noise mapping and noise actions plans in large urban áreas. 36º Congresso Nacional de Acustica (Tecnicaustica 05), Encuentro Ibérico de Acústica Y EEA SYMPOSIUM-TERRASSA. Outubro, 2005.
- Carvalho A, e Gonçalves. 2008. Espaços verdes de Bragança. Câmara Municipal de Bragança. Portugal.
- Feliciano M., Maia F., Gonçalves A. Ribeiro A., Francisco M. Sónia F., Nunes L. 2009. Soundscape evaluation in urban green spaces: The case study of Bragança, Portugal. Comunicação escrita apresentada na XIII World Forest Congress 2009, Buenos Aires, Argentina.
- Santos, L. C. e Valado, F., 2004. O mapa de ruído municipal como ferramenta de planeamento. Acústica 2004, Guimarães. <http://www.sea-acustica.es/Guimaraes04/ID162.pdf>.
- WHO, 1999. *Guidelines for Community noise*. Edited by Birgitta Berglund, Thomas Lindvall e Dietrich H. Schwela, World Health Organisation (WHO). Geneva. Switzerland.
- Yang W. E Kang J. 2005. Acoustics comfort evaluation in urban open public spaces. *Applied Acoustics* 66. 211-229.
- Zannin, P. H. T., Diniz, F. B., Barbosa, A. B. 2001. Environmental noise pollution in the city of Curitiba, Brazil. *Applied Acoustics*, 63, 351- 358.

# Caracterização energética e ambiental de viagens urbanas de curta distância para diferentes modos de transporte

A. M. FARIA<sup>1</sup>, A. S. VASCONCELOS<sup>2</sup>, T. L. FARIAS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Av. Rovisco Pais 1049-001 Lisboa, Portugal, [ana.marta.faria@ist.utl.pt](mailto:ana.marta.faria@ist.utl.pt)

<sup>2</sup>Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Av. Rovisco Pais 1049-001 Lisboa, Portugal, [ana.vasconcelos@ist.utl.pt](mailto:ana.vasconcelos@ist.utl.pt); [tiago.farias@ist.utl.pt](mailto:tiago.farias@ist.utl.pt)

*Resumo:* O presente trabalho tem como objectivo principal desenvolver uma metodologia que permita comparar viagens urbanas de curta distância em diferentes modos de transporte tendo em consideração os custos internos (tempo e distância) e os custos externos (consumo de energia, emissões de CO<sub>2</sub> e outros poluentes locais). No desenvolvimento deste estudo foram caracterizados três modos de transporte considerados como opção possível em viagens urbanas de curta distância: modo suave (para este estudo apenas se considerou o modo a pé), transporte público (autocarro) e transporte individual (automóvel). Foi definida como zona de caso de estudo a cidade de Lisboa onde foram levantados dados *in situ* para os três modos de transporte, recorrendo a um laboratório desenvolvido para o efeito e que permite monitorizar a mobilidade dos peões independentemente do seu modo de transporte, isto é, não só para o modo pedonal mas também para os restantes. Dos resultados preliminares é possível concluir que o automóvel é o que permite percorrer maiores distâncias no mesmo intervalo de tempo (cerca de 5,5 km contra 3,3 km em TC e 1,6 km a pé em 20 minutos) mas é também o que apresenta pior performance em termos ambientais e energéticos, para além de que só se torna competitivo em termos de tempo, com o modo pedonal para distâncias superiores a cerca de 470 m. Em comparação com o transporte público na relação tempo-distância o transporte individual apresenta sempre melhores resultados.

## 1. Introdução

As externalidades associadas ao sector dos transportes e mais concretamente à mobilidade urbana têm vindo a aumentar significativamente nos últimos anos, sobretudo devido à massiva utilização do transporte individual, o que provoca não só a degradação do meio ambiente mas também da qualidade de vida dos cidadãos.

A tendência de mobilidade a nível mundial segue uma política centrada essencialmente no uso do automóvel levando a que exista um aumento do número de veículos automóveis em circulação nos meios urbanos, provocando frequentemente situações de congestionamento que acarretam impactes significativos ao nível dos tempos de viagem mas também em termos de consumos energéticos, emissões de poluentes atmosféricos e ruído [1][2].

As metas estabelecidas no Protocolo de Quioto, os problemas para a saúde humana, para além da consciencialização da eminente escassez de recursos e da problemática das alterações climáticas têm vindo a desencadear uma crescente necessidade de procura da sustentabilidade ambiental e da eficiência energética, especialmente em ambiente urbano no sector dos transportes. Estas questões tornaram-se, assim, cruciais numa tentativa de, a curto médio prazo, atingir um equilíbrio que não comprometa o futuro das gerações vindouras.

Apesar de haver um significativo número de projectos de investigação que avaliam a sustentabilidade dos transportes, não existem ainda indicadores que caracterizem e simultaneamente permitam uma comparação entre diferentes modos de transporte utilizáveis em viagens urbanas de curta duração – modos suaves, transportes públicos e transporte individual. Neste contexto, o objectivo do presente trabalho é desenvolver uma metodologia que permita comparar diferentes modos de transporte tendo em consideração a avaliação energética e ambiental dos mesmos. Este trabalho surge como complemento ao projecto InTrSim – Modelo para Simulação de Interfaces de Transporte [3], que consistiu no desenvolvimento de um *software* para modelação de estações multi-modais permitindo otimizar os transbordos tendo em atenção o espaço, os modos de transporte e os fluxos de tráfego pedonal, sendo que foram analisadas apenas viagens de metro e comboio.

## 2. Metodologia

No desenvolvimento deste estudo foram caracterizados três modos de transporte considerados como opção possível em viagens urbanas de curta distância: modo suave (para este estudo apenas se considerou o modo a pé), transporte público (autocarro) e transporte individual (automóvel) em viagens urbanas de curta duração (até 20 minutos), tendo em conta os custos internos (tempo e distância) e os custos externos (consumo energético, CO<sub>2</sub> e poluentes locais).

Para os três modos de transporte foram levantados dados *in situ* recorrendo a um laboratório desenvolvido para o efeito e que permite monitorizar a mobilidade dos peões independentemente do seu modo de transporte, isto é, não só para o modo pedonal mas também para os restantes, já que parte da viagem, independentemente do modo, é sempre composta por segmentos enquanto peão.

Para caracterizar o modo pedonal foram realizados percursos em diversas zonas da cidade de Lisboa (definida como zona de caso de estudo), com o objectivo de determinar a densidade de passadeiras por quilómetro, diferenciadas por tipo (semaforizada, não semaforizada ou atravessamento sem passadeira) sendo que simultaneamente foram contabilizados os tempos de espera e de atravessamento. Estes tempos foram depois utilizados para determinar um factor de atenuação ( $f_a$ ) de forma a corrigir a velocidade dos peões em *free-flow*<sup>1</sup> obtida pela bibliografia.

Relativamente ao transporte público – autocarro – foram determinadas as distâncias enquanto peão e em transporte público para percursos pré-definidos e, recorreu-se à literatura, mais concretamente ao documento Lisboa: o desafio da mobilidade [4], para obter os valores dos tempos de espera pelos autocarros.

Por fim, para caracterizar as viagens em transporte individual foi utilizado o laboratório desenvolvido, em viagens pendulares de 7 voluntários, de forma a determinar os tempos enquanto peão (da origem até ao carro e do carro até ao destino final), de procura de estacionamento, de estacionamento e os tempos mortos (dentro do carro, antes de ter o veículo em andamento).

---

<sup>1</sup> Velocidade em *free-flow* – velocidade de circulação sem obstáculos.

## 2.1. Avaliação energética e ambiental

Para determinar o consumo energético e a emissão de poluentes atmosféricos de veículos rodoviários recorreu-se ao *software* COPERT 4<sup>1</sup> [5][6], modelo europeu de referência nesta matéria. Este programa estima a emissão dos poluentes atmosféricos mais importantes cujos totais são resultado da soma de três fontes de emissão: emissões produzidas quando o motor está a funcionar devidamente aquecido, em operação termicamente estável (emissões a quente), emissões decorrentes da fase de arranque à temperatura ambiente (emissões a frio), e, por fim, as emissões devidas à evaporação do combustível (emissões evaporativas) (Equação 1):

$$\text{Emissões}_{\text{Totais}} = E_{\text{Quente}} + E_{\text{Frio}} + E_{\text{Evaporação}} \text{ (Equação 1)}$$

Nesta fase foi necessário caracterizar o parque nacional de forma a determinar o veículo típico em circulação em Portugal. Assim, numa primeira instância fez-se uma caracterização do parque nacional de acordo com o tipo de veículo, combustível utilizado e cilindrada. De seguida determinaram-se as emissões de poluentes atmosféricos associadas a cada grupo de veículos, de acordo com as suas características.

Após esta caracterização, determinaram-se factores de emissão médios para veículos ligeiros e pesados.

É também importante salientar que para a estimativa de consumos energéticos e para as emissões de CO<sub>2</sub> nos autocarros, os autores consideraram valores por lugar, dividindo o impacte total pela capacidade do autocarro (assumindo que o impacte de uma viagem é independente da taxa de ocupação e o autocarro circula independentemente do número de passageiros). Contudo, para o automóvel a metodologia utilizada teve em consideração a taxa de ocupação de 1,3 (valor médio para Portugal) dado que o carro só circula se o condutor o estiver a utilizar.

## 3. Caso de estudo - resultados preliminares

Uma vez que o estudo se encontra em fase de execução alguns dos resultados não têm ainda validade estatística, motivo pelo qual se apresentam de seguida apenas resultados preliminares recolhidos até ao momento para o caso de estudo, a cidade de Lisboa.

Na *Figura 2* apresenta-se uma comparação em termos de tempo e distância para os diferentes modos de transporte em estudo.

Para o modo pedonal considerou-se a velocidade em *free-flow* definida por Fruin [7] afectada por um factor de correcção que tem em consideração os tempos médios de espera para atravessamento.

Sabendo a quantidade de atravessamentos por quilómetro discriminados por tipo (passadeiras semaforizadas, não semaforizadas e atravessamentos sem passadeira) (*Tabela 2*) e sabendo quanto tempo é necessário esperar para atravessar para cada tipo de

---

<sup>1</sup> *Software* desenvolvido pelo Laboratório de Termodinâmica Aplicada do Departamento de Engenharia Mecânica, da Universidade Aristóteles de Tessalónica (Grécia) e financiado pela Agência Europeia de Ambiente (EEA).

atravessamento (*Tabela 3*) é possível determinar o acréscimo de tempo para percorrer a mesma distância em relação à velocidade em *free-flow* e, assim, determina-se o factor de atenuação ( $f_a$ ) e a velocidade corrigida ( $V_c$ ):

$$V_c = 1,35 \cdot f_a = 1,29 \text{ m/s (Equação 2)}$$

Onde: factor de atenuação  $f_a = 0,955$

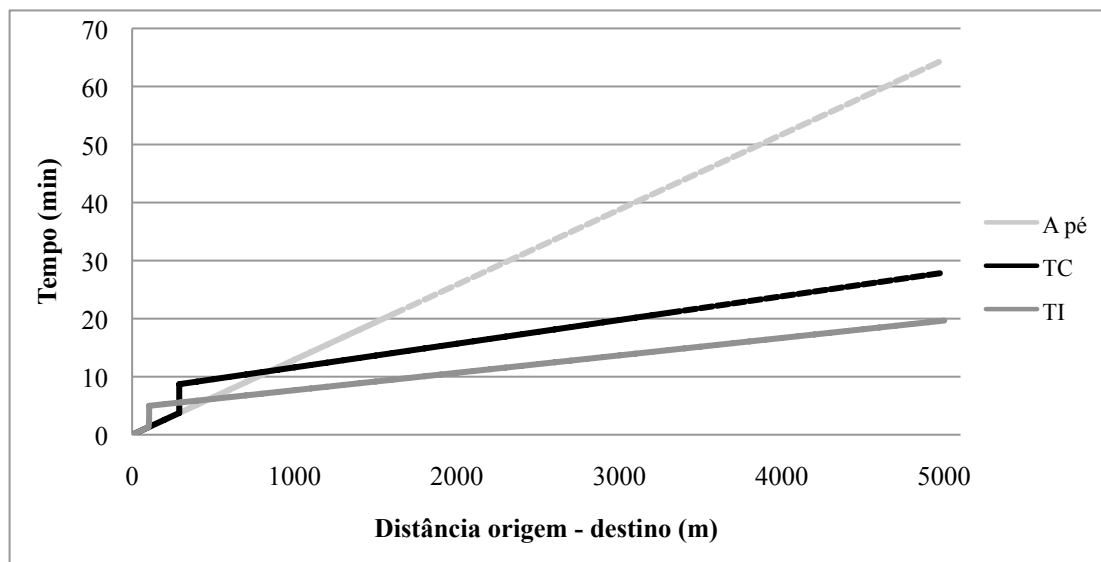
**Tabela 2:** Quantidade e distribuição de atravessamentos por quilómetro

	Total passadeiras / atravessamentos por km	Passadeira Não semaforizada	Passadeira semaforizada	Atravessamento sem passadeira
<b>Média (X)</b>	10.7	4.1	3.3	3.3
<b>Desvio-padrão</b>	4.0	3.0	3.4	3.8
<b>Confiança estatística (IC 95%, desvio 10%)</b>	Sim	Não	Não	Não

**Tabela 3:** Tempos de espera para atravessamento consoante o tipo de atravessamento

	Passadeira Não semaforizada	Passadeira semaforizada	Atravessamento sem passadeira
<b>Média (X) (seg)</b>	0.0	10.4	0.0
<b>Desvio-padrão</b>	0.3	15.4	0.0
<b>Confiança estatística (IC 95%, desvio 10%)</b>	Não	Não	Sim

Como se pode observar pela *Figura 2* a variação em modo pedonal é linear de acordo com a velocidade corrigida ( $v_c$ ).



**Figura 2:** Gráfico tempo vs distância de comparação para diferentes modos de transporte

Para o transporte colectivo considera-se que para distâncias inferiores a 290 m (distância média percorrida nos percursos da origem até à paragem e da paragem final até ao destino)



o autocarro não é utilizado e portanto a viagem é exclusivamente pedonal. Acima deste valor a tendência é linear de acordo com a velocidade comercial de circulação dos autocarros em Lisboa, 14,7 km/h (Fonte: Carris). Aos 290 m a variação em tempo corresponde aos 5 minutos de espera pelo autocarro.

Relativamente ao transporte individual é em tudo muito semelhante ao transporte colectivo mas neste caso a distância percorrida em modo pedonal é de apenas 105 m e a variação no tempo de cerca de 3 minutos corresponde à soma dos tempos mortos (dentro do carro), de procura de estacionamento e de estacionamento propriamente dito. Neste caso, considerou-se que a velocidade comercial de circulação seria de 20 km/h.

Na Tabela 4 apresenta-se a caracterização energética e ambiental, para uma viagem urbana típica de curta duração, com uma distância percorrida de 1500m.

**Tabela 4:** Caracterização energética e ambiental de uma viagem urbana de 1500m

	Tempo (min)	Consumo energético (MJ)	CO (g)	CO <sub>2</sub> (g)	PM (g)	HC (g)	NO <sub>x</sub> (g)
Automóvel	9.2	3.963	3.36E+00	2.78E+02	4.59E-02	4.73E-01	8.18E-01
Autocarro	14	0.4185	9.05E-02	2.91E+01	1.43E-02	3.20E-02	3.03E-01
A pé	19.4	0	0	0	0	0	0

#### 4. Conclusões

Este trabalho tem como objectivo principal desenvolver uma metodologia que permita comparar viagens urbanas de curta distância em diferentes modos de transporte tendo em consideração os custos internos (tempo e distância) e os custos externos (consumo de energia, emissões de CO<sub>2</sub> e outros poluentes locais).

Dos resultados preliminares é possível concluir que o automóvel é o que permite percorrer maiores distâncias no mesmo intervalo de tempo (cerca de 5,5 km contra 3,3 km em TC e 1,6 km a pé em 20 minutos) mas é também o que apresenta pior performance em termos ambientais e energéticos, para além de que só se torna competitivo em termos de tempo, com o modo pedonal para distâncias superiores a cerca de 470 m. Em comparação com o transporte público na relação tempo-distância o transporte individual apresenta sempre melhores resultados.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro por parte da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) sob os projectos InSity – Indicadores de Sustentabilidade (PTDC/TRA/70494/2006) e InTrSim - Model to Simulate Transport Interfaces (POCI/TRA/58944/2004).

## Referências Bibliográficas

- [1] Vasconcelos A. S., Farias T. L., Nunes da Silva F., Silva C. M., 2005. *Modelling the environmental impact of congested traffic in urban highways*. CleanAir2005;
- [2] Silva R.R., Romero S. M. A., Brasil A. M., 2005. *Influência do congestionamento e modo de condução nas velocidades, consumos e emissões de um ônibus urbano*. Transportes, XI, 2;
- [3] Farias T. L. et al., 2009. *Pedestrian flows analysis in transport interfaces*. Transatlantic NECTAR Conference 2009. Arlington, USA.
- [4] Câmara Municipal de Lisboa, 2005. *Lisboa: O Desafio da Mobilidade*. Coleção de Estudos Urbanos – Lisboa XXI – 7;
- [5] Gkatzoflias, D. et al., 2007. *COPERT 4: Computer programme to calculate emissions from road transport – User Manual (Version 5.0)*. European Environment Agency;
- [6] Gkatzoflias, D. et al., 2007. *Methodology for the calculation of exhaust emissions*. European Environment Agency;
- [7] Fruin, J. J., 1971. *Pedestrian planning and design*. Metropolitan association of urban designers and environmental planners. New York, USA;

# Changing driving behaviour: effects of an in-vehicle monitor assistant

CATARINA C. ROLIM, GONÇALO A. GONÇALVES, TIAGO L. FARIAS

<sup>1</sup>IDMEC - Instituto Superior Técnico  
Av. Rovisco Pais, 1  
1049-001 Lisboa – Portugal  
email: [catarina.rolim@ist.utl.pt](mailto:catarina.rolim@ist.utl.pt)

*Abstract:* The main objective of the current study was to obtain a framework of the impacts of an in-vehicle monitor assistant in driving behavior. An experiment was carried out with 11 participants using an in-vehicle monitor assistant that monitored the driver behavior while driving a familiar route. The assessment considered potential driving performance enhancements that resulted from the information session given to the drivers about eco-driving rules. Another aspect of the investigation was to assess the effects on driving behavior of the sound feedback given by the in-vehicle monitor assistant during the trips, and to ascertain driving behavior differences between genders. Sound feedback provided a positive effect into triggering driving behavior change in terms of speed and extreme brake/acceleration event reduction, contrary to the eco-driving session, which by itself did not seem to have any visible effect. Gender differences were confined to the observation that men tend to accelerate more and drive at higher speeds than women. To confirm the findings of this preliminary study, some further refinements are suggested.

## 1. Introduction

Human behavior should not be ignored when analyzing driving patterns, since it is one of the most important factors, in particular, its influence on the environment. A better understanding of driving behavior will help the driver not only to know his car better, drive in a safer way, but also to reduce fuel consumption and CO<sub>2</sub> emissions (Wählberg, 2007). Driving patterns, such as speed, acceleration and choice of gears, have a determining effect in emissions and fuel consumption (Brundell-Freij and Ericsson, 2005).

To believe that engineering solutions would be more efficient than social-psychological solutions is a mistake. Psychological measures should be taken into account, since they can support these engineering measures by giving information and motivating the driver to change their behavior (Goldenbeld et al. 2000). Although in the last years the number of studies regarding driving behavior has grown, not much has been done to determine how driving behavior could be changed in order to improve driving patterns (Larsson and Ericsson, 2008) as well as environmental impacts. The existing measures regarding travel behavior change, focus primarily in environmental (road infrastructure) or legislative (implementation of higher fines for speeding) intervention. These measures are successful, but induce behavior change externally, not focusing on the intrinsic motivation effect on the driver (Paris and Van der Broucke, 2007).

Eco-driving is one of the existing training programs to help the driver change his driving patterns internally, increasing the driver knowledge of their driving techniques and giving advices to the driver regarding his driving choices: speed, acceleration, engine speed and

traffic anticipation (Barth and Boriboonsomsin, 2009). Technological and engineering measures, such as in-vehicle monitor assistants, that collect information regarding driving patterns, associated with training programs will help the driver know his behavior patterns, and what aspects should be changed. Using an Intelligent Speed Adaptation that manages speed and acceleration while driving giving real-time advices to the driver about recommend speed, Barth and Boriboonsomsin (2009) observed in real-world experimentations that eco-driving vehicles reveal a speed limit below 56km/h and show improvements in the number of acceleration/deceleration events, comparatively to a non eco-driving vehicle. Innumerous investigations use technological and engineering measures, such as on-board equipment (Haibo *et al.* 2008 and Gonçalves and Farias, 2005), to study improvements in fuel consumption and emissions. However, it should not be ignored that fuel consumption depends on the style of driving, increasing the necessity to understand what is behind and how to change driving behavior.

The main objective of the current study was to obtain a framework of the impacts of an in-vehicle monitor assistant in driving behavior. An experiment was carried out with an in-vehicle monitor assistant that monitored the driver behavior while driving a familiar route for several weeks. For the present study it was hypothesized that drivers which were not given sound feedback by the in-vehicle monitor assistant about their performance would reveal more resistance to change their driving behavior than those with sound feedback. It was also expected that men and women would reveal differences in their driving behavior.

## **2. Methodology**

### **2.1. Experimental tools**

In-vehicle monitor assistant:

A CarChip Pro (Davis Instruments) was installed in all the participants' cars into the OBD-II (On-board diagnostic port), found around the dashboard or the steering wheel area. The CarChip Pro is an engine performance and driving monitor that collects data from the vehicles' on-board computers and gathers information such as trip duration, mileage, mean speed, time in speed bands, throttle position, engine load, air flow rate, and number of events such as hard and extreme brakes and accelerations. The CarChip Pro also has the advantage of interacting in real time with the driver, providing information about their performance. When the driver surpasses the speed limit or incorrectly accelerates/decelerates, the CarChip Pro emits a sound signal, letting the driver know their behavior is not adequate, therefore, potentially leading to change in behavior.

### **2.2. Participants**

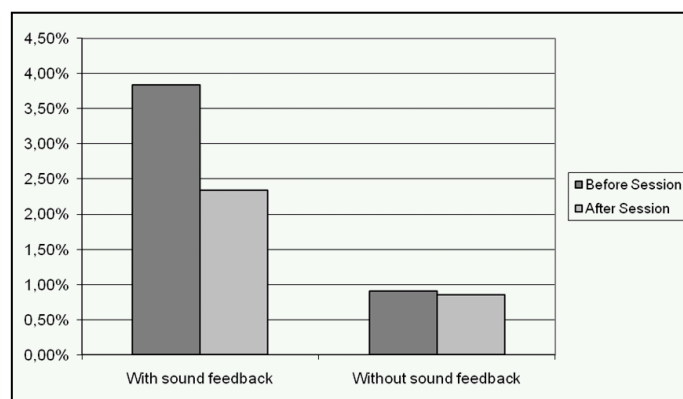
In total, twelve participants (6 male, 6 female) aged between 25 and 65 took part in this study. All participants had at least five years of driving experience, drove the car daily (urban environment or highway contexts) and owned a car with access to the on-board diagnostic port (OBDII).

### 2.3. Procedure

Prior to the experiment, the participants received a verbal outline of the research. The study covered a period of approximately 25 calendar days, and was divided in two phases. First, the researchers met with each participant in order to equip the cars with the in-vehicle monitor assistant device. The vehicles were monitored for a period of 10-15 days. During this period the drivers drove the vehicles on a daily basis in familiar routes. In the second phase, the authors met once again with each participant in order to collect data. This second meeting consisted also on a session about eco-driving, where the researchers shared information with the drivers about which conducts should be adopted in order to assume a more ecological driving behavior. This session took approximately 10-15 minutes. Participants were then divided into two groups: an experimental group (3 male, 3 female) and a control group (2 male, 3 female). The experimental group was alerted by the in-vehicle monitor assistant during trips, which provided them with sound beeps as feedback about their driving performance. Sound beep alarms were triggered by three types of event: going over maximum speed limit (120km/h), hard and extreme brakes/accelerations. The vehicles were monitored for another period of 10-15 days, after which data from each driver were once again collected.

### 3. Results

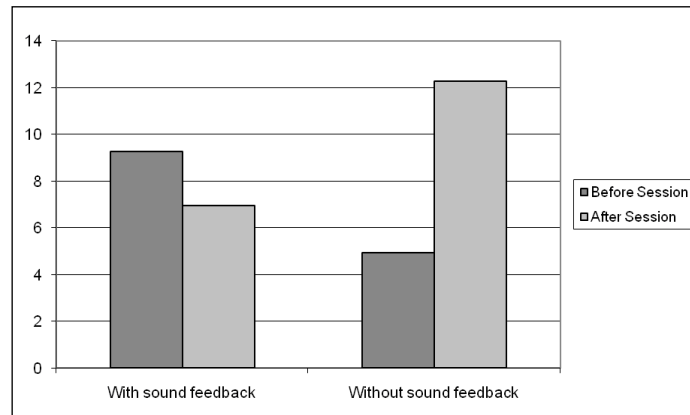
The authors observed differences between both groups (experimental and control) regarding driving behavior. The analysis between the control and experimental groups, before and after the eco-driving session, reveal a reduction of the percentage of travel time spent in the top speed band (Figure 1). This decrease in the experimental group that received sound feedback from the in-vehicle monitor assistant was of 39%, whereas in the group without sound feedback, a decrease of 5% was observed. This group showed a 3,84% of time in the top speed band before session and only 2,34% afterwards.



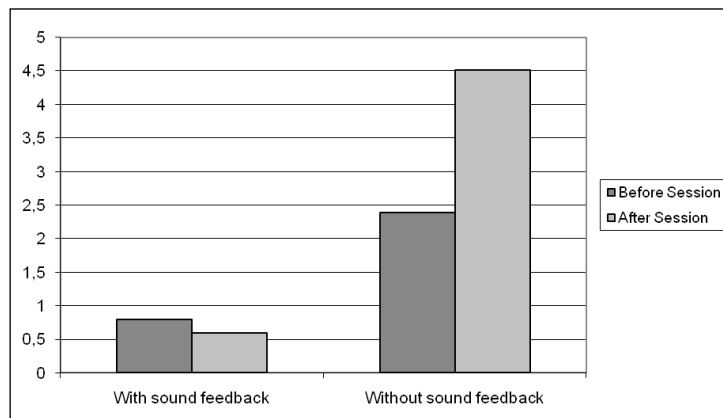
**Figure 1:** Percentage time spent in the top speed band (> 120km/h) by the experimental (“with sound feedback”) and control (“without sound feedback”) groups.

Regarding the number of extreme brakes per 100 kms, a slight decrease on the number of events between sessions was observed. As can be seen in Figure 2, only the group with sound feedback revealed a decrease in the number of extreme brakes. On the contrary, the

group with no sound feedback after the eco-driving session displayed a duplication in the number of events. The same pattern was observed concerning extreme accelerations per 100 kms (Figure 3). The experimental group revealed a slight decrease in the number of events, (0,75 before session and 0,59 after session), while the control group once again displayed a duplication in the number of events (2,39 before session and 4,52 after session).

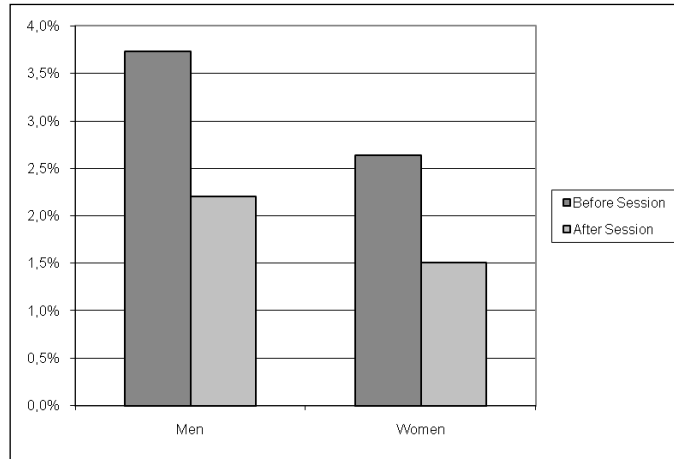


**Figure 2:** Number of extreme brakes per 100kms, before and after eco-driving information session by the experimental (“with sound feedback”) and control (“without sound feedback”) groups.



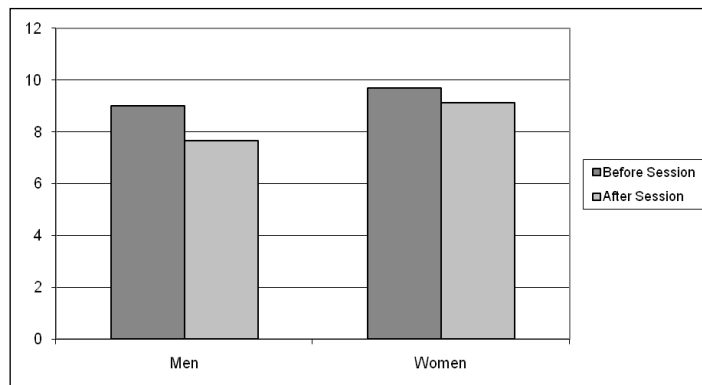
**Figure 3:** Number of extreme accelerations per 100kms, before and after eco-driving information session by the experimental (“with sound feedback”) and control (“without sound feedback”) groups.

Even though sample size was limited to 9 drivers at the end, the authors observed potential differences that might exist between men and women regarding their driving behaviour.

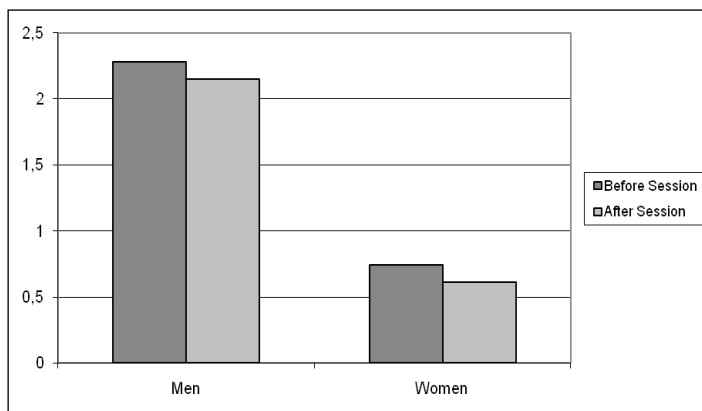


**Figure 4:** Percentage time spent in the top speed band (> 120 km/h) before and after eco-driving information session by both gender groups.

Figure 4 shows the time spent in top speed band in each gender group. Results indicate that men spend more time in top speed band than women (3,73% and 2,64%) and that after the eco-driving information session these values decrease in both groups to 2,20% and 1,51%, respectively.



**Figure 5:** Number of extreme brakes per 100kms, before and after eco-driving information session by both gender groups.



**Figure 6:** Number of extreme accelerations per 100kms, before and after eco-driving information session by both gender groups.

As Figure 5 shows, both men and women have approximately the same number of extreme brakes (9,02 and 9,70) before session. Even though that number of events decreased after the eco-driving session in both groups, men revealed a more accentuate reduction than women (7,65 and 9,12 respectively). Regarding the number of extreme accelerations, men showed in both phases of the study a higher number of events than women (2,28 and 0,74), as can be seen in Figure 6. The number of events decreased slightly in both groups after the session.

#### 4. Conclusions

An introductory understanding of the impacts of an in-vehicle monitor assistant in driving behavior was asserted in this study. In terms of time spent in top speed band, results indicate that the trigger into driving behavior change was due to the sound feedback provided to the drivers, whereas the information sharing session did not appear to have any observable effect. This can be asserted by the low change in time spent in top speed band in the group without sound feedback when compared to the one with sound feedback.

Sound feedback also provided a positive effect regarding the reduction in the number of extreme brakes for the experimental group. In terms of extreme accelerations, which *a priori* occur less frequently than extreme brakes, sound feedback also provided a positive effect in their respective reduction. These findings are in accordance to previous works by Barth and Boriboonsomsin (2009) and Larsson and Ericsson (2008), which also recurred to in-vehicle monitor assistants to influence driving behavior and also observed a reduction in the number of such events.

Gender comparison in driving behavior revealed that men spend more time in top speed band than women and that both genders seem to be equally effected by the eco-driving information session. This is suggested by the equal percentual decrease in top speed band driving. It can be highlighted that men in this study seem to have an *a priori* higher number of extreme accelerations than women.

In summary, this study provides indications that driving behavior is influenced by a number of variables (sound feedback, eco-driving information sessions, drivers' gender). Though given the statistical limitation of this study, results seem to point out that the initial hypotheses were confirmed, which indicates that further, finer research should be pursued on the subject.

The next step of this research should be to validate this study's preliminary conclusions, using a larger, statistically-relevant sample of drivers. In order to have a better understanding of the real effect of the eco-driving information session and the sound feedback provided by the on-board equipment, formal surveys could be conducted to the drivers in both phases of the study. Also self-report surveys could be conducted to analyze the drivers' perception of his behaviour. A redesign of the eco-driving session could be considered in the future, since in its current format, it appeared to provide little to no effect on driving behavior change. Furthermore, the addition of GPS tools to the study could greatly increase the fine comprehension of the factors behind driving behavior. Expanding this study will lead to the estimation of the impacts of driver behaviour change on emissions and fuel consumption.



## References

- Barth M., Boriboonsomsin K., 2009. *Energy and emissions impacts of a freeway-based dynamic eco-driving system*. Transportation Research Part D, *In Press, Corrected Proof*, Available online 5 March 2009.
- Brundell-Freij K., Ericsson E., 2005. *Influence of street characteristics, driver category and car performance urban driving patterns*, Transportation Research Part D, Volume 10, Issue 3, May 2005, Pages 213-229.
- Haibo Zhai H., Christopher Frey, Nagui M. Roupail, Gonçalo A. Gonçalves, Tiago L. Farias, “*Comparison of Fuel Consumption and Tailpipe Emissions of Ethanol 85 and Gasoline for Flexible Fuel Vehicles*”, Journal of the Air & Waste Management Association, February 2008.
- Gonçalves G. A. and T. L. Farias. “*On-Road Measurements of Emissions and Fuel Consumption of Gasoline Fuelled Light Duty Vehicles*”. Proceedings of the 8th International Conference on Energy for a Clean Environment – Clean Air 2005, Calouste Gulbenkian Foundation, Lisbon, Portugal, June 27-30.
- Goldenbeld C., Levelt P.B.M., Heidstra, J., 2000. *Psychological perspectives on changing driver attitude and behavior*. Recherche Transports Sécurité, 67, pp. 65-81.
- Paris H., Van den Broucke S., 2008. *Measuring cognitive determinants of speeding: An application of the theory of planned behaviour*. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, Volume 11, Issue 3, May 2008, pp. 168-180.
- Wählberg A. E., 2007. *Long-term effects of training in economical driving: Fuel consumption, accidents, driver acceleration behavior and technical feedback*. International Journal of Industrial Ergonomics 37, pp. 333-343.

# Vencer os Desafios da Qualidade do Ambiente Urbano com Medidas Práticas num Apartamento em Lisboa

Nuno Domingues<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ISEL-DEEA, Rua conselheiro Emídio Navarro 1, 1959-007 Lisboa

*Resumo: Muitas das soluções ecológicas actuais propostas nem sempre são económicas e de aplicação fácil, não sendo ponderadas pelos consumidores. Outras são rentáveis e tem um impacto favorável no meio ambiente, mas implicam um investimento inicial grande e/ou custos de manutenção significativos, não estando ao alcance dos pequenos consumidores. A sustentabilidade urbana dever compreender uma reestruturação coerente de políticas e medidas a nível global (incidentes nos recursos hídricos, ecossistemas, energia e transportes) e a nível local (nas finanças locais, no ordenamento do território e na mobilidade). Contudo, o papel dos cidadãos, empresas e contribuintes deve ser pró-activo de modo a ser implementado a uma micro-escala. Nesta comunicação apresento as alterações de hábitos na preparação de refeições e a construção de um forno solar com o objectivo de aproveitar uma energia gratuita e abundante. Este novo equipamento conduz a um comportamento ambiental mais sustentável sem perda da qualidade de vida. No entanto, não só as crescentes preocupações ambientais, mas também a valorização de uma alimentação mais saudável e o contexto de crise vieram estimular esta implementação. O caso de estudo é a minha habitação própria permanente: um apartamento T2 na cidade de Lisboa, na zona de Carnide.*

## 1. Introdução

Do sol vem a luz que ilumina o nosso planeta. Parte dessa luz, ao atingir a superfície terrestre transforma-se em calor. Normalmente, uma parte desse calor liberta-se para a atmosfera, mas quando se está no interior de uma estufa o ambiente continua quente, aumentando à medida que o tempo vai passando, uma vez que as paredes da estufa não permitem que ele se dissipe. Dentro deste princípio, o forno solar funciona da mesma forma.

O primeiro forno solar foi criado em 1767 por Horace Saussure, um naturalista suíço, mas demorou séculos para ser difundido pelo mundo. A utilização de caixas de papelão e a indústria dos polímeros foram decisivos. Na sua versão mais simples, consiste numa caixa rectangular térmicamente isolada e com a parte de cima envidraçada. A tampa da caixa é reflectora e tem o papel de concentrar a radiação para dentro da caixa. Quando essa radiação entra na caixa, é absorvida pelo seu fundo, pintado de preto mate. Quando é libertada por este, já tem um comprimento de onda infravermelho, o que não permite que volte a passar pelo vidro (este é opaco aos infravermelhos).

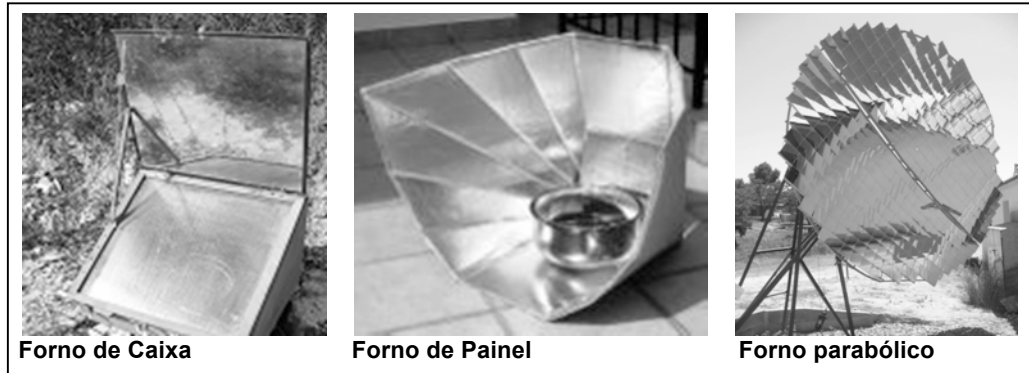
Como se ilustra na Figura 1, existem três tipos básicos:

Forno de Caixa – Este tipo de forno possui a vantagem de cozinhar grandes quantidades de comida lentamente e de forma uniforme.

Forno de Pannel - Vários painéis planos concentram os raios do sol num recipiente dentro de uma bolsa de plástico ou sob um pote de vidro.

Forno Parabólico - Normalmente, são discos côncavos que focam a luz na parte inferior de um recipiente. A vantagem é que os alimentos cozinham tão rapidamente como num forno

convencional. A desvantagem é que eles são complicados de fazer. Cozinhar com um forno parabólico é muito semelhante a cozinhar num fogão convencional. Como a luz solar concentrada brilha directamente na parte inferior de um tacho, o tacho aquece e cozinha muito rapidamente. No entanto, o alimento queimará. É preciso ficar de olho no tacho e mexer várias vezes.



*Figura 1: três tipos básicos de fornos solares*

## 2. Implementação

Foram construídos dois fornos distintos: um simples e gratuito (em papelão e com desperdícios) e outro mais trabalhado e com algum custo (em madeira, espelho e vidro). O primeiro forno foi construído recorrendo a um conjunto de materiais fáceis de encontrar e que iriam para o lixo: tampa de cartão de uma caixa de resmas de papel A4; 1 embalagem funda de alumínio (como as que normalmente são utilizadas para vender comida pré-confeccionada para fora); desperdícios planos de esferovite; cola; dois plásticos transparentes (um da dimensão da tampa de cartão e o outro da dimensão da boca da embalagem de plástico). O procedimento para a construção deste forno foi o seguinte: No interior da tampa de cartão, colocou-se a embalagem de alumínio ao centro. De seguida, utilizaram-se quatro pedaços de desperdícios de esferovite cortados com as medidas da base da embalagem e do topo da caixa, de forma a permitir que a embalagem de alumínio assente na totalidade no interior da tampa de cartão. Nas paredes da caixa, o revestimento foi feito até ao exterior. Inicialmente utilizou-se uma caixa de esferovite em vez de uma de alumínio em que se revestiriam as faces de esferovite e a embalagem com uma película de alumínio de desperdícios isolamento de uma tubagem de ar condicionado. Por fim, pintou-se, então, de preto o lado em que estava o papel alumínio, ficando o forno finalizado. Para cozinhar, os alimentos são inseridos na embalagem, colocando-se um plástico transparente que cubra a caixa na totalidade e um plástico transparente maior por cima do forno. Este projecto foi realizado em menos de 2 horas, sem ferramentas especiais, com um custo mínimo (apenas cola) e usando poucos recursos materiais (sendo a maioria desperdícios). Houve o cuidado de recorrer apenas a desperdícios de esferovite encontrados no interior de embalagens de electrodomésticos, por exemplo, e não de comprar este material. Caso contrário, estar-se-ia a incitar à produção de um material poluente e indesejável ao meio

ambiente. Com este procedimento aplica-se um dos 5 R's, o reaproveitamento, de um material que de outra forma iria directamente para o lixo.

O forno construído, cozinhou muito bem durante a maior parte do verão, mas para as próximas estações é provável ser necessário melhorar a eficiência para ser capaz de cozinhar quando o tempo estiver nublado. Assim, foram feitas algumas modificações, sendo de destacar: 1. foi acrescentada mais uma camada de papel de alumínio para melhorar o isolamento térmico, tornando o forno dentro de cada caixa mais quente; 2. foi acrescentada uma tampa de posição variável revestida por uma membrana de plástico com reflector (película de alumínio de desperdícios isolamento de uma tubagem de ar condicionado) que permitia orientar os raios solares e funcionar como regulador de temperatura de aquecimento; 3. pedaços de papelão embrulhados em papel alumínio do mesmo tamanho que os lados do forno foram colocados nos espaços da parede.

Este forno solar serviu apenas para experimentação e era bastante limitado para cozinhar, por isso foi decidido construir outro forno solar, optando-se por um com uma estrutura em madeira. A profundidade do primeiro forno (de cartão) foi definida pela altura da tampa de cartão (cerca de 8cm). A profundidade do segundo forno (de madeira) foi dimensionada para no mínimo ser 2,5cm maior que a maior panela e 2,5cm menor que a caixa de fora. Qualquer tamanho de forno funciona, porém os fornos mais largos serão mais quentes e os fornos mais baixos funcionam melhor porque possuem menor área para concentrar o calor. O cartão é muito mais simples de trabalhar do que a madeira e mantém também o calor. Além disso, um forno de papelão não se vai incendiar porque o papel queima aos 232° C e o forno não ficará tão quente. Também, a madeira é um dos materiais nobres da natureza. Contudo a razão de construir um forno de caixa com madeira e não outro em cartão foi de ser necessário construir um forno que pudesse ficar à chuva. Além disso, a estrutura feita em madeira permite aguentar mais peso do que a estrutura feita em cartão.

Optou-se por construir o forno também do tipo caixa com um reflector como o anterior porque este tipo de fornos não precisam de ser virados e os fornos de painel precisam de ser virados com mais frequência do que os fornos de caixa, já que possuem reflectores laterais que podem criar uma sombra no tacho. Os fornos parabólicos são os que apresentam mais dificuldade de permanecerem orientados, precisando ser virados de 20 em 20 minutos, mas também podem ser perigosos para o utilizador, já que existe o risco de queimaduras e de encadeamento.

Outro aspecto a considerar na construção do segundo forno foi o isolamento. A solução mais elegante seria fazer o invólucro de plástico transparente e arranjar um isolamento transparente. Isto permitiria que o Sol entrasse por todos os lados da caixa, e não só por cima. Infelizmente os isolamentos transparentes são muito caros, o que inviabiliza imediatamente a sua utilização neste projecto.

Apesar de espelhos reflectirem melhor do que materiais mais simples (como a folha de alumínio) a diferença obtida com o uso de um espelho não compensa devido ao seu maior custo e à sua fragilidade.

Sendo a estrutura mais forte, optou-se por substituir o plástico transparente por um vidro. Naturalmente quanto mais grosso o vidro for, maior será a retenção da temperatura dentro da caixa porque reduz consideravelmente as perdas por condução e convecção, embora aumente as perdas por absorção. Para as temperaturas que o forno solar atinge, a razão

ideal entre perdas por absorção e ganhos por redução da condução e convecção é atingida curiosamente com um vidro triplo [URL4]. Contudo esta solução não será utilizada pelo seu maior custo, peso e volume.

Em relação ao formato da caixa não necessita de ser rectangular. Estudos indicam que a óptica concentradora e a optimização do comportamento térmico vão obrigar a um formato para a caixa semelhante a um ovo [URL4].

### 3. Resultados

Verificou-se que o alimento no forno solar leva cerca do dobro do tempo de um forno convencional. Entretanto, como não é possível queimar os alimentos, não é necessário de ficar de olho no forno ou mexer enquanto ele cozinha. Pode-se simplesmente colocar alguns recipientes com alimentos diferentes e voltar mais tarde que ele cozinhará na perfeição e manterá o calor.

Com este forno pode-se confeccionar refeições para uma família de 4 pessoas. Os alimentos cozem lentamente e guardam todos os oligoelementos e vitaminas. Além disso, a sua concepção leva a que os alimentos fiquem muito mais saborosos, suculentos, nunca queimados, e requer pouca ou nenhuma intervenção por parte dos utilizadores. Este forno atinge cerca de 150°C no verão, conseguindo cozer ou assar qualquer alimento. O forno cozinhará muito bem desde que chegue aos 90° C. É possível cozinhar durante o ano inteiro, basta que haja sol e uma temperatura de 15°. Temperaturas mais elevadas., entretanto, são necessárias para cozinhar, excepto para cozinhar maiores quantidades e/ou cozinhar mais rapidamente. O forno solar funciona a partir de 20 minutos de sol por hora. Guarda os alimentos quentes o dia inteiro e depois do sol se pôr e uma vez fechado conserva o calor durante mais duas horas. Com este forno pode cozinhar todas as refeições habituais.

Poupou-se electricidade e gás. A redução do consumo de electricidade foi quase 1%. A redução do consumo de gás prevista era residual, visto que se esperava que substituísse o fogão e o esquentador para aquecimento de água para lavar loiça, fazer chás e outros pequenos consumos. Contudo, houve uma alteração nos hábitos de preparação das refeições: essencialmente por ser novidade e divertido para as visitas, optou-se por cozinhar no forno solar mais refeições do que seriam usuais fazer no forno eléctrico, alterando-se a ementa das refeições.

O forno solar permite uma economia de energia importante, para todos os alimentos que necessitam uma cozedura longa e lenta, como conservas, guisados e sopas.

O custo do forno solar construído em madeira, vidro e espelho foi de cerca de 60 Euros. O tempo de retorno esperado é de um ano e meio e apresenta uma boa relação custo-benefício, visto que evita emissões e outros impactos causados pela produção de electricidade.

Outro dos aspectos em que há a preocupação de melhorar é a óptica concentradora. O ideal seria uma óptica concentradora que permitisse manter o forno sempre fixo, mas que colocasse a radiação solar dentro da caixa ao longo de todo o dia. Naturalmente, um sistema deste tipo não pode ter o mesmo rendimento que um sistema parabólico, mas deve existir um compromisso entre ambos e é necessário mais tempo para investigar. Existem

algumas opções comerciais, como por exemplo o forno solar Sun Cook que utiliza pela primeira vez neste tipo de aplicação o conceito de “óptica ideal” para recolher e concentrar os raios solares para cozinhar alimentos. Na prática, uma série de espelhos curvos orientam a radiação solar para uma chapa no interior do forno que, por sua vez, permite aquecer e cozinhar os alimentos aí colocados. Este tipo de óptica utilizada, bem como alguns dispositivos engenhosos, evitam que o forno tenha de ser constantemente reorientado para o sol.

#### **4. Conclusões**

Um forno solar é um aparelho bastante simples de fazer e de utilizar, mas espectacularmente eficaz, funcionando com uma única fonte de energia livre, o sol, por efeito de concentração e efeito de estufa acumulados.

É um equipamento barato e fácil de fazer (o do presente caso de estudo é totalmente caseiro e é Português), é transportável e permite fazer todo o tipo de cozinhados em qualquer sítio ao ar livre (como utilização em férias, fins de semana, no campismo, na praia, no campo, no quintal e até na varanda de um apartamento na cidade).

Pode ser utilizado em zonas de proibição de fazer lume ou fogo, pois não há perigo de causar incêndios. Possibilita a utilização, em dias nublados, como ambiente térmico, para completar o cozimento de alimentos fervidos em fogão convencional, pela capacidade de manter o calor por muito tempo.

É possível cozinhar durante o ano inteiro, basta que haja sol e uma temperatura de 15°. O forno solar funciona a partir de 20 minutos de sol por hora. Guarda os alimentos quentes o dia inteiro e depois do sol se pôr e uma vez fechado conserva o calor durante mais duas horas.

A construção de um forno solar permitiu confeccionar saudáveis cozinhados só com o recurso directo à energia solar. Promove mais saúde pois a comida cozinha lentamente, com temperatura no interior do forno muito homogénea e a temperaturas mais baixas, preservando os nutrientes e ficando a comida mais saborosa, e evitando queimaduras, podendo ser utilizado com segurança até pelas crianças. Com este forno pode cozinhar todas as refeições habituais inclusive pão, bolos e tartes. Permite pasteurizar a água e o leite para o consumo da família, reduzindo o risco de diarreia, náusea e vómitos provocados pela contaminação. Possibilita fazer conservas e desidratar frutas e sementes, aumentando sua duração.

Possibilita a redução no uso de combustíveis fósseis, como gás butano ou a energia primária para produzir electricidade, que poluem a atmosfera e que vão se esgotar e/ou a redução no uso de combustíveis renováveis como a lenha e o carvão que poluem a atmosfera e contribuem para o desmatamento com suas consequências graves para o meio-ambiente como a erosão e o empobrecimento dos solos, a poluição das águas, a redução das chuvas e da oxigenação do ar e o avanço do processo de desertificação.

Reduz o trabalho de cozinhar (toda a comida é colocada no forno ao mesmo tempo e não precisa ser mexida ou vigiada durante o cozimento pois não queima) e há menos trabalho para lavar as panelas pois a comida não queima, não seca, nem esturrica.

Possibilita o uso em outras tarefas como a esterilização de instrumentos, derretimento de ceras ou parafina, tingimento de tecidos, etc.

Este tipo de fornos pode ter grande aplicabilidade em zonas isoladas sem (ou com grande dificuldade) de abastecimento de electricidade e/ou de gás, substituído a lenha ou carvão que são mais poluentes e com riscos de incêndio. Tem também grande aplicabilidade nos países subdesenvolvidos por ser simples de fabricar, de transportar e de operar.

Apesar de todas estas vantagens, este tipo de fornos não é usual. É da opinião do autor que este forno é visto como um aparelho feio e artesanal, concebido para pessoas que não podem ter um fogão convencional. Para a sua comercialização pode ser necessário a criação de uma imagem de alternativa do futuro ao fogão, com formas fluidas e cores intensas de forma a ser mais apelativo e com um aspecto mais atraente. Terá, contudo, de ser altamente resistente e facilmente transportável, mantendo a simplicidade de utilização e o baixo custo.

O forno solar não dispensa totalmente o uso do fogão tradicional, pois é necessário, de vez em quando, preparar ou aquecer um alimento de manhã, ou à noite, fazer um café, ou cozinhar em dias de chuva. Também não é possível fritar no forno solar.

Pode ser útil como material didáctico em projectos de feiras de ciências nas escolas públicas e particulares.

Trata-se de uma mudança de atitude e de comportamento que vai para além do impacto local, pois promove a participação pessoal na campanha mundial pela preservação do meio-ambiente e não causa quaisquer danos à atmosfera dado que as emissões de gases poluentes e de CO<sub>2e</sub> são nulas.

## Referências Bibliográficas

- [URL1] Sociedade Portuguesa de Energia Solar, <http://www.spes.pt>
- [URL2] Parque de Natureza de Noudar, “Vamos aproveitar a energia do sol – Parte I – O Forno Solar”, <http://www.parquenoudar.com/pt/modules/smartsection/item.php?itemid=176>
- [URL3] Energia Livre, <http://www.energialivre.com.pt>
- [URL4] Associação Juvenil de Ciência, <http://www.ajc.pt/>
- [URL5] Forno Solar, <http://br.geocities.com/fornosolar/>
- [URL6] Seara da Ciência, “Forno Solar”, <http://www.searadaciencia.ufc.br/tintim/fisica/fornosolar>
- [URL7] NextGEN – The Next Generation of Ecovillage Network, <http://nextgen.ecovillage.org>
- [URL8] Findhorn Foundation, “Positive Energy 2 – Building Bioregional Resilience”, [www.findhorn.org/positiveenergy2](http://www.findhorn.org/positiveenergy2)
- [URL9] The Solar Cooking Archive, <http://solarcooking.org/>

# A sustentabilidade do Programa MONUMENTA através da participação dos setores público e privado

SABINA DE OLIVEIRA LIMA

Universidad Politécnica de Madrid – Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid  
Doutoranda do Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio  
[sabina.tescupm@gmail.com](mailto:sabina.tescupm@gmail.com)

*Resumo:* O início do século XXI foi um marco decisivo para o Patrimônio Histórico Brasileiro. No final dos anos 90, a maioria dos imóveis se localizava em zonas de pouca vitalidade econômica, estimulando o abandono na conservação tanto por parte dos proprietários de uso habitacional e comercial, como por parte dos poderes locais em investir na manutenção e melhoria da infra-estrutura urbana. Dessa maneira, terminavam convertidos em um núcleo marginalizado, eram vistos com desprezo pelos habitantes que viviam no entorno desses centros, eram evitados pelos turistas e, como consequência, ocorria uma desvalorização imobiliária e uma diminuição da arrecadação municipal necessária para a preservação dos edifícios e espaços públicos. Com o objetivo de resolver a breve problemática descrita, em dezembro de 1999, o Ministério da Cultura e o Banco Interamericano de Desenvolvimento, com apoio da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura e a participação de Prefeituras, setores privados e proprietários dos imóveis tombados, implementaram o Programa MONUMENTA. Inédito no âmbito nacional, o Programa apresenta como um dos objetivos principais garantir a sustentabilidade urbana dos centros históricos tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional através do Fundo Municipal de Preservação, sem que sejam necessárias aplicações financeiras por parte dos recursos federais.

Atualmente, participam deste Programa 26 cidades brasileiras. No sul do Brasil, três são as cidades que participam do Programa: São Francisco do Sul (Santa Catarina), Pelotas e Porto Alegre (Rio Grande do Sul), objetos de análise deste artigo.

## 1. Introdução

A criação de uma entidade responsável pela preservação do patrimônio voltada a uma perspectiva nacional se deu em 1937 com o SPHAN (Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional), cuja função principal era identificar e proteger o Patrimônio Cultural Brasileiro, com base no estabelecido no Decreto Lei nº. 25, de 30 de novembro do mesmo ano, Normativa esta em vigor.

A partir da década de 1970, a valorização dos conjuntos históricos passa a ter como referência a construção histórica – o edifício, dentro do contexto do espaço urbano. A preservação cultural se configura como essencial para assegurar as referências urbanas, consideradas como marcos de identidade na vida dos cidadãos.

No final dos anos 90, com o objetivo de garantir uma proteção e conservação eficazes para valorizar o patrimônio cultural e natural brasileiro, o Ministério da Cultura (MinC)<sup>1</sup> adota uma política orientada a integrar a questão do patrimônio nos programas de planificação

---

<sup>1</sup> O Ministério da Cultura foi criado em 1985. Até então o SPHAN estava vinculado ao Ministério de Saúde e Desporto. Cabe aqui ressaltar as sucessivas designações ocorridas nesta entidade: DPHAN – Diretoria do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, em 1941, para SPHAN/Pró-Memória, em 1980, sendo em 1990 transformada em IBPC – Instituto Brasileiro do Patrimônio Cultural e por último, em 1994, em IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, sigla que permanece até hoje. ([http://www.monumenta.gov.br/site/?page\\_id=165](http://www.monumenta.gov.br/site/?page_id=165)).



local, regional e nacional. Em 1995, iniciam-se as primeiras negociações para viabilizar um programa de preservação cultural brasileiro.

O primeiro Programa, de âmbito nacional, que procura compatibilizar a recuperação e preservação sustentável do patrimônio histórico urbano tombado pelo IPHAN com o desenvolvimento econômico e social dessas áreas é criado em dezembro de 1999. Trata-se do Programa MONUMENTA, uma sinergia entre o Ministério da Cultura e o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), contando com o apoio da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) e a participação de Prefeituras, setores privados e proprietários dos imóveis tombados, valorado em US\$ 125 milhões<sup>1</sup>. O prazo de amortização do financiamento descrito no Resumo Executivo (1999) é de 20 anos.

Para revitalizar, de maneira sustentada, os principais conjuntos tombados (definidos como Área de Projeto) do país, as metas<sup>2</sup> (objetivos a longo prazo) estabelecidas pelo Programa são: 1) preservar áreas prioritárias do patrimônio histórico e artístico urbano sob proteção federal, escolhidas pelo caráter de urgência de recuperação por sua representatividade histórica e artística; 2) aumentar a conscientização da população brasileira desse patrimônio a partir de ações que estimulem esses fins; e 3) aperfeiçoar a gestão desse patrimônio e o estabelecimento de critérios para implementação de prioridades de conservação, através do fortalecimento institucional.

O Programa MONUMENTA considera a sustentabilidade patrimonial urbana como a preservação do patrimônio através do desenvolvimento econômico e social. Para isso, formulou-se um conjunto de ações multidisciplinares que vão desde as intervenções no patrimônio construído até a implementação de medidas educativas (capacitação de mão-de-obra especializada em técnicas de restauro, formação de agentes de cultura e turismo, etc.), capazes de manter um reconhecimento e uso social desses espaços e ampliar o retorno econômico nos investimentos aplicados na conservação do Patrimônio Cultural Brasileiro. (BRASIL, 2006).

De acordo com o Resumo Executivo do Programa, um conjunto de projetos desenvolvidos em uma amostra representativa de quatro cidades brasileiras (Olinda, Recife, Rio de Janeiro e Ouro Preto)<sup>3</sup> serviu de base para a elaboração do Programa MONUMENTA que, a partir de 2000, decide ampliar a área de atuação.

Atualmente, participam deste Programa 26 cidades brasileiras<sup>4</sup>, distribuídas em 17 Estados das 27 Unidades Federativas. No sul do Brasil, três são as cidades que participam do Programa: São Francisco do Sul (Santa Catarina), Pelotas e Porto Alegre (Rio Grande do Sul).

---

<sup>1</sup> Os recursos externos financiam 50% do custo total do Programa. Os US\$ 62,5 milhões restantes competem à União, dos quais, 48% correspondem ao Governo Federal, 32% às Municipalidades ou Estados e 20% ao setor privado. (BRASIL, 2006).

<sup>2</sup> As metas e o propósito estão descritos nas Condições Especiais do Contrato de Crédito nº. 1.200/OC-BR, descritos no Resumo Executivo da Proposta de Empréstimo BR-0261, de 31 de agosto de 1999.

<sup>3</sup> BID. Preservación de los sitios históricos y culturales de carácter urbano (Programa Monumenta) – Resumen Ejecutivo. 31 de agosto de 1999. Capítulo II, componente D, item 2.15.

<sup>4</sup> Fonte: [http://www.monumenta.gov.br/site/?page\\_id=169](http://www.monumenta.gov.br/site/?page_id=169).

## 2. Metodologia

Para elaboração deste artigo, foi necessário o acesso às informações primárias do Programa, tanto na Unidade Central de Gerenciamento como nas Unidades Executivas do Projeto - escritórios do MONUMENTA nas cidades de São Francisco do Sul, Pelotas e Porto Alegre, além do contato com o pessoal técnico dessas unidades durante o mês de janeiro de 2009.

Visando a compreensão do Programa MONUMENTA, foi necessário o acesso ao Resumo Executivo<sup>1</sup> elaborado pelo BID em 31 de agosto de 1999, bem como do Regulamento Operativo<sup>2</sup> de setembro de 2006 e a Cartilha do Fundo de Preservação de 2008.

Para a análise da participação dos proprietários no Edital de Seleção dos Imóveis Privados foi necessário o acesso aos Relatórios de Progresso, elaborados pelas Unidades Executoras do Projeto (UEP's), dentro do período compreendido entre o 1º semestre de 2004 ao 2º semestre de 2008, bem como ao Perfil do Projeto<sup>3</sup> das três cidades acima mencionadas. Com relação ao montante existente no Fundo Municipal de Preservação, analisou-se o Relatório de Progresso do 2º semestre de 2008.

Como conclusão, o artigo apresenta algumas considerações sobre os aspectos acima referidos.

## 3. A sustentabilidade prevista pelo Programa MONUMENTA

Buscando alcançar a sustentabilidade do projeto, as intervenções foram direcionadas fundamentalmente na melhoria da acessibilidade e atratividade da área. Para o primeiro caso, priorizou-se a sinalização histórica, iluminação, paisagismo e mobiliários urbanos, áreas de estacionamentos, investimentos em calçadas e espaços para pedestres ou operações no sistema viário. Para o segundo caso, as intervenções foram relacionadas nos monumentos ou logradouros de destaque adjacentes ao foco da intervenção, todos eles definidos no Anexo A do Regulamento Operativo (BRASIL, 2006).

A participação da iniciativa privada, vinculada com patrimônio edificado, é de fundamental importância na revitalização das áreas de intervenção. Neste contexto, a inversão na recuperação dos imóveis privados recebeu uma menção especial<sup>4</sup> no Regulamento Operativo, onde se determinou a ajuda do Programa MONUMENTA na conservação da estrutura, fachada, cobertura e instalação elétrica dos imóveis localizados na Área de Projeto. Esta componente está dividida em dois grupos. O primeiro reúne imóveis considerados monumentos de destaque, selecionados na elaboração do Perfil do

---

<sup>1</sup> O Resumo Executivo estabelece os critérios de funcionamento do empréstimo com o BID, descreve o Marco de Referência do Projeto e as diretrizes do Programa, definindo as áreas de atuação e a estratégia do mesmo.

<sup>2</sup> O Regulamento Operativo do Programa descreve ações e critérios definidos no Contrato assinado entre o BID e o Ministério da Cultura do Brasil para a implementação do Programa. Define as relações entre as entidades financeiras e executoras do projeto, além de conter as regras gerais relacionadas com a inversão, elegibilidade das cidades a participar do Programa e as condições de execução dos projetos. Atualmente, encontra-se vigente a 3ª versão (setembro de 2006).

<sup>3</sup> O Perfil do Projeto é um documento preparado pelas UEP's, visando fornecer uma síntese do Projeto e sua fundamentação, com base nos resultados dos estudos de viabilidade técnica, institucional, financeira, econômica e sócio-ambiental.

<sup>4</sup> Vide Anexo A, Componente C, item 5, in BRASIL. Ministério da Cultura. Programa de Preservação do Patrimônio Histórico Urbano 1.200/OC-BR. Regulamento Operativo. Versão Setembro de 2006.

Projeto. O segundo grupo reúne àqueles imóveis que apresentam relevância histórica, identificados no Perfil do Projeto como potencialmente participantes no Edital Seleção.

O prazo de devolução do financiamento, descrito na Minuta do Edital de Seleção dos Imóveis Privados<sup>1</sup>, é bastante tentador: 10 anos para imóveis comerciais, 15 anos para imóveis residenciais ou mistos e 20 anos para os imóveis residenciais cujos proprietários tenham renda comprovada de até três salários mínimos. Para todos os casos, o saldo devedor e as prestações mensais são corrigidos anualmente, na data de aniversário do contrato, com base na variação acumulada do INPC<sup>2</sup>, como forma de assegurar o retorno do valor integral dos recursos financiáveis. Ainda assim, não há incidência de juros, salvo os casos de mora por atraso no pagamento das parcelas e com prazo de carência de seis meses após o término da obra.

Determinou-se a criação de um Fundo Municipal de Preservação do Patrimônio Histórico e Cultural (FUNPATRI), com a finalidade de manter os monumentos preservados e garantir a sustentabilidade do Programa. Trata-se de uma conta especial criada por Lei Municipal, obedecendo às disposições da Lei Federal nº. 4320/64 (artigos 71 a 74) e é utilizada nos gastos de conservação dos Monumentos Nacionais na Área de Projeto. De fato, “*a sanção da lei de criação do Fundo de Preservação é uma condição prévia ao primeiro desembolso do Projeto*”. (BRASIL, 2006 : 68).

Segundo o Anexo E do Regulamento Operativo de 2006, os recursos financeiros são provenientes de receitas diretas, como remuneração de capital, aluguel, bilheteria, etc. e indiretas, consistindo na contrapartida dos Municípios ou Estado recursos de convênios, doações e dos recursos aplicados na recuperação dos imóveis privados. A administração deste Fundo é de responsabilidade de um Gestor do Fundo e por um Conselho Curador, composto por representantes do setor público e privado (Estado, Município, Ministério de Cultural, IPHAN, empresários, moradores, universidades, ONGs, entre outros) e deverá ser mantido por um prazo mínimo de 20 anos.

#### 4. Resultados

Segundo dados nos Relatórios de Progresso do 2º. semestre de 2008 das cidades de São Francisco do Sul, Pelotas e Porto Alegre, com relação ao primeiro mencionado, foram lançados quatro Editais. O primeiro grupo, composto por um imóvel de destaque, está com a sua obra concluída. Dos 198 imóveis que compõem o segundo grupo, foram apresentadas 74 propostas. Destas, 16 não foram consideradas elegíveis e houve 32 desistências. Das 26 propostas restantes, 12 estavam em processo de análise, duas com contratos aptos para assinatura, sete em fase de execução de obras e cinco obras concluídas.

Porto Alegre lançou três Editais. Com relação ao primeiro grupo, composto por nove imóveis de destaque, dois estão com suas obras concluídas. Com relação ao segundo grupo, composto por 104 imóveis de relevância histórica, não foi possível obter o número

---

<sup>1</sup> A última versão da Minuta é de 2008 e encontra-se disponível no site do MONUMENTA.

<sup>2</sup> INPC - Índice Nacional de Preços ao Consumidor. Segundo o IBGE, o INPC “*constitui uma aproximação de variação do custo de vida no Brasil.*” O índice geral da variação acumulada por grupos em 2008 foi de 6,48%. Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Índices de Preços, Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor.

de propostas apresentadas. Não obstante, foram consideradas elegíveis 33 propostas, com 11 desistências. Das 22 propostas restantes, 12 estavam em processo de análise, cinco em fase de execução e cinco obras concluídas.

Pelotas lançou, igualmente a São Francisco do Sul, quatro Editais. Nesta cidade, não existe a diferenciação entre os dois grupos. Sendo assim, dos 95 imóveis privados que compõem o acervo de bens de interesse de preservação, foram apresentadas 17 propostas e todas consideradas elegíveis. Destas, houve sete desistências, cinco estavam em processo de análise, uma em fase de elaboração de projeto executivo para posterior aprovação técnica, uma em fase de execução de obras e três obras estão concluídas.

Com relação ao FUNPATRI, São Francisco do Sul é a única cidade do sul do Brasil que apresenta saldo de recursos. Esses recursos foram provenientes do aporte financeiro do Município durante os anos 2006 a 2008, recursos provenientes de doações, aluguéis e festas populares que iniciaram em 2008 e os juros bancários correspondentes a essas aplicações. No entanto, os recursos provenientes do financiamento concedido aos imóveis privados ainda não foram repassados para o FUNPATRI, em função da operacionalização do sistema utilizado pela Caixa Econômica Federal, banco prestatário do Programa MONUMENTA para esta ação.

Porto Alegre e Pelotas não apresentam aportes algum ao FUNPATRI.

## 5. Conclusão

São Francisco do Sul é a cidade que apresentou o maior número de imóveis privados com relevância histórica e interesse de preservação, situados na Área de Projeto, com possibilidades de participar do Edital de Seleção implementado pelo Programa MONUMENTA. É, também, a cidade com o maior número de propostas elegíveis. No entanto, considerando o número de propostas que efetivamente receberam o financiamento (ou que estão em fase de análise) com aquelas elegíveis, São Francisco do Sul apresenta o menor índice das três cidades, representando 45% (26 propostas efetivas, num total de 58 propostas elegíveis).

Porto Alegre apresentou praticamente a metade de imóveis privados com relevância histórica para participar do Edital, tomando como referência São Francisco do Sul. Não obstante, é a cidade que apresenta o maior índice de propostas que receberam o financiamento (ou que estão em fase de análise) em comparação ao inicialmente previsto como potencialmente participante (21%) e o maior índice em comparação àquelas propostas que foram consideradas elegíveis, representando 67% (22 propostas efetivas, num total de 53 propostas elegíveis).

Pelotas é a cidade que apresenta um menor número de imóveis privados com relevância histórica para participar do Edital e, considerando este quesito, o menor índice com relação ao número de propostas que receberam o financiamento (ou que estão em fase de análise): 11%. Porém alcança os 59% no que se refere aos que efetivamente receberam o financiamento ou que estão em fase de análise (10) em comparação ao número de propostas elegíveis (17).

Desta forma, a participação da iniciativa privada, entendendo esta como proprietária dos imóveis, seja de uso habitacional ou comercial, dentro do processo de preservação do

patrimônio histórico incentivado pelo Programa MONUMENTA, apresenta um resultado positivo. Reflete a consciência e a importância em manter conservado um bem próprio que, do ponto de vista histórico e urbano, pertence ao coletivo imaginário e social de todos.

## Agradecimentos

Ao Prof. Dr. José Fariña Tojo, pelas frutíferas orientações no desenvolvimento da minha tese doutoral, à Equipe Técnica das Unidades Executoras do Projeto das cidades de São Francisco do Sul, Pelotas e Porto Alegre, à Unidade Central de Gerenciamento do Programa MONUMENTA, com especial menção ao Coordenador Nacional Adjunto, o Sr. Robson Antônio de Almeida e ao Coordenador Técnico, o Sr. David Medeiros Rosa de Melo, quem facilitaram os documentos que tornaram possível esse artigo.

## Referências Bibliográficas

- Banco Interamericano de Desenvolvimento. Preservación de los sitios históricos y culturales de carácter urbano (Programa MONUMENTA) – Resumen Ejecutivo. 31 de agosto de 1999. Disponível em <<http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=437368>> Acesso em: 12 fev. 2004.
- BRASIL. Ministério da Cultura. Fundo Municipal de Preservação do Patrimônio Histórico e Cultural. Versão 2008. Disponível em: <[http://www.monumenta.gov.br/site/?page\\_id=168](http://www.monumenta.gov.br/site/?page_id=168)>. Acesso em: 26 jun. 2009.
- Brasil. Ministério da Cultura. Minuta do Edital de Seleção dos Imóveis Privados. Versão 2008. Disponível em: <[http://www.monumenta.gov.br/site/?page\\_id=168](http://www.monumenta.gov.br/site/?page_id=168)>. Acesso em: 17 mar. 2009.
- Brasil. Ministério da Cultura. Programa de Preservação do Patrimônio Histórico Urbano 1.200/OC-BR. Regulamento Operativo. Versão setembro de 2006. Disponível em <[http://www.monumenta.gov.br/upload/Regulamento%20Operativo\\_1160490107.pdf](http://www.monumenta.gov.br/upload/Regulamento%20Operativo_1160490107.pdf)>. Acesso em: 25 nov. 2007.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Para compreender o INPC: um texto simplificado. 5. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/inpc\\_ipca/INPC2006.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/inpc_ipca/INPC2006.pdf)>. Acesso em: 03 mar. 2008.
- Prefeitura Municipal de São Francisco do Sul. Programa MONUMENTA. Relatório de Progresso. 2. sem. 2008. Viabilizado pela Unidade Central de Gerenciamento.
- Prefeitura Municipal de São Francisco do Sul. Programa MONUMENTA. Revisão do Perfil do Projeto – Caderno Principal. Out. 2006. Viabilizado pela Unidade Executora do Projeto.
- Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Programa MONUMENTA. Relatório de Progresso. 2. sem. 2008. Viabilizado pela Unidade Central de Gerenciamento e pela Unidade Executora do Projeto.
- Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Programa MONUMENTA. Perfil do Projeto - Sustentabilidade do Projeto. v. 8, maio 2002. Viabilizado pela Unidade Executora do Projeto.
- Prefeitura Municipal de Pelotas. Programa MONUMENTA. Relatório de Progresso. 2. sem. 2008. Viabilizado pela Unidade Central de Gerenciamento.
- Prefeitura Municipal de Pelotas. Programa MONUMENTA. Perfil do Projeto. v. 6, 2002. Viabilizado pela Unidade Executora do Projeto.

# **Factores de insostenibilidad asociados a la localización de los grandes equipamientos comerciales. El caso de la ciudad de Madrid**

SONIA DE GREGORIO HURTADO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid  
[sdegregorio@mailpersonal.com](mailto:sdegregorio@mailpersonal.com)

*Resumen:* Durante los primeros años del nuevo siglo en España se ha producido un importante aumento en la construcción de centros comerciales. En efecto, si hasta el año 1999 la SBA<sup>1</sup> (Superficie Bruta Alquilable) que sumaban los 280 centros presentes en el país era de unos 600.000 m<sup>2</sup>, entre los años 2000 y 2007 esta superficie se ha duplicado con la construcción de más de 200 nuevos equipamientos. Esta circunstancia ha producido un cambio radical en la localización de la actividad comercial en las ciudades españolas, con importantes efectos en la dinámica urbana. El presente trabajo pretende reflexionar sobre las implicaciones ambientales derivadas de la localización de los centros comerciales en el ámbito urbano a través del análisis de cuatro casos situados en nuevos desarrollos de la ciudad de Madrid.

## **1. Introducción**

Durante los recientes años de crecimiento económico el planeamiento urbanístico de muchas ciudades españolas ha favorecido la difusión de los grandes equipamientos comerciales, una tipología de origen estadounidense que, aunque ajena a la tradición urbana europea, ha conseguido gran aceptación al venir de la mano de dinámicas sociales y económicas complejas que han ido cambiando los hábitos de residencia, compra y ocio de la población. Si bien su introducción en España tuvo lugar durante los años 80, ha sido predominantemente durante los últimos diez años cuando el momento económico favorable ha derivado en un aumento sin precedentes en el ritmo de construcción de estos equipamientos. A lo largo del citado periodo gran parte de los centros comerciales que se han construido se han situado en los nuevos desarrollos residenciales de las ciudades grandes y medias del país. Su construcción y funcionamiento ha derivado en una serie de consecuencias con efectos directos en el medioambiente urbano.

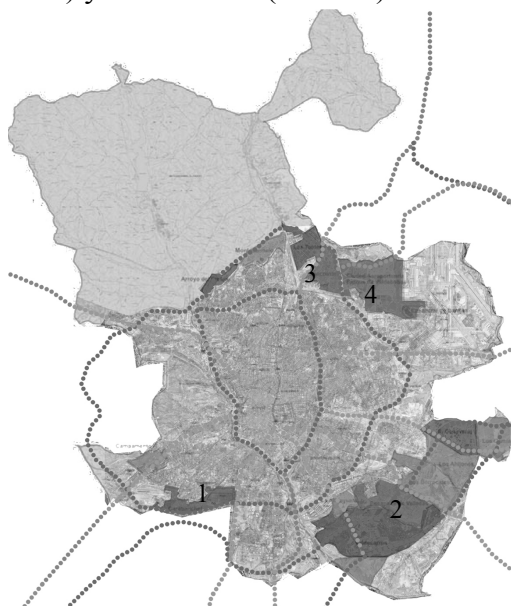
## **2. Metodología**

El presente trabajo pretende reflexionar sobre los factores de insostenibilidad derivados de la construcción de los grandes equipamientos comerciales en los nuevos desarrollos de la ciudad de Madrid a lo largo de los últimos años. Para ello se analizan cuatro casos

---

<sup>1</sup> SBA: Superficies Brutal Alquilable. En términos generales coincide con la superficie construida de los locales comerciales situados dentro del centro comercial.

característicos de la tipología objeto de estudio (en cuanto a tamaño<sup>1</sup>, localización respecto al tejido urbano y momento de construcción), situados en cuatro de los nuevos desarrollos del municipio de Madrid (ver Figura 01): Carabanchel (Suroeste), Ensanche de Vallecas (Sureste), San Chinarro (Norte) y Valdebebas (Noreste).



**Figura 1:** Plano de Madrid con la ubicación de los 15 nuevos desarrollos residenciales. Los cuatro seleccionados para desarrollar el presente trabajo se han resaltado en color rojo. 1: Carabanchel, 2: Ensanche de Vallecas, 3: Sanchinarro y 4: Valdebebas (Fuente: elaboración propia).

A través del estudio del planeamiento y la normativa urbanística, el trabajo de observación directa de los nuevos barrios ya construidos y el análisis de los efectos que en ellos está teniendo la ubicación de los grandes centros comerciales y de ocio, se pretenden constatar las implicaciones ambientales que la aparición de estas edificaciones está teniendo en el sistema urbano.

### **3. Los factores de insostenibilidad asociados a la construcción y funcionamiento de los grandes equipamientos comerciales**

En los últimos años muchos de los grandes equipamientos comerciales construidos en la Comunidad de Madrid<sup>2</sup> se han situado en los nuevos desarrollos de la capital. En esos casos la necesaria dotación comercial que requiere todo barrio (tradicionalmente localizada en los bajos de los edificios residenciales o en los mercados de alimentación) se ha situado en gran medida dentro de estos edificios. Su poder de atracción ha hecho que muchos de los servicios de proximidad y de ocio también hayan tendido a localizarse en su interior, lo cual ha potenciado la pérdida de actividad en el viario de los nuevos barrios, que se han visto privados del efecto dinamizador del uso comercial. Esta circunstancia ha tenido consecuencias directas en la configuración de su paisaje urbano, derivando en una pérdida

<sup>1</sup>Centros comerciales de más de 40.000 m<sup>2</sup> de SBA. Esa es la superficie mínima que el sector de los centros comerciales considera que debe tener un centro para ser considerado grande. A partir de 80.000 m<sup>2</sup> son clasificados como muy grandes. La Asociación Española de Centros Comerciales utiliza esta clasificación.

<sup>2</sup> En 2007 la Comunidad de Madrid llegó a aglutinar el 22,5% del total del SBA nacional, repartido en un total de 92 centros comerciales.

de complejidad urbana y en el retraso en su consolidación (muy visible en la falta de carácter y actividad de sus nuevas centralidades).

A todo esto se suma el hecho de que en estos nuevos desarrollos los centros comerciales se han situado en localizaciones tangentes al tejido urbano o incluso de espaldas a él, ya que se ha primado situarlos en posiciones fácilmente accesibles desde las vías rápidas a través de vehículo privado, en localizaciones muy visibles desde las autovías para asegurar su “efecto reclamo”. Dicha situación ha hecho que estos equipamientos se hayan constituido en centralidades cerradas en sí mismas, que prescindan de su entorno urbano y de la posible relación con este, al dedicar generalmente poca atención a los accesos peatonales, a su conexión peatonal con la trama urbana en la que se insertan y a la coordinación con las redes de transporte público que sirven a la ciudad.

A las consecuencias urbanas y sociales derivadas de la localización de estos equipamientos se suma el efecto que tienen sobre la movilidad al conllevar un aumento de los desplazamientos con vehículo privado. Desde este punto de vista hay que considerar que el tamaño de los centros comerciales y de ocio (en términos de SBA) es uno de los factores que inciden en aumentar su poder de atracción, ya que la disponibilidad de espacio hace que sean capaces de ofrecer todo tipo de servicios, productos y marcas<sup>1</sup>. Este hecho hace que el radio de influencia de los centros comerciales crezca con su tamaño, por lo que los de mayor superficie tienen la capacidad de atraer compradores que viven a una distancia considerable. La consecuencia es que además de derivar en un gran número de desplazamientos rodados a nivel urbano y metropolitano, también pueden llegar a generar desplazamientos de larga distancia (más de 100 km).

Por último, hay que tener en cuenta que el gran tamaño de estos edificios y sus características tipológicas son factores determinantes del impacto ambiental que deriva de su construcción. En efecto, su gran superficie y la solución arquitectónica que adoptan (generalmente limitada a dos plantas), los hace grandes consumidores de terreno. A este hecho se suman las grandes necesidades de excavación y movimientos de tierra que suele acompañar su construcción para dar cabida a los aparcamientos, que en la gran mayoría de los casos se construyen en varias plantas bajo rasante<sup>2</sup>.

El caso de Madrid, y concretamente de los nuevos desarrollos residenciales que se han construido en la periferia de la capital, es representativo de todo lo mencionado más arriba. En efecto, la alta concentración de población y la consolidación de una buena red de tráfico rodado, ha hecho de este área un ámbito con gran potencial a ojos de las empresas promotoras de centros comerciales, circunstancia que, favorecida desde las políticas municipales y autonómicas de economía, comercio y urbanismo, ha derivado en la construcción de un conjunto de equipamientos de gran tamaño a lo largo del último decenio. En las figuras 2 a 5 se pueden observar los casos analizados:

---

<sup>1</sup> En efecto, el tamaño es considerado un factor diferenciador entre centros comerciales que compiten dentro de un mismo radio de influencia territorial, partiendo de la premisa de que en muchas ocasiones el posible comprador prefiere acudir a un centro comercial grande y alejado, donde encuentra todo tipo de oferta y servicios, antes que a un centro de tamaño medio y cercano.

<sup>2</sup> A modo de ejemplo piénsese que un centro comercial de 60.000 m<sup>2</sup> de SBA tiene unas necesidades de aparcamiento de unos 100.000 m<sup>2</sup>, lo cual puede traducirse en la construcción de 3 plantas bajo rasante de unos 33.000 m<sup>2</sup> cada una, lo cual (considerando un terreno llano) conlleva una excavación de unos 250.000 m<sup>3</sup> de tierras.





**Figura 2:** En el PAU de Carabanchel (Sur de Madrid) se ha localizado un centro comercial y de ocio de 90.000 m<sup>2</sup> de SBA y una superficie construida total de 256.000 m<sup>2</sup>, en una posición adyacente al anillo de circunvalación M-40 (parte inferior de la fotografía). Dicho centro empezó a funcionar en 2008.



**Figura 3:** En el PAU Ensanche de Vallecas (Sureste de Madrid) se ha localizado un centro comercial y de ocio de 47.535 m<sup>2</sup> de SBA, junto con una gran superficie de venta de muebles (28.000 m<sup>2</sup>) y un hipermercado (15.000 m<sup>2</sup>), en una posición que vuelca sobre la autovía A-3 (parte izquierda de la fotografía) y la carretera M-45. Dicho centro se inauguró a finales de 2008.



**Figura 4:** En el PAU de Sanchinarro (Norte de Madrid) se han localizado unos grandes almacenes con un total de 69.000 m<sup>2</sup> de los que 55.000 m<sup>2</sup> están destinados a espacio comercial, en una posición que vuelca sobre la autovía A-1. Dicho centro empezó a funcionar en 2003.



**Figura 5:** En el PAU de Valdebebas (Noreste de Madrid), junto al aeropuerto de Madrid-Barajas se ha previsto la construcción de un centro comercial y de ocio, en una posición que vuelca sobre la radial R-2 y la M-12. Tiene asignada una superficie de 182.000 m<sup>2</sup> edificables, que se complementará con cuatro edificios de oficinas. La actual crisis económica está retrasando el inicio de construcción del proyecto.

## 4. Conclusiones

El análisis llevado a cabo pone de manifiesto que los principales factores de insostenibilidad de este tipo de edificaciones son:

- Su localización en posiciones muy accesibles desde las vías rápidas. Mientras que tradicionalmente el comercio se ha concentrado en las centralidades de los nuevos desarrollos, con el fin de ser accesible peatonalmente desde la mayor parte de las áreas residenciales, los centros comerciales analizados desencadenan una dinámica distinta, y en gran medida opuesta, que genera centralidades cerradas en sí mismas.
- La falta de integración en el entorno urbano en el que se ubican y su localización en posiciones tangenciales de los nuevos desarrollos. El análisis de los edificios analizados pone de manifiesto que no son fácilmente accesibles a pié por diversos motivos (lejanía respecto a los edificios residenciales, grandes vías de circulación

rodada entre las zonas residenciales y los centros comerciales, entradas peatonales volcadas a las vías rápidas en vez de al tejido residencial).

- La falta de usos complementarios a la actividad comercial. En efecto, sólo en el caso de Valdebebas el planeamiento prevé la construcción de otro uso integrado (oficinas), mientras que en los otros casos no se da mezcla de usos.
- El gran tamaño de estos edificios, que hace que concentren en su interior la mayor parte de la oferta comercial que puede asumir el barrio en el que se ubican. Por el contrario la localización de equipamientos comerciales de menor tamaño produciría el efecto opuesto, animando la localización de oferta comercial complementaria en los bajos de los edificios de viviendas del viario adyacente y próximo al centro comercial.

Todos los factores mencionados son regulados por el planeamiento municipal y las normativas autonómicas, por lo que la situación descrita deriva del marco normativo y las políticas vigentes. Este hecho requiere de una reflexión por parte de los organismos de decisión que determinan la distribución de los usos del suelo y la oferta comercial, hecha desde una visión integral del medio urbano que tenga en cuenta todas las políticas sectoriales con implicaciones en este ámbito.

Aunque es innegable que la localización de estos equipamientos genera beneficios de diverso tipo e indirectos para los Ayuntamientos (puestos de trabajo, licencias de apertura, etc.) y son demandados por la población, como se ha visto, son también desencadenantes de dinámicas que tienen un gran impacto ambiental en el medio urbano. La manera de compatibilizar los aspectos positivos que aporta la actividad comercial con una minimización de los factores de insostenibilidad que conlleva la construcción de los centros comerciales es un reto a abordar en el ámbito territorial de Madrid, donde hace falta una revisión de los criterios de localización de la actividad comercial en la ciudad desde una óptica de distribución integrada y medioambientalmente sostenible.

## 5. Referencias

- Álvarez Cantalapiedra S., Villarejo Galende H., 2003. "La regulación de los grandes centros comerciales: una aproximación sociológica y jurídica", *Revista de Derecho Valdivia*, Volumen XV.
- Carrera María C., Chicharro, E., 2000. "Las grandes superficies comerciales: su relación con la red viaria orbital en la Comunidad de Madrid", *Lecturas geográficas*, Madrid, UCM, pp. 1078-1094.
- De Gregorio Hurtado S., 2008. *La dinámica de localización de los centros comerciales: el caso de la Comunidad Autónoma de Madrid* Boletín CF+S, Ciudades para un futuro más sostenible (<http://habitat.aq.upm.es/boletín/n35/asgre.html>)
- Esteban i Noguera J., 2003. *La ordenación urbanística: conceptos, herramientas y prácticas* Barcelona, Electa.
- Ezquiaga Domínguez, José María; Consultores de Administraciones Públicas, 1998. *Comercio y Planeamiento urbano. Recomendaciones para la ordenación de las actividades comerciales en el planeamiento municipal* Madrid, Dirección General de Comercio Interior del Ministerio de Economía y Hacienda.
- García Ballesteros A., 1998. "Nuevos espacios del consumo y exclusión social", *Anales de Geografía*, Madrid, Universidad Complutense, número 18: pp 47-63.
- García Ballesteros A., 2000. "El espacio social del consumo en la cultura de la postmodernidad", *Estudios Geográficos*, Madrid, 238: pp. 27-48.
- López de Lucio, Ramón, 2003. "Transformaciones territoriales recientes en la región urbana de Madrid", *Urban*, número 8; Madrid, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, pp 124-161.

- López de Lucio, Ramón, Parrilla Gorbea E., 1998. “Espacio público e implantación comercial en la ciudad de Madrid. Calles comerciales versus superficies”, *Cuadernos de Investigación Urbanística*, número 23; Madrid, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid
- Ministerio de Economía, 2001. *Ordenanzas municipales y el comercio* Madrid, Ministerio de Economía
- Molinillo S., 2002. *Centros Comerciales de Área Urbana*. Escuela Superior de Gestión Comercial y Marketing, ESIC.
- Morandi C., 2003. *Il commercio urbano: esperienze di valorizzazione in Europa* Milán, Libreria Clup.
- Bohigas O., 2004. *La ciudad, un lugar*. En: [http://distritoactivo.files.wordpress.com/2008/03/textos\\_contra-la-incontinencia-urbana\\_oriol-bohigas.pdf](http://distritoactivo.files.wordpress.com/2008/03/textos_contra-la-incontinencia-urbana_oriol-bohigas.pdf)
- Rodríguez Velarde B., 2000. *El Urbanismo comercial* Madrid, Dykinson.
- Ruiz Palomeque E., Pozo E., Lázaro M.L., 2000. “Nuevas formas de comercio y consumo en Madrid: las grandes superficies”, *Estudios Geográficos*, 238: pp. 125-143.
- Secchi, Roberto, 1991. *L'architettura degli spazi commerciali* Roma, Officina edizioni.
- Terán Troyano, Fernando, 1978. “El planeamiento ante las nuevas formas comerciales”, *Ciudad y Territorio*, número 1/78.

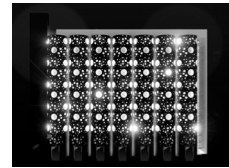
# Catalisador Urbano com Estudo de Caso

## Reabilitação dos Silos EPAC para Residência de Estudantes do IPB

Eduardo Henrique G. C. Machado Machado, arquitecto  
F.A.U.P. Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto

Rua de Trás 157 I 5°C, 4400-328-VNG- PORTO, [emachado@parqueexpo.pt](mailto:emachado@parqueexpo.pt)  
[/eduardomachado@portugalmail.com](mailto:eduardomachado@portugalmail.com) telefone - 916499305

*Resumo:* O projecto que a seguir se apresenta, pretende reutilizar uma estrutura urbana, que justifica a sua existência pela necessidade do uso e proximidade / disponibilidade de meios. Todo o projecto procura reflectir e incorporar temáticas que desde sempre estiveram presentes na arquitectura, sustentabilidade, eficiência energética, conforto, economia, adequação e resistência, sobre os quais foi elaborada uma investigação sobre a forma de um trabalho prático de projecto que as incorpora. O programa dedicado a residência de estudantes associado a equipamentos de uso social (equipamentos desportivos, arquivo / biblioteca), promove a dinâmica e interacção social da expansão urbana, organizando na cidade uma continuidade de espaço público que incorpora as memórias locais, requalificando os elementos pré-existentes e conferindo-lhes unidade numa visão integrada.

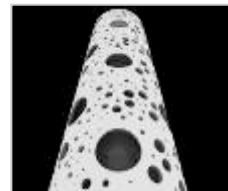


### 1. Catalisador Urbano

“catalisador é tudo aquilo que impulsiona reacções sem ser nelas consumido”

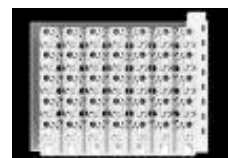


O âmbito da investigação baseia no estudo do desenvolvimento de projectos urbanos sustentáveis. “*Catalisador Urbano com estudo de caso: Reabilitação de silos para residência de estudantes do Instituto Politécnico de Bragança*” que visa a elaboração de um projecto de reabilitação de um edifício industrial para habitacional. Em suma, esta temática de adaptação de uma *Estrutura Industrial Urbana*, surge pela possibilidade que a pré-existência “silos EPAC” oferece no desenvolvimento da área urbana, tomando como base o programa de habitação social universitária, serviços sociais e arquivo / biblioteca em Bragança.



### 2. O Projecto

Metodologicamente a componente prática da elaboração de um projecto de arquitectura e urbanismo com base na investigação teórica de políticas / praticas urbanas sustentáveis, tem por finalidade reflectir e suscitar os referidos temas, testando acções abordagens, que apontem cenários inerentes à definição de uma nova dinâmica centrada num *hub* (o equipamento urbano – residência de estudantes) que se tentou demonstrar pertinente pela necessidade social do programa bem como pela economia de recursos energéticos e



materiais aliados à manutenção de um património visual / territorial presente na memória da comunidade local; Testaram-se através de projecto formas de composição e adaptabilidade espacial, como detonador de potenciais reconhecidos nas preexistências capazes de promover políticas de sustentabilidade e resistência, motivadoras elas mesmas de réplicas futuras promovidas pelos princípios demonstrados.

O resultado prático da investigação / projecto traduziu-se sob a forma de um Master Plan de espaço público, centrado num artefacto urbano - equipamento. Revela-se que uma estratégia urbana integrada se pode revelar potenciadora de inércias humanas que usufruam e utilizem os espaços que motivam / facilitam interações na rede de “poli - centros urbanos” actualmente desligados. As acções de projecto poderão revelar-se mais-valias ambientais pelas boas práticas sociais que induzem / motivam.

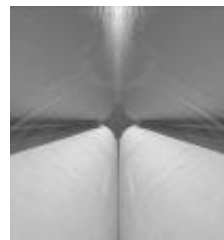
A reabilitação e a renovação preconizadas integram-se numa corrente de soluções cada vez mais frequentes para a obtenção do espaço suplementar para comércio e habitação. Estas soluções, juntamente com as pressões para a conservação do ambiente, podem constituir um desejável travão a uma expressão urbana desequilibrada, permitindo uma utilização mais económica, por exemplo das infra-estruturas públicas. “O arquitecto tem um papel fundamental na sociedade e começa já a consciencializar-se da problemática ecológica que assombra o nosso planeta. No entanto, e infelizmente para o património construído, as metodologias projectuais de reabilitação correntes frequentemente negligenciam as suas consequências no edifício e sua envolvente, relativamente ao seu passado e ao seu futuro, deixando-se ofuscar pelas vantagens do presente imediato.”<sup>1</sup>

Pode dizer-se que reabilitar é uma actividade inerentemente *amiga do ambiente*, como ela em si mesmo pode ser levada a cabo obedecendo aos criteriosos preceitos de sustentabilidade ambiental. A promoção desta máxima, bem como a determinação de orientações desta tendência, estão presentes na publicação *Green Building Guidelines*, onde cinco grandes indagações ambientais se colocam: Economia de materiais e Recursos; Eficiência energética; Localização e envolvente; Melhoria da qualidade do ambiente interior; Preservação e economia de água.

Importantes dentro desta matéria são os desígnios modernidade e sua contradição, pois “*al mismo tiempo que se superan u olvidan las técnicas naturales y estructurales de control ambiental, las nuevas técnicas energéticas se incorporan dificultosamente al proceso de diseño. Siempre se tiene a concebirlas como «elementos añadidos» que conviene ocultar al máximo (...) Esta mentalidad de la arquitectura servida energeticamente un forma invisible continua laente aún en nuestro dias, aunque ya desde hace varias décadas han aparecido tendencias arquitectónicas que revalorizan estos elementos técnicos, incluso a nivel plástico, y como generadores de un nuevo lenguaje de formas.*”<sup>2</sup> Actualmente intervêm outras considerações neste problema. Sabe-se que desde a crise energética de 1973, existe uma preocupação sobre os novos aspectos

<sup>1</sup>Vd. RODERS, Ana Rita Pereira; ERKELENS, Peter; POST, Jouke – “Uma reabilitação consciente”. p.2.

<sup>2</sup>Vd. FLORENSA, Rafael Serra; ROURA, Helena Coch – *Arquitectura y energía natural*. Barcelona: Ediciones U.P.C., 1995.pp.156, 157.



do controlo ambiental, que na prática vemos que se suplantam entre si. Outra linha de preocupação é a investigação sobre tecnologias alternativas, baseadas na exploração racional de fontes energéticas inextinguíveis, como a hidráulica, a eólica, a solar, todas elas com numerosos antecedentes históricos de exploração, desde os Egípcios que já conheciam e usavam o chamado “efeito invernador”. Esta corrente liga-se em muitos casos com planeamentos ecologistas e contra-culturais, que preconizam uma salvaguarda e adaptação do habitat ao meio natural através da reciclagem de resíduos domésticos, dispersão energética, entre outros. No que se refere à Arquitectura, “(...) a partir de unos primeiros edificios supertecnificados, com captadores solares incorporados groseramente sobre formas «convencionales», pronto se empiezan a diseñar edificios com «sistemas pasivos» o de «arquitectura pasiva» (...) Un factor que há tomado importância en los últimos tiempos es el la conservación del médio ambiente, com todos los problemas de contaminación, conservación de la biosfera, etc.”<sup>1</sup>

Importa perceber como pode a Arquitectura influenciar, desde os diferentes pontos de vista a conservação do meio? Resposta “*Tanto el ahorro energético en los edificios como la integración paisajística de las construcciones, el planteamiento urbanístico, etc. han hecho que se recupere en parte el interés por la llamada «arquitectura bioclimática», que se perdido al caer los precios del petróleo*”<sup>2</sup>. De um modo generalista, vemos na situação actual, alternativas à utilização de um ou outro sistema de controlo ambiental determinados pelo seu custo económico comparativo. A investigação das evoluções técnicas são condicionadas pelo referido custo e soluções mais ou menos «energéticas» ou «naturais» prendem-se à economia do momento, sem esquecer de qualquer modo a inércia que as situações socioeconómicas já existentes oferecem a mudanças conceptuais no uso destes sistemas. Os denominados casos de “edifícios inteligentes”, que vendem uma imagem de modernidade com soluções técnicas que existem há alguns anos e segundo críticos “(...) lo que hace falta son arquitectos inteligentes mejor que «edificios inteligentes»”<sup>3</sup>.

Não esquecendo que desde os “primeiros descobrimentos” da importância do controlo ambiental, a arquitectura tem procurado soluções compatíveis, implementando nas suas escolas critérios dentro desta vertente, no entanto “*Resulta muy difícil hacer cualquier prospección histórica del futuro ambiental de la arquitectura*”<sup>4</sup> a hipótese que se pode adiantar é somente que esta deverá estar naturalmente relacionada com a realidade futura seja esta qual for.

O projecto foi desenvolvido observando primordialmente preocupações sustentáveis, impelida pela escolha de readaptação funcional da estrutura primordial pré-existente, que serve ela mesma como esqueleto acolhedor do novo projecto. A massa / volume edificado existente (re)converte-se em matéria prima reaproveitada que anula o dispêndio energético da demolição e transporte dos seus resíduos bem como o da produção e transporte dos novos materiais.

<sup>1</sup> Vd. FLORENSA, Rafael Serra; ROURA, Helena Coch – *Arquitectura y energía natural*.p.160

<sup>2</sup> IDEM, *Ibidem*, p.160.

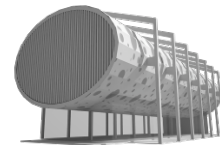
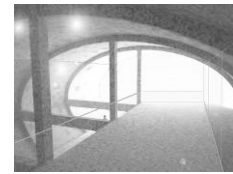
<sup>3</sup> IDEM, *Ibidem*, p.161.

<sup>4</sup> IDEM, *Ibidem*, p.161.



Bragança integra uma zona climática de extremos rigorosos, sendo necessária uma política cuidada na intervenção, tornando mais notórios os ganhos obtidos. O “novo” edifício que agora se propõe, será executado em “construção seca”, apoia-se nos pontos / elementos estruturais principais, por meio de vigas/perfis metálicos pousados e de junta seca, viabilizando o trabalho / dinâmica da estrutura de forma independente do miolo interior bem como a reversibilidade e [re]adaptabilidade futura da intervenção. A maioria dos pontos de transporte de cargas verticais introduzidas pelos módulos de habitar, seria feita por tubulares metálicos distribuídos junto à fachada de vidro, escolhe-se o aço e o vidro, por serem materiais leves, de elevada resistência, o que permite ganhos de áreas em planta e em alçado (maior pé direito livre). Ambos são materiais reaproveitáveis e de técnicas construtivas reversíveis, passíveis de serem desmontados e reaplicados.

A distância face às paredes pré existentes de betão armado, obriga à criação de uma bolha estanque, que aproveita a massa da pré existência e a sua elevada inércia para absorver radiação e sombrear, sendo ventilada também pelo interior, num corredor livre de 70cm que garantem uma boa circulação do ar. Evita-se também o recurso a polímeros de corte térmico e a um segundo pano de alvenaria de forma a garantir um melhor desempenho acústico. A massa da parede actua como elemento de controlo térmico e acústico. Podem no entanto questionar-se os ganhos energéticos por radiação no inverno, que poderão ser suplantados pelos ganhos e conforto no verão dada a situação geográfica e climática local. Uma zona técnica rebaixada na cobertura, poderá albergar painéis solares de aquecimento de água. Na fachada voltada a sul integram-se amplos painéis de vidro foto voltaico num investimento que conta com retorno económico no curto – médio prazo (cerca de dez anos). A escassez de água para abastecimento público em Bragança durante os meses mais secos tem vindo a revelar-se um problema, impondo-se medidas de passivas e activas de preservação. O arranjo envolvente proposto tem a disponibilidade de poder albergar dois reservatórios de água pluvial que pode ser armazenada e aproveitada para instalações sanitárias e manutenção / rega. A água proveniente dos banhos depois de filtradas e tratadas, podem ser conduzidas para os referidos reservatórios exteriores, reintroduzindo-a na rede sanitária para um segundo ciclo de utilização. A manutenção dos jardins podia também recorrer aos referidos depósitos, que para além de caracterizarem o espaço central, proporcionam também um jogo de sons, reflexos conferidores de uma atmosfera peculiar. Também o sistema de ar condicionado e de termo radiadores pode aproveitar a inércia térmica da massa de água para o arrefecimento dos espaços. O consumo energético relativo à circulação e filtragem da água do depósito seria garantido em grande medida pelo aproveitamento energético solar anteriormente referido. O talude e pendente do terreno favorecem a captação e armazenamento de grandes quantidades de água gratuita naturalmente encaminha. A redução do número total de peças sanitárias e de revestimentos cerâmicos representa uma forte poupança energética e

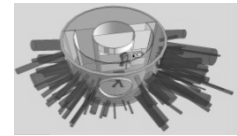


de recursos (cerâmicas despendem grandes quantidades de energia em todo o seu ciclo de produção / extracção), uma vez que o módulo duplo encontra-se associado ao individual, obtendo-se por conseguinte a partilha por três estudantes da mesma instalação sanitária.



### 3. Conclusões

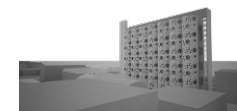
Muitos destes potenciais equipamentos rapidamente se viram inadaptados face a uma diferente realidade social e económica. Estruturas que se viram envolvidas num “novo” território que traduziu / espelhou o lógico, coerente e natural evoluir da malha urbana fortemente ancorada a uma tradição de adaptação à condição geografia e às acessibilidades que dela também dependem; elementos estes, que as grandes estruturas industriais por necessidade de funcionamento e logística (pré) reconheceram e despoletaram, numa estratégia de adequabilidade à disponibilidade e condicionalismos territoriais. Tópicos da estratégia de implantação do equipamento, foram reconvertidos e integrados / anexados pelo próprio meio, que neles encontraram o caminho mais viável ao seu progresso. O abandono do sector primário / agricultura ocorreu progressivamente, devido à falta de viabilidade económica que proporcionava. A PAC (Política Agrícola Comum) não contornou o desenraizamento agrícola, nem teve a veleidade de implantar com sucesso uma consciência promotora de estratégias no sector orientando para investimento sustentado a longo prazo, modernização e formação do respectivo sector. Nas duas últimas décadas o aumento progressivo da procura de formação académica promoveu uma bem sucedida interferência na pirâmide social e etária que se traduziram na consolidação da posição da cidade de Bragança no panorama nacional como importante pólo de desenvolvimento, tecnologia e cultura do Nordeste Português, contando actualmente com uma importante presença interventiva nas dinâmicas socioeconómica da população residente na cidade.



O pólo universitário conta com a vantagem de possuir um verdadeiro campus, pela sua sequência e ligação contínua, representando uma mancha verde de significativa escala e visibilidade, pontuada por momentos edificados representativos das diferentes áreas de estudo, assim como serviços sociais, cantinas, residências de estudantes, entre outros. Delimita-se entre a bifurcação das duas principais avenidas do acesso Sul da cidade. Encontra no seu extremo mais a Norte já próximo da malha urbana do centro da cidade, a ponte do rio Fervença, que anuncia o início da reabilitação urbana Polis, que funciona como uma circular ribeirinha pedonal, atravessando o centro histórico e que se estende até ao extremo Norte da cidade onde se dilui por entre os socacos da encosta Norte do castelo.



Serviria a seguinte proposta de reabilitação dos silos da EPAC, como o catalisador de expansão do campus para a área livre que lhe é tanto a mais próxima. Também é o espaço que apresenta uma maior viabilidade / disponibilidade num contexto estratégico de expansão, favorecendo uma visão de desenvolvimento urbano promotora da continuidade espacial. Define-se assim um amplo corredor pedonal





urbano que continua a estratégia espacial do Plano Polis, estendendo para o dobro o actual corredor verde, até aos limites do Hospital Distrital de Bragança (Obra do Arq. Viana de Lima), terreno onde se pode viabilizar e implantar futuramente a Escola Superior de Saúde (expansão tida como oportuna tendo em conta a crescente procura deste curso impulsionada pelas necessidades sociais que assim o impõe) bem como a proximidade com o Hospital e *campus universitário*. Funciona então neste espaço intermédio a [re]adaptação dos silos como elemento mediador no atravessamento e fluidez da dinâmica do *campus e da urbe*. Um ponto de uso social pelas valências programáticas que integra, promotor da coesão e centralizador promovendo a interacção urbana. Pretende-se reflectir sobre as possibilidades de adaptabilidade / resposta da proposta a cenários futuros e de que forma poderia ser viabilizada como um catalisador cronológico do espaço, conferidor de qualidade de ambiente urbano.



### Agradecimentos

Gostaria de agradecer ao Exm.º Sr. Director dos Serviços de Acção Social do I.P.B, Dr. Osvaldo Adérito Régua por ter colaborado no desenvolvimento da investigação e projecto.

Ao Prof. Arquitecto António Madureira (F.A.U.P.), por ter sido o meu orientador ao longo da investigação dando-me a conhecer os meios que objectivavam um projecto que se pretendia assumir como real e exequível.

À Doutora Joana Salgueiro pelo apoio em questões relacionadas com conservação, restauro e património.

Aos meus Pais e em memória dos meus Avós provenientes desta bela região (Bragança e Miranda do Douro) por desde cedo cultivarem a minha sensibilidade e afecto pelo território e problemáticas do Nordeste Transmontano.



### Referências Bibliográficas

Domingues, Álvaro – *Metamorfoses do Centro: dinâmicas de transformação da condição central*. (Textos/Mestrado/2002, versão não corrigida). Porto: FAUP, 2002.

Abrantes, Vitor – *Reabilitação de edifícios*. Lisboa: Instituto de Gestão e Alienação do Património Habitacional do Estado, 1999.

Bento, Mário Augusto – *Intervenção em Edifícios ou Núcleos Urbanos existentes e de elevado valor Histórico ou Arquitectónico*. Coimbra: Faculdade de Ciências e Tecnologia Departamento de Arquitectura. 1994.

Brabec, E. – *The Economic Impact of Historic Preservation Projects*. ICOMOS 10 General Assembly Sri Lanka – Economics of Conservation, 1993.

Cabrita, José Aguiar – *Monografia Portuguesa sobre inovação e reabilitação de Edifícios*. Lisboa: LNEC, 1988.

Croci G. – *The Conservation and Structural Restoration of Architectural Heritage*. Southampton, UK and Boston, USA: Computational Mechanics Publications, 1998.

Feld, Steven; Basso, Kein H. – *Senses of Place*. New Mexico: School of American Research Press, 1996.

Fernandes, José Manuel – *Arquitectura e Indústria em Portugal no século XX*. Lisboa: SECIL, 2003

Florensa, Rafael Serra; Roura, Helena Coch – *Arquitectura y energía natural*. Barcelona: Ediciones U.P.C., 1995.

Fundação Calouste Gulbenkian – *Guia de Portugal: Trás-os-Montes e Alto-Douro, II Lamego, Bragança e Miranda*. 3ªed. Coimbra: F.C.G., 1995. Vol.5.

Gadanhó, Pedro; Pereira, Luís Tavares – *Influx Arquitectura Portuguesa Recente*. Lisboa: Editora Civilização, 2003.

Giedion, Sigfried – *Space, Time and Architecture: The growth of a new tradition*. Cambridge: Harvard University Press, 1970.



Lamas, A. – *Prática da Conservação e Restauro do Património Arquitectónico*. Seteais: GECORPA, 1998.

Lefebvre, Henri – *The Urban Revolution*. London: Minnesota, 2003.

Mayer, Ruy – *Estabelecimento de Silos para Trigo em Portugal: Relatório apresentado à Federação Nacional dos Produtores de Trigo*. Lisboa: Soc. Tipográfica, Lda., 1938.

Sousa, Gonçalo de Vasconcelos e – *Metodologia da Investigação Redacção e Apresentação de Trabalhos Científicos*. Porto: Livraria Civilização Editora, 1998.

The Presidio Trust – *Green Building Guide-lines for the Rehabilitation of Historic and Non-Historic Buildings*. San Francisco: The Presidio Trust, 2002.

Voordt, T. J.; Wegen, H. B. – *Architecture in Use, an introduction to the programming, design and evaluation of buildings*. Oxford: Architectural Press, 2005.



# Reabilitação de paisagens ribeirinhas para um desenvolvimento urbano sustentável. O caso da zona ribeirinha do rio Fervença – Bragança.

L. FERREIRA VAZ<sup>1</sup>, M.G. SARAIVA<sup>2</sup>, I. RAMOS<sup>3</sup>, F. BERNARDO<sup>4</sup>, B. CONDESSA<sup>5</sup>

<sup>1</sup>CESUR/IST, [ligiafvaz@gmail.com](mailto:ligiafvaz@gmail.com), 965400898

<sup>2</sup>FA/UTL, [gsaraiva@sapo.pt](mailto:gsaraiva@sapo.pt), 966773336; <sup>3</sup>CESUR/IST, [isa\\_ramos@netcabo.pt](mailto:isa_ramos@netcabo.pt), 965174657;

<sup>4</sup>UEvora, [fatimab@uevora.pt](mailto:fatimab@uevora.pt), 917749639; <sup>5</sup>CESUR/IST, [bcondessa@civil.ist.utl.pt](mailto:bcondessa@civil.ist.utl.pt), 914538398

*Resumo:* Desde sempre, a água tem sido um factor determinante para a evolução da sociedade humana. Este facto está inscrito nas diversas paisagens do mundo, desde as de índole mais natural, às do mundo rural até às paisagens de mais intensa expressão cultural e patrimonial – as paisagens urbanas. As cidades, entendidas numa perspectiva de inter-acção de sistemas, são palco de dinâmicas, feedbacks e modificações. Deste modo, os sistemas sociais, económicos e culturais interagem com os sistemas ambientais e ecológicos. De entre os recursos naturais e ambientais relevantes na gestão das cidades, a água assume uma importância crucial. Rios e cursos de água são elementos valorizadores do espaço urbano, onde as fronteiras entre as dimensões sociais, económicas, estéticas, culturais e ambientais se diluem, contribuindo para a qualidade de vida urbana e para a sustentabilidade no planeamento e gestão dos vários sistemas que nelas se cruzam. Os cursos de água assumem assim funções estruturantes na paisagem urbana. No entanto, a dinâmica inerente aos processos urbanos implica alterações qualitativas e quantitativas nos cursos de água, que podem, muitas vezes, ter impactos ambientais e sociais irreversíveis. As Operações de Reabilitação são hoje temática importante e cada vez mais a solução escolhida para a resolução de problemas urbanos. Numa época em que o crescimento urbano é posto em causa devido a problemas ambientais, provocados, entre outros, pela crescente impermeabilização do solo, a necessidade de transformar espaços já existentes potenciando os seus usos e aumentando a qualidade de vida da população, é hoje uma opção válida e desejável. Em Portugal, tem-se assistido, nas últimas décadas, a um desenvolvimento de operações de reabilitação urbana, nomeadamente em áreas urbanas ribeirinhas. O “Programa Polis” é disso um exemplo. Procura-se assim desenvolver uma metodologia que permita efectuar uma avaliação do sucesso de projectos de reabilitação ribeirinha, numa perspectiva de sustentabilidade. O recurso a indicadores, de âmbitos diversos (ecológicos, sociais, económicos e estéticos), possibilita a avaliação dos resultados do processo de reabilitação, bem como aferir sobre o sucesso da mesma, em distintas vertentes. Deste modo, torna-se possível analisar os aspectos positivos e negativos nos projectos em causa e preparar operações futuras, mais integradas e sustentáveis. No presente artigo apresenta-se a aplicação de indicadores de avaliação do sucesso de projectos de requalificação de paisagens ribeirinhas, potenciando a investigação desenvolvida no âmbito do Projecto URBEM<sup>1</sup>. O caso de estudo desenvolvido incide na cidade de Bragança e na requalificação da zona ribeirinha do rio Fervença, no âmbito do Programa Polis.

## 1. Introdução

A água, nas suas várias formas, influencia a localização, o desenvolvimento, a morfologia e as vivências da cidade. Rios e cursos de água são elementos valorizadores do espaço urbano, onde as fronteiras entre as dimensões sociais, económicas, estéticas, culturais e ambientais se diluem, contribuindo para a qualidade de vida na cidade e assumindo funções estruturantes na paisagem urbana. No entanto, a dinâmica inerente aos processos urbanos implica alterações qualitativas nos cursos de água e suas zonas de influência, que

---

<sup>1</sup> Projecto Europeu de investigação URBEM (Urban River Basin Enhancement Methods), no âmbito do Programa de Energia, Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, que decorreu entre 2002 e 2005 ([www.urbem.net](http://www.urbem.net)).

podem, muitas vezes, representar impactos ambientais, paisagísticos e sociais significativos.

Deste modo, as zonas ribeirinhas representam, na actualidade, espaços de grande capacidade e potencial de atracção para novos e renovados usos urbanos, que apelam a intervenções de requalificação, reabilitação e regeneração. Por um lado estas intervenções atestam do reconhecimento das potencialidades e de um novo olhar e interesse por estas zonas. Por outro lado, as características que concorrem para essa atracção são também geradoras de fragilidades e vulnerabilidades, na interface entre sistemas urbanos e sistemas naturais associados à água.

A intervenção em áreas ribeirinhas deverá então assentar em princípios de sustentabilidade urbana uma vez que, a intervenção em espaços de elevada valia paisagística e socio-económica, como são as zonas ribeirinhas, exige o recurso a metodologias interdisciplinares e objectivos integrados.

O recente interesse nas áreas ribeirinhas urbanas motivou o desenvolvimento de novas abordagens no que respeita a todo o processo de regeneração de rios urbanos, considerando várias dimensões, nomeadamente, a ecológica, a espacial, a social, a económica a estética e a institucional, introduzindo uma perspectiva multidisciplinar e estimulando a participação pública.

Pretende reflectir-se sobre princípios orientadores para intervenções em áreas ribeirinhas com vista ao aumento da sustentabilidade urbana. Esta reflexão assenta na investigação desenvolvida em 2 projectos de investigação complementares, nos quais as autoras estiveram envolvidas, integradas em equipas pluridisciplinares:

- por um lado, os resultados da participação no projecto Europeu de investigação URBEM (Urban River Basin Enhancement Methods: [www.urbem.net](http://www.urbem.net)). Este projecto teve como objectivos o desenvolvimento de metodologias, técnicas e procedimentos inovadores para a reabilitação de rios urbanos e desenvolveu-se entre 2002 e 2005, concluindo-se com a realização da Conferência “Urban River Rehabilitation”, em Dresden, Alemanha.

- por outro lado o projecto “Ripricity | Rios e Cidades: oportunidades para a sustentabilidade urbana”, que se encontra na fase de elaboração de relatório final e que decorreu, com o apoio da Fundação para a Ciência e Tecnologia, entre 2006 e 2009.

Partindo de três eixos – rio, cidade e pessoas – analisam-se os diversos atributos que contribuem para a valorização do rio enquanto elemento ecológico estruturador do ambiente urbano, para a requalificação do espaço ribeirinho e para a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos.

No âmbito deste estudo foi desenvolvido um conjunto de indicadores para cidades fluviais, com o objectivo de investigar o contributo que a presença de um rio em meio urbano pode dar à cidade em termos de potencial e de oportunidades para um desenvolvimento urbano mais sustentável, considerando o uso sustentável do solo, os riscos de cheia, a qualidade da água, os habitats ribeirinhos, a contribuição para a amenidade e conforto bioclimático, acesso aos equipamentos, serviços e espaços públicos da área ribeirinha, mobilidade e acessibilidade ao rio, satisfação dos cidadãos com a área ribeirinha, e as questões institucionais em que assentam estes projectos.

## 2. Metodologia

Com base na investigação referida, procura-se desenvolver uma metodologia que permita efectuar uma avaliação do sucesso de projectos de reabilitação ribeirinha, numa perspectiva de sustentabilidade. O recurso a indicadores, de âmbitos diversos (ecológicos, sociais, económicos e estéticos), possibilita a avaliação dos resultados do processo de reabilitação, e assim aferir sobre o sucesso da mesma, em distintas vertentes. Deste modo, torna-se possível analisar os aspectos menos bem sucedidos nos projectos em causa e preparar operações futuras, mais integradas e sustentáveis.

Partindo de um base conceptual em que o Rio, as Pessoas e a Cidade são vértices de um triângulo que sintetiza as principais relações que ocorrem durante um processo de regeneração urbana de frentes ribeirinhas, o rio representa o mundo objectivo onde os atributos materiais são analisados, como, processos, leis naturais e equilíbrio natural são analisados; a cidade como parte do mundo social, onde estão incluídos os processos de participação, práticas sociais, relações culturais; as pessoas como parte do mundo interior, individual, onde se examinam pensamentos, emoções, valores e crenças.

Deste modo, a metodologia assenta na aplicação dos indicadores definidos nos projectos, URBEM (os indicadores Urbem pretendem ilustrar os 3 vértices do triângulo Rio-Cidade-Pessoas) e RIPROCITY ao caso de estudo: Rio Fervença, Bragança – requalificação da zona ribeirinha no âmbito do programa Polis.

Pretende-se portanto obter uma visão integrada da intervenção em causa, sabendo-se, no entanto, que um processo de avaliação é sempre subjectivo e limitado pelo conhecimento do sujeito avaliador. Para minimizar essa subjectividade, a metodologia adoptada ancorou-se em critérios objectivos que se traduziram em indicadores específicos e estes em valores concretos que foram analisados e posteriormente discutidas as conclusões.

Sintetizando, a metodologia baseou-se na aplicação de um sistema de indicadores seleccionado para responder às questões formuladas, e estabelecido para as componentes de carácter ecológico/ambiental, social e económico que, depois de aplicado ao caso de estudo, permitiu inferir sobre o sucesso da requalificação urbana em estudo. Estes indicadores permitem a quantificação e monitorização dos *outputs* da intervenção, funcionando como critérios para uma requalificação bem sucedida.

## 3. Resultados

Em termos gerais resulta, da aplicação da metodologia descrita, um conjunto de indicadores, que caracterizam o processo de reabilitação da zona ribeirinha do Rio Fervença. Depois de comparados com os objectivos definidos inicialmente para o processo, e devidamente analisados com base em metodologias integradas, interpretam-se os resultados, contribuindo para melhor compreender as relações entre o Rio Fervença e a



**Figura 1:** Triângulo representativo das relações num processo de regeneração de frentes ribeirinhas.

cidade de Bragança, mas também, apontar os pontos fortes e os pontos fracos da intervenção de reabilitação assim como as principais potencialidades do espaço.

Depois de efectuados os cálculos, determinados os valores dos indicadores e analisados comparativamente com a escala de referência elaborada, procedeu-se à discussão e avaliação do sucesso da reabilitação.

A escala de referência considerou valores máximos e valores mínimos aceitáveis (relacionando as escalas definidas pelo projecto URBEM e as características intrínsecas do local). Seguidamente procedeu-se a uma análise comparativamente entre o valor efectivamente obtido e os valores referência.

A metodologia de avaliação do processo de regeneração da frente ribeirinha do rio Fervença, depois de calculados os indicadores, consistiu em relacionar os resultados obtidos face aos objectivos que o Programa Polis definiu para a regeneração da frente ribeirinha, fazendo corresponder os respectivos critérios e indicadores à prossecução dos vários objectivos estabelecidos.

Deste modo, os resultados obtidos poderão contribuir para melhorar o processo de reabilitação urbana, conduzindo a paisagens ribeirinhas urbanas ecologicamente mais equilibradas e sustentáveis.

#### **4. Conclusões**

As zonas ribeirinhas apresentam-se nos dias de hoje como espaços importantes na cidade com elevado potencial de regeneração, do ponto de vista ecológico, social, estético e económico onde se articulam várias componentes que fazem parte da estrutura urbana. Este potencial deverá ser encaminhado para o percurso da sustentabilidade, necessitando para isso de se investir no aumento do conhecimento sobre as relações que acontecem nas áreas ribeirinhas, e destas com a cidade.

Neste trabalho reflecte-se fundamentalmente sobre cidades e intervenções sustentáveis em margens de rios, zonas urbanas fluviais que devem grande parte da sua especificidade à conjugação do binómio cidade-rio. Rios e cidades têm representado, na história da evolução urbanística, sistemas interdependentes com sinergias próprias, adaptações mútuas, morfologias e tipologias específicas, vivências marcantes e padrões identitários.

A tomada de consciência para o valor ecológico e ambiental dos rios e cursos de água tem obrigado a rever a clássica relação cidade-rio. Para além dos contextos histórico, geográfico e morfológico, aspectos como a qualidade da água, a vulnerabilidade a cheias e inundações, o valor estético e recreativo, a acessibilidade pedonal e em modos “soft”, têm representado vertentes que apelam para intervenções orientadas por conceitos como o planeamento e gestão sustentáveis, a participação dos utilizadores, a requalificação ambiental e a reabilitação dos sistemas ecológicos.

A metodologia aplicada revelou-se uma metodologia expedita no sentido da compreensão das relações entre a cidade e a sua zona ribeirinha, no âmbito de uma requalificação. Permite por outro lado perceber quais as consequências de uma intervenção e consequentemente quais as potencialidades e fragilidades de determinadas opções e daí inferir sobre estratégias mais sustentáveis em processos de reabilitação ribeirinha urbana.



**Figura 2:** Sequência de fotografias da zona ribeirinha do rio Fervença – Polis Bragança. Fonte: Programa Polis Bragança

A aplicação da metodologia ao caso de estudo da zona ribeirinha do Rio Fervença permitiu concluir que a intervenção representou um conjunto de mais-valias, transformando um espaço desqualificado e desconectado com a cidade, num espaço que agora pertence à cidade, requalificado, valorizando a relação cidade-rio, mas onde se observaram também, alguns aspectos menos positivos, nomeadamente no

que respeita a questões relacionadas com a estrutura verde urbana.

Da avaliação efectuada à intervenção na frente Ribeirinha do Rio Fervença constatou-se que foi requalificado um espaço com componentes importantes para o aumento da sustentabilidade urbana e a melhoria da qualidade de vida da população. Assim, assinalam-se os que nos pareceram mais relevantes: aumento da qualidade da água, construção e readaptação de percursos recreativos, controle de cheias, criação de pontos de acesso de bicicletas, integração de elementos patrimoniais, aumento do número de atravessamentos, valorização das questões visuais – construção de miradouros.

A intervenção na frente ribeirinha do Rio Fervença teve comprovadamente uma valorização na dimensão social, como se pode comprovar pelos aspectos assinalados. Contudo, verificaram-se lacunas no que respeita à concepção da estrutura verde da zona ribeirinha e sua relação com a estrutura verde global da cidade. Identificaram-se aspectos como vegetação ripícola insuficiente nas margens e, nalgumas zonas, mesmo inexistente. Identifica-se também como ponto fraco a insuficiência de equipamentos recreativos que permitam um maior utilização do espaço.



**Figura 3:** Fotografia aérea da zona ribeirinha do rio Fervença. Fonte: Programa Polis Bragança

É, de facto, incontornável afirmar que a intervenção representou um conjunto de mais-valias, transformando um espaço desqualificado e desconectado com a cidade, num espaço que agora pertence à cidade, requalificado.

O objectivo principal deste estudo, ao efectuar uma avaliação do sucesso da operação, foi o de reconhecer os aspectos positivos da recuperação, que poderão servir de exemplo a outras intervenções, mas também identificar os aspectos negativos, onde os objectivos não

foram atingidos ou que não foram contemplados como objectivo. Esta análise permite equacionar novas linhas de orientação para as intervenções, a partir dos pontos fracos identificados.



**Figura 4:** Percurso pedonal principal da zona ribeirinha do rio Fervença. Fonte: Programa Polis Bragança



**Figura 5:** Imagem do percurso pedonal principal da zona ribeirinha do rio Fervença. Manipulação digital

Assim, a área de estudo poderá ser potenciada com a definição de uma estrutura verde sustentável (incremento do número de espécies arbóreas e arbustivas, junto do curso de água, mas também noutros pontos do espaço, com o aumento da área de ensombramento). Esta medida não só melhoraria a qualidade ecológica do espaço como também a sua utilização por parte da população, uma vez que proporcionaria melhores condições de conforto climático, aumentando a atractividade do espaço.

Constatou-se que, sendo uma área requalificada, a sua utilização por parte da população é baixa. Sendo assim, acredita-se que o espaço poderá ser potenciado por exemplo com a introdução de novos equipamentos recreativos - áreas de lazer, equipamentos para crianças, cafés ou até mesmo lojas -, bem como com a organização de eventos, relacionados com desportos náuticos, concertos ou feiras. Estas estratégias não só aumentariam o número de utilizadores como também potenciariam um aproveitamento económico do espaço.

Deste modo, foi possível reconhecer os aspectos positivos da recuperação, que poderão servir de exemplo a outras intervenções, mas também identificar os aspectos negativos, onde os objectivos não foram atingidos ou que não foram contemplados como objectivo. Esta análise permite equacionar novas linhas de orientação sustentáveis para as intervenções futuras.

## **Agradecimentos**

Agradece-se aos elementos da equipa do projecto de investigação URBEM, nomeadamente, Jorge Baptista e Silva e Clara Landeiro, e aos elementos da equipa do projecto de investigação RIPROCITY, Jorge Baptista Silva, Clara Landeiro, Francisco Serdoura, Pedro Pinto, Mariana Castro, Tiago Trigueiros, Ana Sá, Matt Kondolf, os contributos para o trabalho de investigação em curso no âmbito do projecto.



## Referências Bibliográficas

- Coba, 2000. Estudo Hidrológico e Hidráulico do Rio Fervença. Programa Polis Bragança. Bragança.
- Couch, Chris; Fraser, Charles, Percy, Susan, 2003. Urban Regeneration in Europe. Blackwell Publishing. Berlin, Germany.
- Cuthbert, Alexander R, 2003. Designing cities: critical readings in Urban Design, Blackwell Publishing. United Kingdom.
- Guel, J.M. Fernández, 1992. Planificación Estratégica de Ciudades. Editorial Gustavo Gili, SA. Barcelona.
- Hough, M., 2004. Cities and natural processes: a basis for sustainability. London, Routledge.
- Palomo, P., 2003. La planificación verde en las ciudades. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.
- Petts, G, Heathcote, J., Martin, D. (Eds), 2002. Urban Rivers. Our Inheritance and Future. IWA Publishing, London.
- ProSistemas, Consultores de Engenharia SA, 2002. Estudo Hidrológico e Hidráulico de um Trecho do Rio Fervença na Zona de Intervenção do Programa Polis na cidade de Bragança. Bragança – Polis, Estudo Final. Bragança.
- Riley, A.L., 1998. Restoring streams in cities. A guide for planners, policymakers and citizens. Island Press, Washington, D.C.
- Roberts, Peter; & Sykes, Hugh, 2000. Urban Regeneration – a Handbook. Sage Publications. London - England.
- Saraiva, M.G.A.N., 1999. O Rio como Paisagem (The River as a Landscape), Textos Universitários de Ciências Sociais e Humanas, Fundação Calouste Gulbenkian e Fundação para a Ciência e Tecnologia, Lisboa.
- Saraiva, Maria da Graça, 2000. Para uma requalificação urbana e ambiental de zonas ribeirinhas na costa do Estoril, Proposta e conceitos de intervenção. Lisboa.
- Saraiva, M.G., Ramos, I.L., Vaz, L.F., Bernardo, F., Condessa B, Teixeira, T. Intervenções em Áreas ribeirinhas. Que critérios para as intervenções? Análise das dimensões ecológicas e psico-sociais. Casos de Estudo em estruturas verdes ribeirinhas. VII Congresso Ibérico de Urbanismo: Paisagem, Frentes de Água e Território. Ponta Delgada, Açores.
- Saraiva, M.G., Ramos, I.L., Vaz, L., Bernardo, F., Condessa, B. Towards Sustainability in Rehabilitating Urban River Landscapes. Crossing Ecology with Social Concerns, 4th ECRR Conference on River Restoration, Italy, Venice S. Servolo Island, June 2008.
- Schanze J., Olfert A., Tourbier J.T., Gersdorf, I. & Schwager T., 2004. Existing Urban River Rehabilitation Schemes (Work Package 2). URBEM project, Leibniz Institute of Ecological and Regional Development and Dresden University of Technology, Dresden.
- Silva J.Batista, Saraiva M.G., Ramos I.L., Bernardo F., Monteiro F., Câmara C., 2003. Classification of the aesthetic value of the selected urban rivers - Methodology. Deliverable 4.2. URBEM (Urban River Basin Enhancement Methods) EC Research Project, CESUR, IST. Lisbon.
- Tourbier J.T, Gersdorf I., Schanze J., Olfert A., 2005. Indicators of Success, work Package 10, URBEM (Urban River Basin Enhancement Methods) EC Research Project, Dresden University of Technology (TU Dresden) and Leibniz Institute of Ecological and Regional Development, Dresden (IOER). Dresden.
- Tourbier J.T, Gersdorf I., Schanze J., Olfert A., 2005. Urban River Rehabilitation, Proceedings of the International Conference on Urban River Rehabilitation URRC 2005, Leibniz Institute of Ecological and Regional Development, Dresden.
- VAZ L.F., 2008. Cidades Fluviais: Questões Ecológicas associadas a processos de regeneração. Dissertação final de Mestrado. Faculdade de Arquitectura de Lisboa. Universidade Técnica de Lisboa.
- VAZ L.F., SARAIVA M.G., 2007. Requalificação de margens e cursos de água urbanos. Como avaliar o sucesso. VII Congresso Ibérico de Urbanismo: Paisagem, Frentes de Água e Território. Ponta Delgada, Açores.
- Viver Bragança. Estudo de incidências ambientais na zona de intervenção do Programa Polis na Cidade de Bragança. Programa Polis. Bragança, 2000.

# Qualidade da Água na Área Urbana do Rio Fervença

TEIXEIRA, A.<sup>1</sup>, GERALDES, A.M.<sup>1</sup> & ESTEVINHO, L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CIMO, Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança Campus de Santa Apolónia 5301-885 Bragança, Portugal e-mail: [amilt@ipb.pt](mailto:amilt@ipb.pt), [geraldes@ipb.pt](mailto:geraldes@ipb.pt), [leticia@ipb.pt](mailto:leticia@ipb.pt) Telefone: (+351) 273 331 570

*Resumo:* A qualidade ecológica do rio Fervença na área urbana de Bragança foi avaliada através do recurso a análises físicas, químicas e microbiológicas da água, complementadas com a caracterização do habitat aquático e ribeirinho e das comunidades de macroinvertebrados presentes ao longo do segmento de rio amostrado. Durante um período de dois anos recolheu-se informação em cinco locais de amostragem situados respectivamente a montante, no interior e a jusante da cidade, que permitiu detectar a existência de perturbações ambientais decorrentes do impacto provocado por fenómenos maioritariamente de origem antrópica. O input de substâncias no curso de água, nomeadamente no seu trajecto urbano, reflectiu-se no aumento substancial do teor em sais dissolvidos e em nutrientes, especialmente compostos azotados e fosfatados. Por outro lado, registou-se uma degradação da galeria ripícola e alteração da morfologia do canal que contribuíram para modificar o funcionamento do sistema aquático. A diminuição da integridade ecológica aparece explícita nos índices determinados para o biota (IBMWP), galeria ripícola (QBR) e qualidade do canal (GQC). A renaturalização dos troços mais artificializados do rio poderá contribuir para evitar o crescimento massivo de algas, actualmente observados durante o período estival, nas zonas lânticas do “corredor verde” do Rio Fervença que afectam negativamente a paisagem urbana e que são directamente influenciados pela menor integridade ecológica do ecossistema aquático e ribeirinho.

## 1. Introdução

Com base na determinação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos e na caracterização das comunidades de macroinvertebrados, avaliou-se a qualidade da água em vários pontos do rio Fervença localizados a montante, a jusante e no interior da cidade de Bragança. Os resultados obtidos indicam perturbações assinaláveis nas componentes abióticas e bióticas dos troços localizados no interior e a jusante da cidade. O objectivo final desta abordagem será propor medidas de planificação de uso e ocupação do espaço de forma a promover a restauração da qualidade nas áreas estudadas, permitindo o usufruto sustentável por parte da população residente, tal como é preconizado pela Directiva n.º2000/60/CE.

## 2. Metodologia

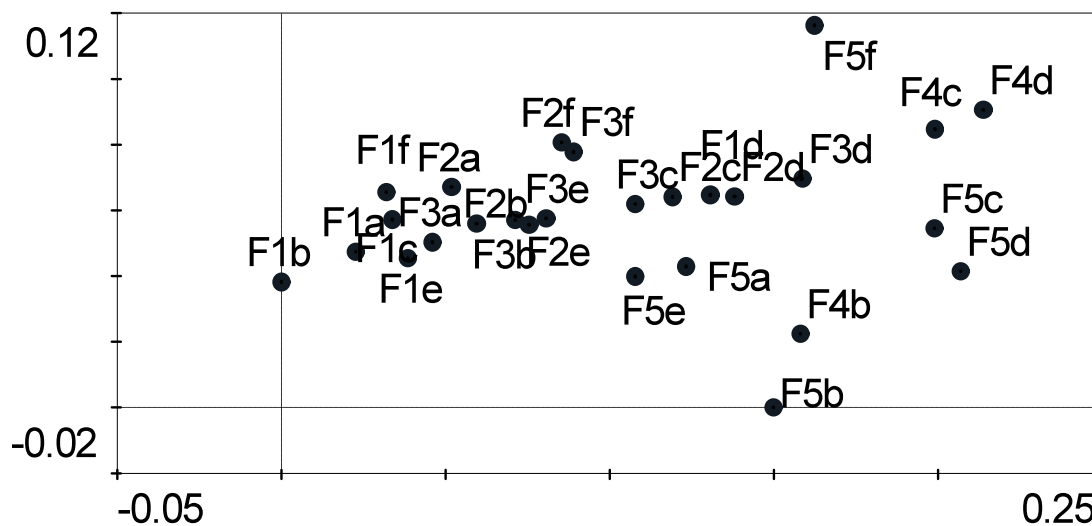
O plano de amostragens envolveu em 5 pontos, nos anos 2006 e 2007, localizados no Rio Fervença: F1 (montante; zona rural), F2 e F3 (interior da cidade), F4 (a jusante da ETAR e da cidade) e F5 (jusante da cidade; zona rural). Em todos os pontos foi efectuada a determinação “in-situ” da condutividade, temperatura, oxigénio dissolvido e pH. No laboratório foram determinadas as concentrações de nitratos, nitritos, amónia e fosfatos. As densidades de coliformes totais, coliformes fecais e estreptococos fecais foram também determinadas. Todas as metodologias analíticas foram realizadas de acordo com (APHA, 1989). Foram também amostradas as comunidades de macroinvertebrados e avaliada a

integridade ecológica dos diferentes pontos de amostragem através do cálculo do índice IBMWP- *Iberian Biomonitoring Working Party* desenvolvido por Alba-Tercedor & Sanchez-Ortega (1988). As diferenças existentes entre os pontos de amostragem no que diz respeito aos valores dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos e à composição das comunidades de macroinvertebrados foram identificadas com recurso a ferramentas de ordenação (PRIMER, CANOCO) e outras métricas (índices de diversidade de Shannon-Wiener; de qualidade do canal- GQC (Cortes et al., 1999) e da galeria ripícola- QBR (Munné et al., 1998) usadas na avaliação da qualidade ecológica de rios. Estas análises foram sempre que necessário complementadas com análise estatística univariada.

### 3. Resultados

Parâmetros físico-químicos e microbiológicos:

Os resultados da análise da DCA (Figura 1) indiciam a existência de um gradiente de perturbação da qualidade da água de montante para jusante de Bragança.



**Figura 1:** Resultados da análise multivariada DCA. Colheitas realizadas em: (a) Março2006; (b) Maio; (c) Junho; (d) Setembro; (e) Novembro; (f) Janeiro 2007

De facto e considerando os valores de cada parâmetro representados na Tabela 1 verifica-se que F1, o ponto mais a montante, é o que se encontra menos perturbado. Nos pontos F4 e F5, localizados a jusante da cidade é onde se verifica uma maior degradação da qualidade da água.

Nos meses de inverno os valores obtidos em F4 e F5 tendem a aproximar-se dos valores obtidos nas estações com menores índices de perturbação, enquanto nos meses de verão, se observa um aumento dos níveis de perturbação em F1, F2 e F3. A análise de Kruskal-Wallis revelou a existência de diferenças significativas para a condutividade ( $\chi^2 = 18,45$ ;  $p= 0,005$ ), para os fosfatos ( $\chi^2 = 25,25$ ;  $p = 0,0003$ ), nitritos ( $\chi^2 = 14,28$ ;  $p= 0,026$ ). Nos pontos F4 e F5 os valores das concentrações de fosfatos ultrapassam os valores admissíveis propostos pelo INAG (2005). Embora nos outros pontos de amostragem as concentrações deste parâmetro estejam, por vezes, abaixo dos limites de detecção, existem outros indícios

que apontam para a existência de concentrações excessivas de fosfatos. Um exemplo é a extensa proliferação de algas filamentosas e macrófitas em F3. Em F5 foram também observadas concentrações muito elevadas de nitritos (superiores a 1 mg/l).

**Tabela 1:** Valores máximos e mínimos, média e desvio padrão (média/desvio padrão) dos parâmetros físico-químicos obtidos para os diferentes pontos de amostragem.

Pontos de Amostragem					
Parâmetros	F1	F2	F3	F4	F5
Condutividade ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	143-248 (182/48)	178-336 (249/75)	204 -395 (279/91,9)	360-847 (612/244)	275-636 (443/166)
Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	10,4-18,8 (15,6/3,6)	10,3-17,5 (15,3/3,3)	6,0-18,7 (14,5/5,6)	18-20,6 (19,0/1,4)	11,4-20,5 (16,3/3,8)
Oxigénio dissolvido (mg /l)	3,5-9,8 (7,3/3,1)	6,6-10,3 (7,6/1,9)	5,4-11,3 (8,0/2,5)	2,5-5,8 (3,9/1,7)	3,7-9,0 (5,4/2,5)
pH	6,4-7,5	6,2-7,6	6,6-8,3	7,4-7,7	6,8-7,4
Nitratos (mg /l)	0,31-1,04 (0,47/0,39)	0,39-0,56 (0,60/0,22)	0,40-0,88 (0,66/0,20)	0,00-2,21 (0,74/1,28)	0,00-4,25 (2,96/2,51)
Nitritos (mg /l)	0,02-0,100 (0,05/0,04)	0,03-0,29 (0,14/0,12)	0,04-0,62 (0,27/0,26)	0,15-2,64 (1,01/1,42)	0,87-3,49 (1,86/1,18)
Amónia (mg /l)	0,0-0,01	0,0-0,004	0,0-0,003	0,0-0,0014	0-0,002
Fosfatos (mg /l)	0,0	0,0	0,0	1,06-2,06 (1,60/0,51)	0,32-2,53 (1,49/1,26)
CBO <sub>5</sub> 20 ° C (mg/l O <sub>2</sub> )	1,0-2,7 (2,7-1,7)	1,2-5,4 (2,5/2,0)	1,5-4,4 (2,8/1,2)	1,6-3,0 (3,3/1,8)	2,5-4,7 (2,6/1,7)

Relativamente aos parâmetros microbiológicos verificou-se que os valores obtidos não superaram os valores admissíveis propostos pelo INAG (2005) para os cursos de água superficiais de acordo com as suas características de qualidade para usos múltiplos.

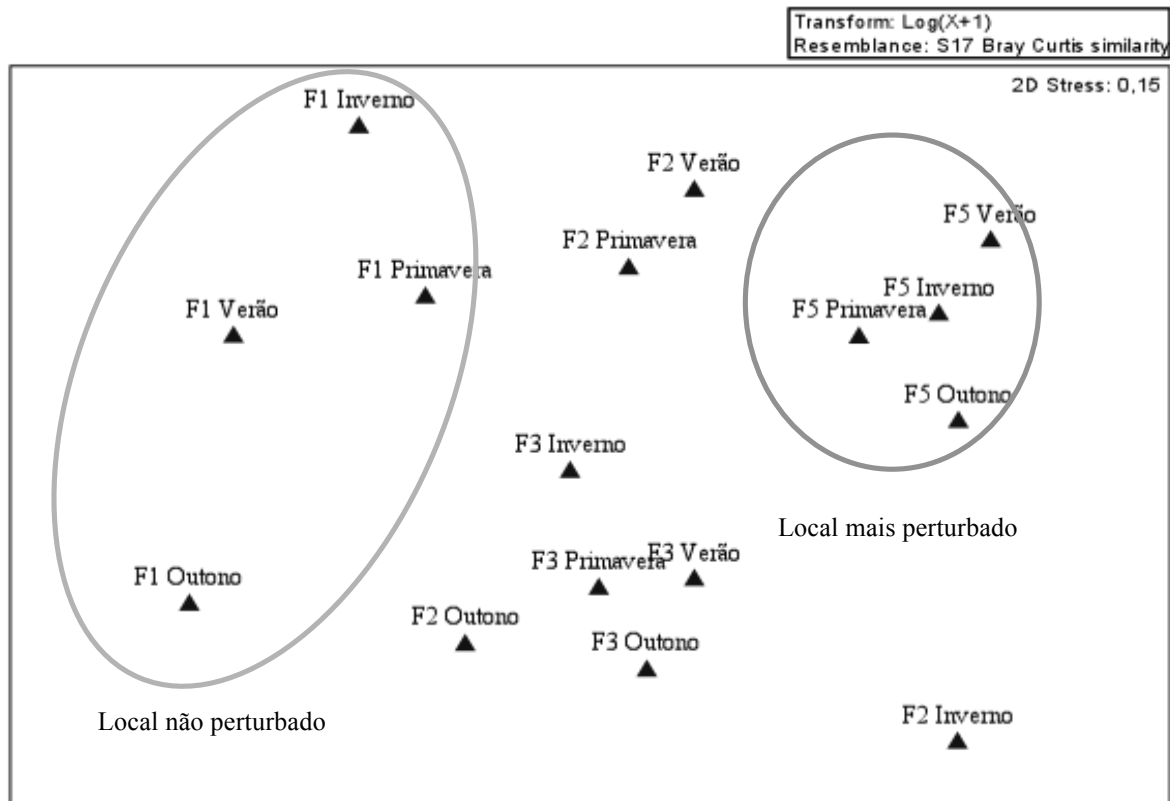
**Tabela 2:** Valores máximos e mínimos dos parâmetros microbiológicos obtidos para os diferentes pontos de amostragem do rio Fervença.

Pontos de Amostragem					
Parâmetros	F1	F2	F3	F4	F5
coliformes fecais UFC/100ml	0	7-13	5-8	6-9	5-8
coliformes totais UFC/100ml	1200-1800	3000-5000	2500-5000	7000-9500	6000-7600
<i>Enterococos</i> fecais UFC/100ml	ausentes	ausentes	ausentes	ausentes	ausentes

Comunidades de macro-invertebrados:

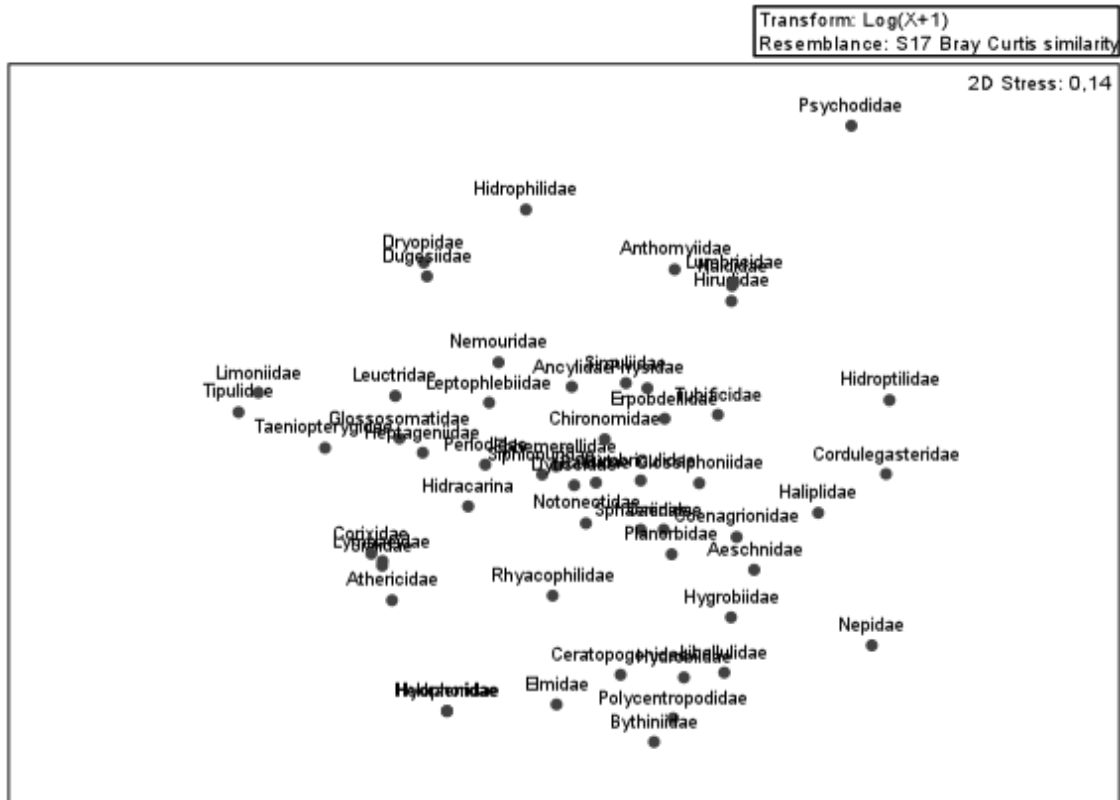
Na ordenação n-MDS (Figura 2) da comunidade de macroinvertebrados observa-se, para o eixo 1, uma clara separação entre os locais menos (e.g. F1- montante de Bragança) e mais perturbados (e.g. F5- jusante de Bragança) resultantes de um gradiente de perturbação do meio aquático, maioritariamente associado à poluição da água. Por sua vez, no eixo 2,

ainda que não tão perceptível, é possível verificar a sazonalidade associada à estruturação das comunidades de macroinvertebrados.



**Figura 2:** Ordenação n-MDS dos locais de amostragem situados no rio Fervença.

Na Figura 3 estão representadas as famílias típicas de locais com boa qualidade ecológica (e.g. Athericidae, Taeniopterygidae, Glossosomatidae, Heptageniidae, Perlodidae) em contraste com as famílias que colonizam e dominam ambientes com elevada degradação da qualidade da água (e.g. Erpobdellidae, Lumbricidae, Hirudinae, Psychodidae). Foram ainda determinadas outras métricas que, de forma complementar, permitiram avaliar o “estado de saúde” do rio Fervença: 1) segundo o índice IBMWP a qualidade da água diminuiu de montante para jusante (*i.e.* F1-classe I, água limpa até F5-classe IV, água muito poluída); 2) a diversidade de Shannon-Wiener  $H'$  foi sempre superior a montante de Bragança e nas estações do ano com menor stress ambiental (Outono, Inverno); 3) a qualidade do canal (Índice GQC) e da galeria ripícola (Índice QBR) confirmaram fenómenos de perturbação acentuados nos locais mais sujeitos à influência antrópica.



*Figura 3:* Ordenação n-MDS das comunidades de macroinvertebrados do rio Fervença.

#### 4. Conclusões

O Rio Fervença encontra-se fortemente intervencionado na maior parte do seu curso. No ponto mais a montante (F1) apesar da existência de actividade agrícola e de algumas fontes de poluição pontuais provenientes de algumas aldeias situadas na proximidade, os valores dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos passíveis de indiciar degradação da qualidade da água estão dentro dos valores admissíveis. A comunidade de macroinvertebrados também confirma níveis de perturbação pouco elevados. Os impactes negativos da actividade agrícola e de alguns efluentes poderão ser atenuados pela existência de uma galeria ripícola relativamente bem conservada e pelo facto do leito do rio e das margens estarem ainda pouco artificializados, mantendo-se assim, a capacidade auto-depuradora do rio. Mais a jusante e já no interior da cidade, assiste-se a uma degradação das galerias ripícolas, a uma artificialização do leito e das suas margens e a um aumento das fontes de poluição pontual que drenam directamente para o rio. A não detecção de valores elevados de fosfatos no ponto F3 pode ser explicada pelo facto de as algas existentes fazerem uma absorção muito rápida deste composto (Wetzel, 2001). Os troços onde se observaram valores mais elevados dos parâmetros/grupos taxonómicos indicadores de degradação da qualidade da água localizam-se nos pontos F4 e F5. Face ao exposto é urgente tomar medidas que visem: (1) Recuperar as galerias ripícolas e evitar a artificialização do leito do rio e das margens em locais onde esta ainda não ocorreu; (2) melhorar a eficiência do funcionamento da ETAR; (3) Sensibilizar a população para a importância da conservação dos ecossistemas ribeirinhos e aquáticos.

## **Agradecimentos**

À Câmara Municipal de Bragança pelo financiamento deste trabalho de investigação. Ao Mestre Daniel Saraiva pelo apoio prestado no trabalho de campo.

## **Referências Bibliográficas**

- Alba-Tercedor J. & Sanchez-Ortega A., 1988. Un método rápido y simples para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell, 1978. *Limnetica*, 4: 51-56.
- APHA 1989. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. American Public Health Association. Washington.
- Cortes R.M.V., Teixeira A., Crespi A., Oliveira S., Varejão E., Pereira A., 1999. Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Lima. 1ª Fase. Análise e Diagnóstico da Situação de Referência (Componente Ambiental). Anexo 9. Ministério do Ambiente. 257 pp.
- INAG 2005. Classificação dos Cursos de Água Superficiais de Acordo com as suas Características de Qualidade para Usos Múltiplos.  
[http://snirh.inag.pt/snirh/dados\\_sintese/qualidadeAnuario/boletim/tabelaGeral.htm](http://snirh.inag.pt/snirh/dados_sintese/qualidadeAnuario/boletim/tabelaGeral.htm) (24 de Julho 2009).
- Munné A., Solà C., Prat N., 1998. QBR : Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. *Tecnologia del Agua*, 175: 20-37.
- Wetzel R.G, 2001. *Limnology- Lake and river ecosystems*, 3rd ed. Academic Press. San Diego.

# Caracterização granulométrica dos solos urbanos de Lisboa: influência na dispersão dos metais em meio ambiente de superfície

A. Cláudia Dias<sup>1</sup>, Carla Patinha<sup>1</sup>, Anabela Cachada<sup>2</sup>, Paula Reis<sup>1</sup>, Cristina Sequeira<sup>1</sup>, Armando C. Duarte<sup>2</sup>, Eduardo A. Ferreira da Silva<sup>1</sup>, Fernando Tavares Rocha<sup>1</sup>

<sup>1</sup>GeoBioTec-GeoBioSciences, Geotechnologies and Geoengineering Research Center. Universidade de Aveiro, Campus de Santiago. 3810-193 Aveiro, ([ana.lau.dias@gmail.com](mailto:ana.lau.dias@gmail.com))

<sup>2</sup>CESAM - Universidade de Aveiro, Campus de Santiago. 3810-193 Aveiro.

*Resumo:* Para se estudar a influência da granulometria na dispersão dos metais em meio ambiente de superfície nos solos urbanos de Lisboa determinou-se a sua textura bem como outras propriedades físico-químicas. A amostragem foi efectuada em 51 locais de Lisboa, sendo que o uso dos solos era variado (parques infantis, escolas, jardins, canteiros perto de estradas e aeroporto). A caracterização das propriedades química e física das amostras dos solos urbanos foi feita através dos parâmetros habituais (pH, capacidade de troca catiónica e base de troca, matéria orgânica e análise elementar). Foram determinados a textura e o conteúdo pseudo-total de metais nas 51 amostras de solo. A textura foi determinada a partir do cálculo das percentagens da fracção de areia, silte e argila. Cada amostra foi classificada de acordo com classificação da USDA usando o software Talwin 42<sup>®</sup>. A determinação da concentração dos 62 metais nas amostras foi realizada no Canadá, num laboratório certificado (ActLabs, LTD). A análise foi efectuada por ICP-MS/ICP-OES (Finnegan Mat ELEMENT 2) após digestão de 0.5 g de amostra (fracção <150µm) em Água-régia. Determinada a textura, conclui-se que os solos de Lisboa são ligeiramente arenosos, sendo a percentagem mediana de areia 62%, de silte 25% e de argila 11%. De acordo com a classificação proposta pelo Departamento de Agricultura Americano, os solos são maioritariamente arenosos-lutíticos (62.7%), 17.6% são lutíticos, 9.8% são arenosos, 7.8% são lutítico-arenosos e 2% dos solos é arenoso-argiloso-lutítico. Em relação aos teores de metais, os solos tendem a apresentar valores muito baixos de concentração o que se justifica dado serem maioritariamente arenosos. No entanto, algumas amostras apresentam valores aberrantes mas que parecem poder ser explicados pelas suas granulometrias.

## 1. Introdução

Os solos urbanos caracterizam-se por uma composição muito heterogénea devido à forte influência humana, e tipicamente contêm mais contaminantes (metais, hidrocarbonetos, organoclorados, etc) do que zonas rurais devido à forte actividade antropogénica a que estão sujeitos (Biasioli et al, 2006). As fontes de poluentes em áreas urbanizadas provêm de actividades diárias entre as quais se encontram as emissões industriais e o tráfego.

Os metais em solos urbanos podem ser transferidos para os humanos por ingestão, contacto dérmico ou inalação. As crianças são especialmente vulneráveis devido “à mão na boca” durante as actividades no exterior em parques infantis e áreas recreativas, tendo sido estimada uma taxa de ingestão diária de 200 mg de solo (US EPA, 2002). A fracção inferior a 50µm (argila e silte) será a mais perigosa para a saúde humana (Sheppard and Evenden, 1994). Deste modo, a textura dos solos, assim como outras propriedades físico-químicas, tem um papel fundamental quer na disponibilidade dos contaminantes como nas diferentes fases minerais do solo (Cachada et al, 2009; Madrid et al, 2007).



## **2. Metodologias**

### **2.1 Amostragem**

Para a amostragem na cidade de Lisboa foram escolhidos 51 locais para recolha de amostras de acordo com o uso do solo. Os tipos de uso de solo seleccionados para amostragem foram: 19 parques infantis (PG), 10 jardins (GD), 6 escolas (SC), 2 canteiros próximos de estradas (RS) e 3 pontos de amostragem no aeroporto (AE). Para avaliar a contribuição das estruturas dos parques infantis na contaminação de solos procurou-se amostrar o mais próximo possível de baloiços e escorregas. Foram colhidos os primeiros 5cm do solo, evitando-se áreas com coberto vegetal, nomeadamente zonas com tapete de relva. Para garantir a representatividade de amostragem e para estimar erros de amostragem foram colhidas amostras compósitas de 3 sub-amostras e duplicados, respectivamente.

### **2.2. Métodos Analíticos**

As amostras foram secas em estufa e peneiradas por via seca na fracção <2 mm. A restante amostra foi arquivada. Para a caracterização física e química dos solos urbanos os parâmetros foram escolhidos dentro dos normalmente usados para definir as suas propriedades: pH, capacidade de troca catiónica e bases de troca, matéria orgânica (“loss-on-ignition”) e análise elementar (CNHS).

#### **2.2.1 Textura**

A textura foi determinada, em 51 amostras, a partir do cálculo das percentagens da fracção de areia, silte argila. A percentagem da fracção de areia entre 2 e 0.075 mm foi obtida por crivagem via húmida usando o crivo de 75  $\mu$ m ASTM. A fracção de areia entre 0.075 e 0.050 mm, o silte (0.050-0.002 mm) e a argila (<0.002 mm) foi quantificada usando um Micromeritics® Sedigraph 5100. Pesaram-se 3 g de amostra (da fracção <0.075 mm) e adicionou-se uma solução de sódio hexametáfosfato 0.16 mM. Os agregados foram depois dispersos com ajuda de um ultrasons. O sedigraph foi calibrado usando o material de referência Spectromelt A 12 (66% di-Lítio tetraborato/34% Lítio metaborato) (1.5  $\mu$ m). Cada amostra foi classificada de acordo com classificação da USDA usando o software *Talwin 42*®.

#### **2.2.2 Conteúdo pseudo-total de metais**

A determinação da concentração dos 62 metais nas amostras foi realizada no Canadá, num laboratório certificado (ActLabs, LTD). A análise foi efectuada por ICP-MS/ICP-OES (Finnegan Mat ELEMENT 2) após digestão de 0.5 g de amostra (fracção <150 $\mu$ m) em Água-régia.

### 3. Resultados e discussão

Os solos de Lisboa são ligeiramente arenosos, sendo a percentagem mediana de areia 62%, de silte 25% e de argila 11%. De acordo com a classificação proposta pelo Departamento de Agricultura Americano, os solos são maioritariamente arenosos-lutíticos (62.7%), 17.6% são lutíticos, 9.8% são arenosos, 7.8% são lutítico-arenosos e 2% dos solos é arenoso-argiloso-lutítico (Figura 1).

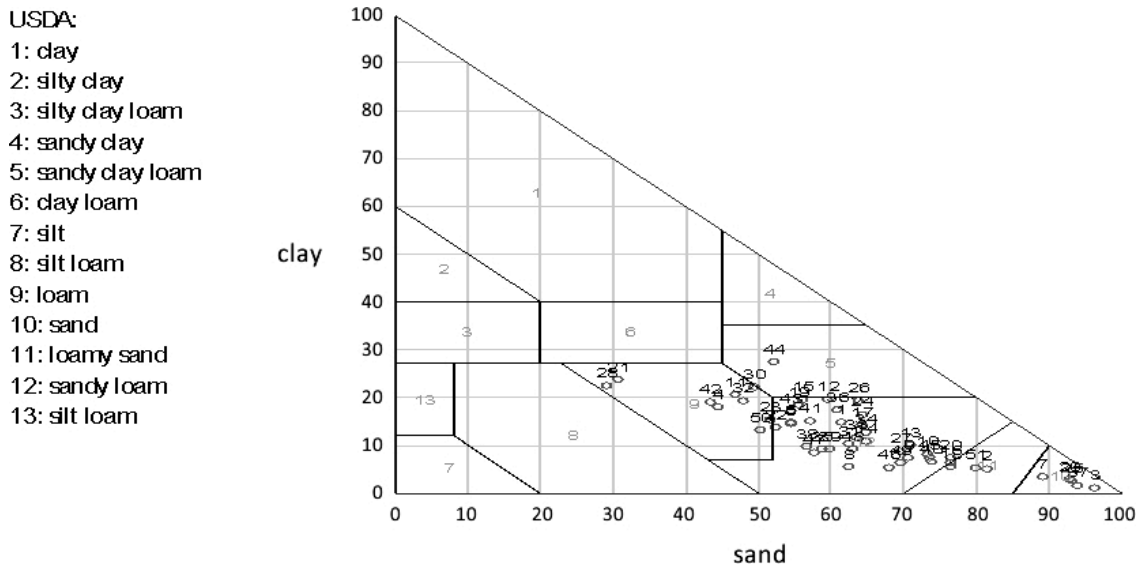


Figura 1: Diagrama de classificação da textura.

No que respeita à relação entre os usos do solo e as diferentes granulometrias as percentagens de areia e silte são semelhantes (Tabela 1). No caso da argila, verifica-se que existem valores distintos em especial nos jardins (GD) e nos parques de grande dimensão (PA). No entanto, não se verificam diferenças estatisticamente significativas entre os resultados obtidos.

Tabela 1: Valores de medianas em % dos diferentes usos do solo para as granulometrias areia, argila e silte.

	PG	PA	GD	SC	RS	AE
areia	59.77	62.64	63.93	67.38	67.28	55.60
argila	12.99	16.21	8.66	10.55	9.96	15.12
silte	24.35	24.32	25.83	19.37	22.76	25.85

Na análise dos teores de metais (Figura 2), algumas amostras evidenciaram valores aberrantes para alguns metais, o que possivelmente se poderá relacionar com o seu tipo de granulometria. A amostra 30, um solo lutítico, apresenta concentrações elevadas em Mn, Fe, Co, Zn e Ba, tendo sido colhida a 160 m da Estação de Sta Apolónia; os solos nas imediações de ferrovias apresentam frequentemente um enriquecimento superficial nalguns metais como Cu, Fe, Zn ou Cd (Hao et al., 2009). A amostra 50, também um solo lutítico, é claramente anómala em Pb, provavelmente de origem antropogénica uma vez que o solo foi colhido num jardim público, a cerca de 20 m da Av. 24 de Julho. A amostra 51,

classificada como arenoso-lutítico, foi colhida num canteiro da Av. da Liberdade (solo com tempo de residência desconhecido), não apresentou teores elevados de metais. Os solos arenosos possuem pouca capacidade de retenção dos metais, o que, adicionado ao facto de ter provavelmente um reduzido tempo de residência no local, pode explicar os teores baixos.

As amostras 3, 7, 25, 29 e 37 apresentaram valores muito baixos de concentração de metais. Por serem solos arenosos, caracterizam-se geoquimicamente por teores extremamente baixos em quase todos os elementos químicos determinados.

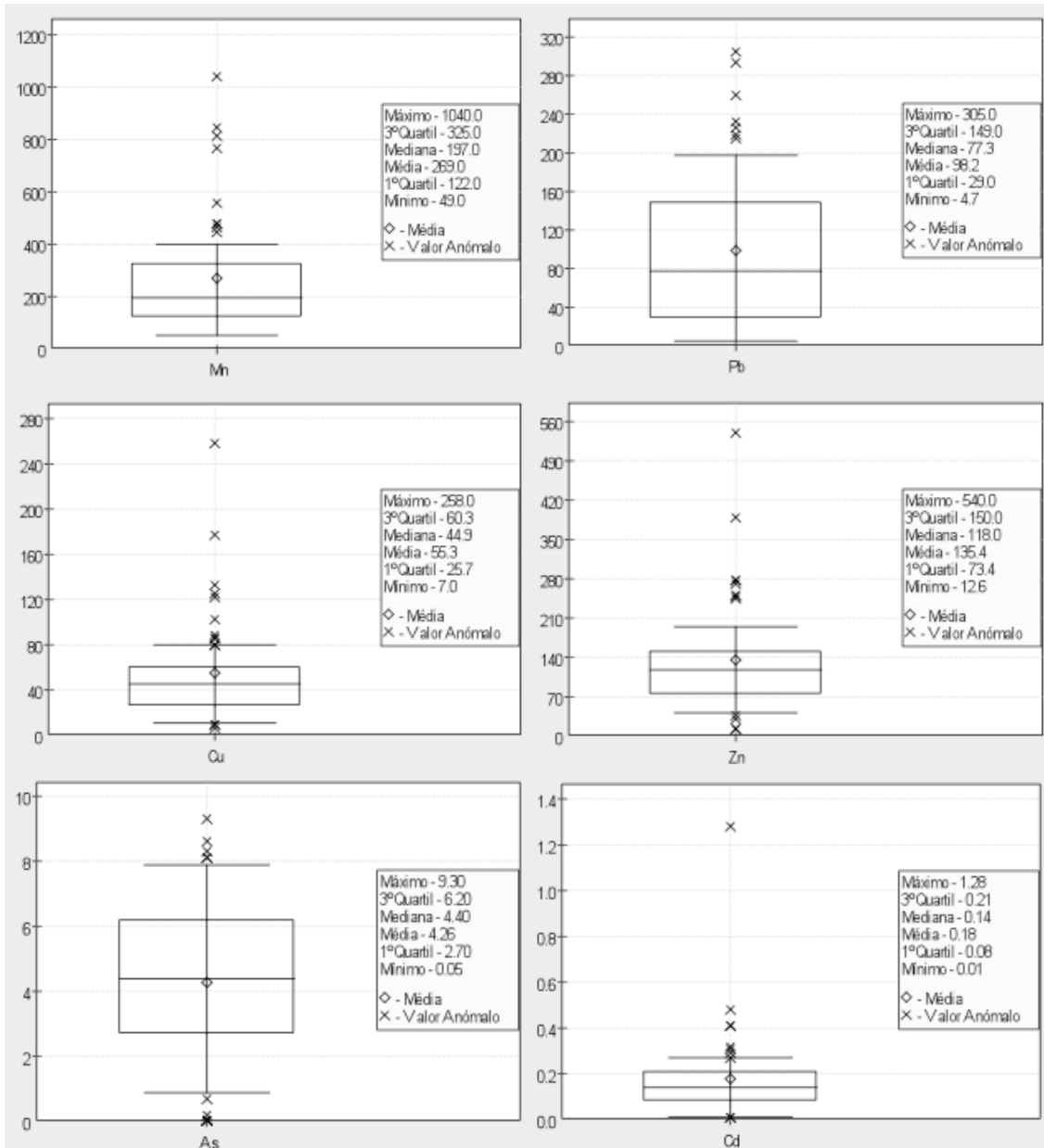


Figura 2: Boxplots com a variação das concentrações dos metais (Mn, Pb, Cu, Zn, As, Cd) em mg/Kg.

## Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do projecto de investigação URBSOIL-LISBON (PTDC/CTE-GEX/68523/2006).

## Referências Bibliográficas

- Biasioli M, Barberis R, Ajmone-Marsan, F, 2006. The influence of a large city on some soil properties and metals content. *Science of the Total Environment* 356, 154–164.
- Cachada A, Rodrigues SM, Mieiro C, Ferreira da Silva E, Pereira E, Duarte AC, 2009. Controlling factors and environmental implications of mercury contamination in urban and agricultural soils under a long term influence of a chlor-alkali plant in the North-West Portugal. *Environmental Geology* 57, 91-98.
- Hao L, Li-Ping C, Ying-Mei A, Xia Y, Yan-Hua Y, Yuan-Bin Z, Guo-Yong F, 2009. Heavy metal contamination in soil alongside mountain railway in Sichuan, China. *Environ. Monit. Assess*, 152: 25-33.
- Madrid F, Biasioli M, Ajmone-Marsan F, 2008. Availability and Bioaccessibility of Metals in Fine Particles of Some Urban Soils. *Arch Environ Contam Toxicol* 55, 21–32.
- Sheppard SC, Evenden WG, 1994. Contaminant enrichment and properties of soil adhering to skin. *J Environ Anal Chem* 51:135-151.
- US EPA (US Environmental Protection Agency), 2002. Childspecific exposure factors handbook. National Center for Environmental Assessment, Washington, DC, EPA/600/P-00/002B/National Information Service, Springfield, VA, PB2003-101678. Available from <http://www.epa.gov/ncea>.

# Avaliação e Promoção da Eco-Eficiência em Centros de Saúde

DIANA CRISTO<sup>1</sup> E MAFALDA NUNES<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Politécnico do Porto - Escola Superior de Tecnologia da Saúde. Área Científica de Saúde Ambiental. Rua Valente Perfeito, 322, 4400-330 – Vila Nova de Gaia. Tlf: 222061130; [dianaihcristo@gmail.com](mailto:dianaihcristo@gmail.com) e [mmn@estsp.ipp.pt](mailto:mmn@estsp.ipp.pt)

*Resumo: Eco-eficiência é uma forma de gestão que com menor utilização de recursos consegue efectuar as actividades normais a que uma instituição se destina, minimizando os custos e os impactos ambientais. Este estudo envolveu 8 Centros de Saúde do distrito do Porto e teve como objectivos avaliar o estado de Eco-Eficiência dos Centros de Saúde seleccionados; analisar a sensibilidade dos profissionais que trabalham nos Centros de Saúde em relação às questões ambientais e estudar estratégias a implementar para promover a Eco-Eficiência nos Centros de Saúde. A metodologia utilizada foi a aplicação de uma check-list associada a uma entrevista para caracterizar os Centros de Saúde em termos de Eco-Eficiência e de questionários para fazer uma análise de hábitos dos funcionários. Concluiu-se que os consumos de água e electricidade são variáveis e que os consumos de água não são influenciados pela área ou idade do edifício nem pelo número de utentes inscritos. Relativamente à identificação de equipamentos economizadores que os edifícios analisados possuíam, pode-se aferir que ainda estão um pouco longe do considerado ideal. No que diz respeito aos hábitos dos funcionários nos Centros de Saúde, conclui-se que em relação à temática da água apenas em determinadas situações agem correctamente. Quando se trata de hábitos relacionados com a energia verificou-se a possibilidade de melhorar os comportamentos relativos à utilização de equipamentos informáticos; no que concerne aos resíduos, no geral, afirmam agir de forma correcta. Considerou-se que a sensibilização seria a forma mais eficaz de conseguir uma mudança da situação, propondo medidas que minimizem o consumo de recursos. Desta forma, foram elaborados cartazes sobre o tema e um manual com medidas e equipamentos Eco-Eficientes que foram entregues à gestão dos Centros de Saúde, para que desta forma se consiga cativar um pouco mais o interesse e incutir preocupação com este género de temáticas.*

## 1. Introdução

O consumo de recursos naturais em Portugal tem sofrido um aumento significativo nos últimos anos sobretudo devido ao desenvolvimento socioeconómico que se tem observado (EDS Norte, 2004).

A eco-eficiência nas instituições surge como uma forma de gestão que, com menor utilização de recursos, consegue efectuar as actividades normais a que uma instituição se destina. Do ponto de vista económico minimiza os custos associados ao consumo de energia e água (para além de diminuir os gastos associados ao tratamentos das águas residuais). De igual modo, a compra de produtos sustentáveis surge como uma forma de economizar e contribuir para a sustentabilidade ambiental (Ecoempresas, 2005). As instituições públicas, em Portugal, são numerosas e a promoção da Eco-Eficiência nos seus edifícios teria um impacto global significativo.

De facto, em Portugal a gestão de água ainda não é feita da forma mais eficaz, já que existe normalmente um desperdício (Euclides, 2006). De um modo geral, pode afirmar-se que os recursos hídricos que temos disponíveis são suficientes para a satisfação das necessidades (actuais e futuras) das actividades consumidoras, pelo que a disponibilidade de água não

constituirá, em princípio, o factor de ameaça determinante no que respeita à sustentabilidade dos respectivos sectores económicos. No entanto, condicionantes ambientais poderão por em causa essa sustentabilidade, particularmente em sectores economicamente importantes (Relatório do Estado do Ambiente, 2004).

Quanto à produção de energia, no nosso país ainda se verifica uma grande e precária dependência da utilização de combustíveis fósseis, que resulta numa elevada produção de gases com efeito de estufa (EDS Norte, 2004). A melhoria da eficiência energética surge como um instrumento essencial para uma eficaz gestão da energia.

No que diz respeito aos resíduos, estes têm sido considerados um problema da sociedade moderna, sociedade de consumo, cujo modo de vida adoptado privilegia a produção de bens de consumo de uso único com consequência “directa” na quantidade e qualidade dos resíduos produzidos. A gestão adequada dos resíduos constitui um dos grandes desafios a enfrentar (Vasconcelos *et al.*, 2006).

A actual política de resíduos da União Europeia baseia-se na aplicação da designada "hierarquia de gestão de resíduos". Isso significa que, preferencialmente, se deve optar pela prevenção e que os resíduos cuja produção não pode ser evitada sejam, preferencialmente, reutilizados, reciclados ou valorizados sempre que possível, sendo a sua eliminação em aterro reduzida ao mínimo indispensável.

As aquisições sustentáveis permitem uma mudança em direcção a uma produção e um consumo mais sustentáveis. Se a maioria dos compradores públicos optar por este tipo de produtos, haverá uma procura maior que estimulará uma oferta maior, que conduzirá, por sua vez, a um preço mais baixo. Aquisições públicas podem ajudar a criar um grande mercado para negócios sustentáveis, aumentando as margens de lucro dos produtores através de economias de escala e reduzindo seus riscos. Além disso, as autoridades públicas podem incentivar a inovação e, conseqüentemente, estimular a competição da indústria, garantindo aos produtores recompensas pelo melhor desempenho ambiental de seus produtos, através da procura do mercado ou de incentivos concretos (Clemente *et al.*, 2006).

O tipo de edificios públicos escolhido para efectuar este estudo foi os Centros de Saúde já que estão presentes em todo o país (sendo aproximadamente 347) e constituem um dos locais onde os Técnicos de Saúde Ambiental exercem a sua actividade. A implementação de medidas de Eco-eficiência nestes locais teria repercussões, não só para a própria instituição, mas também para a qualidade ambiental de todo o país. Paralelamente, pretendia promover-se hábitos ambientalmente mais sustentáveis nos profissionais e utentes, não só aplicáveis nos Centros de Saúde, mas também nas suas próprias casas, o que se reveste de grande interesse.

Os objectivos específicos do estudo foram:

- Avaliar o estado de Eco-eficiência dos Centros de Saúde da área metropolitana do Porto;
- Avaliar a sensibilidade dos profissionais que trabalham nos Centros de Saúde em relação às questões ambientais;
- Estudar estratégias e implementar medidas de promoção da Eco-Eficiência nos Centros de Saúde.

## 2. Metodologia

Estudou-se uma amostra constituída por 8 Centros de Saúde da área metropolitana do Porto (onde existe um total de 24 Centros de Saúde).

A metodologia utilizada para proceder à identificação dos equipamentos que os edifícios em causa possuíam e as suas características em termos de consumo de água e electricidade e de eco-eficiência foi a realização de uma entrevista baseada numa *check-list* que foi efectuada à pessoa mais indicada no Centro de Saúde para responder à tipologia de questões preconizadas.

As *check-lists* foram escolhidas para esta situação específica, pois constituem um instrumento que permite verificar um elevado número de parâmetros por parte do utilizador, minimizando o risco de omissões, para além de que com a sua utilização se consegue uma sistematização de informação bastante eficaz, permitindo uma maior rapidez na sua análise posterior.

Optou-se por aplicar as *check-lists* associadas a uma entrevista, pelo facto de através desta se conseguir reduzir o número de questões mal interpretadas já que o entrevistador pode fornecer explicações sobre o tema questionado. Consequentemente obtêm-se menos respostas não respondidas/incompletas, ou seja uma maior taxa de respostas. Esta associação garante assim resultados mais completos (Estrela, 1984).

Para a análise de hábitos dos funcionários dos Centros de Saúde, entregou-se um questionário aleatoriamente a 33 pessoas dos Centros de Saúde em causa, onde figuravam 26 perguntas fechadas relativas às formas de actuação no Centro de Saúde no que diz respeito à utilização da água, economia de electricidade, separação de resíduos e boas técnicas de poupança de outros recursos.

O questionário aplicado tinha questões com respostas fechadas, facilitando assim o tratamento e análise da informação e exigindo menos tempo para o seu preenchimento; este aspecto é bastante importante, pois a maioria das pessoas que trabalham nestas instituições são profissionais de saúde, que regra geral, têm pouca disponibilidade para este género de iniciativas. Uma das desvantagens é o facto de facilitar a resposta para uma pessoa que talvez numa outra situação de questão aberta poderia não saber ou ter mais dificuldade em responder (Rojas, 2001).

O tratamento estatístico dos dados foi assegurado através da utilização do programa *SPSS 16.0* e do programa *Microsoft Excel*.

## 3. Resultados

Verificou-se que os consumos de água e electricidade são muito variáveis ao longo dos meses e dos anos e que não são directamente correlacionáveis com a área ou idade do edifício, nem com o número de utentes inscritos.

A quantificação dos equipamentos economizadores de água e energia permitiu observar que, a maioria dos Centros de Saúde, não os possui num número suficiente para atingir um bom nível de Eco-Eficiência. Relativamente à separação de resíduos, todos os Centros de Saúde possuíam equipamentos que permitiam a sua correcta separação. Quanto à

sustentabilidade das compras verificou-se que as opções eram efectuadas por uma entidade central não sendo as escolhas da responsabilidade dos Centros de Saúde.

Na abordagem aos funcionários das instituições em causa procurou-se avaliar se os seus hábitos no local de trabalho seriam os mais correctos do ponto de vista da Eco-Eficiência. Relativamente à temática do consumo da água verificou-se uma dualidade de situações correctas e incorrectas. No que diz respeito à energia verificou-se a possibilidade de melhorar alguns hábitos, nomeadamente ao nível da utilização de equipamentos informáticos. Já quando se trata de atitudes adequadas relacionados com os resíduos, os funcionários dos Centros de Saúde, de uma forma geral, afirmam agir de forma correcta.

Após esta avaliação fez-se a compilação, num manual, das medidas e equipamentos passíveis de aplicar nos Centros de Saúde, para estes se tornarem mais Eco-eficientes. No entanto, sabendo que muitas medidas implicariam algum investimento económico que as inviabilizava a curto prazo optou-se por definir uma estratégia de sensibilização dos profissionais e utentes destas instituições.

Como forma de sensibilização foram elaborados cartazes apelativos em A3 e A1, já que são uma das melhores formas de assegurar que, tantos os funcionários como os utentes que frequentam os Centros de Saúde, tenham um fácil acesso a informação relativa a hábitos menos lesivos do ambiente.

#### **4. Conclusões**

Relativamente à avaliação do estado de Eco-Eficiência dos Centros de Saúde os resultados obtidos revelam bastante heterogeneidade nestas instituições apresentando algumas uma limitada preocupação com as questões ambientais.

O “Manual de Eco-Eficiência para Centros de Saúde” que foi entregue aos gestores dos Centros de Saúde e os cartazes colocados pretendem contribuir para tornar estas instituições mais Eco-eficientes e incutir um maior interesse por esta temática.

Seria pertinente efectuar uma nova avaliação para verificar se houve uma evolução dos Centros de Saúde intervencionados no sentido da sua melhoria em termos de sustentabilidade ambiental.

#### **Referências Bibliográficas**

- EDS Norte (2004). Eficiência Energética em Edifícios Municipais.
- Vasconcelos E., Farias M., Diniz J., Maciel J., 2006. Diagnóstico do problema dos resíduos hospitalares: o caso de Campina Grande.
- Clemente S., Erdmenger C., Held T., Barth R., Oehme I., Pierrard R., Lackner B., Führ V., 2006. Uso do poder de compra do governo para a promoção de um desenvolvimento sustentável.
- Estrela, A., 1984. Teoria e prática de observação de classes.
- Rojas, R., 2001. El Cuestionario.



# **Avaliação Energética e Ambiental de Frotas de Limpeza e Recolha de Resíduos Sólidos Urbanos**

TÂNIA ISABEL MOREIRA GOMES, DR. TIAGO FARIAS E DR. GONÇALO GONÇALVES

Instituto Superior Técnico, Avenida Rovisco Pais, 1 - 1049-001 Lisboa, email: [taniagomes20@hotmail.com](mailto:taniagomes20@hotmail.com),  
Telefone: 962338676

*Resumo:* O presente estudo tem como principal objectivo delinear uma metodologia de análise energética e ambiental de uma frota urbana e municipal, de modo a identificar medidas de melhoria quer a nível de consumo energético como a nível de emissões. Essa metodologia foi aplicada à frota em estudo, para o ano 2008, possibilitando a realização da respectiva caracterização energética e ambiental. Para facilitar o desenvolvimento dessa análise, os veículos foram organizados em sectores de actividade consoante a tarefa que desempenham (recolha de resíduos sólidos urbanos, recolha de monstros, recolha de cortes de jardim, limpeza de terrenos e praias, limpeza urbana e outros). De seguida, são definidos os cenários alternativos e quantificados os ganhos energéticos e ambientais provenientes da aplicação das diferentes soluções propostas. Desta forma, é possível identificar quais as soluções analisadas mais vantajosas e sustentáveis. Os resultados preliminares permitiram concluir que o sector de limpeza urbana é aquele que apresenta maior peso efectivo, quer no consumo energético da frota em estudo, como nas respectivas emissões de poluentes atmosféricos. Deste modo, é sobre este sector que será necessário intervir prioritariamente, de maneira a melhorar o desempenho energético e ambiental da frota.

## **1. Introdução**

Ao longo das últimas décadas, o aumento das emissões de gases responsáveis pelo fenómeno de “efeito de estufa” e o consumo energético que lhe está associado constituem preocupações fulcrais a nível mundial [1].

A queima de combustíveis fósseis usados para responder às crescentes necessidades energéticas da sociedade actual, especialmente no que respeita ao transporte de pessoas, mercadorias e serviços, representa uma das principais fontes de emissão de gases de “efeito de estufa” que por sua vez são responsáveis pelas alterações climáticas.

Actualmente, o mercado do petróleo tem sofrido muitas oscilações com aumentos sucessivos do preço do barril [2], devido ao esgotamento deste recurso natural em determinados locais de exploração, causando um enorme impacto nos custos da energia e dos combustíveis.

É, portanto, crucial a intervenção imediata da sociedade de modo a alcançar um novo equilíbrio tanto a nível ambiental como económico através da procura de novas soluções viáveis e sustentáveis de energia.

## **2. Objectivos**

O presente estudo tem como objectivo promover a melhoria contínua do desempenho ambiental de uma empresa municipal de serviços de recolha de resíduos sólidos urbanos,

limpeza urbana, requalificação e manutenção dos espaços públicos verdes urbanos da Câmara Municipal de Cascais, através da avaliação energética e ambiental da respectiva frota rodoviária urbana. A partir desta avaliação é possível identificar soluções alternativas de produção de energia que conduzam à redução dos consumos de energia primária e ao aumento da eficiência energética da frota, assim como permite elaborar uma estratégia de redução das emissões de gases de “efeito de estufa” e outros poluentes atmosféricos, associados ao consumo de combustíveis fósseis.

### 3. Metodologia

A metodologia estipulada para avaliar energeticamente e ambientalmente a actividade da empresa inicia-se com a caracterização da frota no que respeita ao número de viaturas, categoria, tipo de actividade, distâncias percorridas e quantidades de resíduos recolhidas, seguida da caracterização do respectivo perfil de consumo energético, considerando como intervalo de tempo, o ano de 2008.

Na avaliação do desempenho ambiental, a metodologia centra-se na identificação e quantificação das emissões dos gases de escape das viaturas recorrendo-se ao *software* COPERT IV para transportes rodoviários urbanos (modelo europeu de referência no estudo do impacto energético e ambiental de veículos rodoviários) [3][4].

No que respeita às emissões por parte dos veículos “off-road (máquinas), estas foram estimadas através de uma metodologia simples baseada em dados do consumo total de combustíveis, em massa, que são depois multiplicados por factores tabelados de emissão de cada poluente por unidade de combustível usado [5] (Equação 1):

$$\text{Emiss\~{a}o poluente}_i = \text{Consumo combust\~{i}vel} \times \text{Factor\_emiss\~{a}o poluente}_i \quad \text{Equa\~{c}\~{a}o 1}$$

As emissões dos gases de efeito de estufa CO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub>, foram estimadas através de cálculos numéricos com base no teor de enxofre presente nos combustíveis e da quantidade de CO<sub>2</sub> emitido resultante da combustão dos combustíveis [6].

Neste contexto, pretende-se delinear uma gestão do consumo energético da frota onde são propostos cenários alternativos, nomeadamente utilização de biocombustíveis [7], veículos com sistemas de propulsão alternativos, substituição de veículos antigos por veículos mais recentes (Euro V e Euro VI), eco-condução e tecnologias “aftermarket”[8][9][10], que são comparados em termos energéticos e ambientais com os combustíveis e as tecnologias de propulsão actuais, de forma a averiguar quais as soluções mais eficientes e sustentáveis.

### 4. Resultados Preliminares

#### 4.1. Caracterização da Frota

Em 2008, a frota da empresa era constituída por 141 veículos, dos quais 61 eram ligeiros, 50 eram pesados (nomeadamente de mercadorias, especializados para recolha dos resíduos sólidos urbanos, auto-tanques e lava-contentores), 26 eram máquinas (varredoras, retroescavadoras, tractores, pá-carregadora, lavadora/esfregadora e máquinas de limpeza

de praia) e 4 eram motocicletas. Destes veículos, 89% eram movidos a gasóleo e somente 11% a gasolina.

Este tipo de frota tem a particularidade de ser muito diversificada devido às diferentes actividades e serviços municipais que realiza, sendo constituída pelas mais diversas viaturas. Por este motivo, o consumo energético de cada viatura não está somente associado à locomoção mas encontra-se também ligado à função que desempenha, ou seja, estas viaturas mesmo quando estão paradas consomem energia para o funcionamento dos sistemas de recolha e descarga de resíduos assim como dos sistemas de limpeza urbana. Deste modo, as viaturas foram agrupadas em diferentes sectores de acordo com a actividade que desempenham (Tabela 1), de maneira a facilitar a análise do consumo de combustível das mesmas e o respectivo desempenho ambiental.

**Tabela 1:** Distribuição das viaturas por sector de actividade e respectiva idade média.

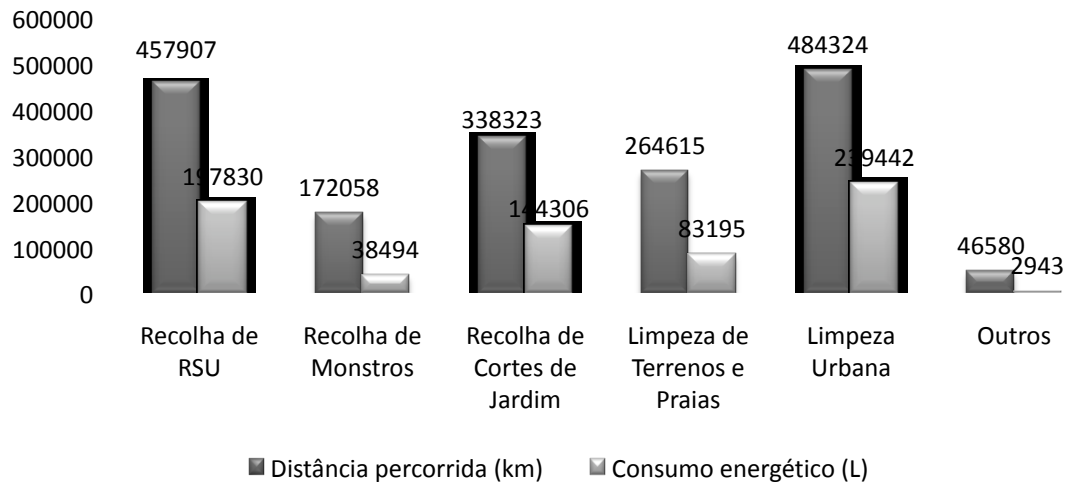
Sector	Nº de Veículos	Idade Média dos Veículos (anos)
Recolha de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)	36	3,4
Recolha de Monstros	6	5,2
Recolha de Cortes de Jardim	12	9,8
Limpeza de Terrenos e Praias	21	4,5
Limpeza Urbana	47	3,9
Outros	19	2,2

Contudo, na realização do presente estudo apenas foram apenas considerados 112 veículos, que correspondem a 80% da frota, devido ao facto de não haver dados disponíveis relativos aos quilómetros percorridos por determinadas viaturas, à existência de dados e resultados que não oferecem uma base de credibilidade suficiente e aos veículos que deixaram de fazer parte da frota ao longo do ano.

#### **4.2. Caracterização Energética**

O consumo total de combustível líquido das viaturas em análise foi cerca de 706 mil L, dos quais 9 mil L correspondem ao consumo de gasolina e 697 mil L ao de gasóleo e percorreram no total aproximadamente 1.764 mil km. Sendo que, 90,2% destes veículos eram movidos a gasóleo e somente 9,8% a gasolina.

Na Figura 1 é possível observar o consumo energético anual associado a cada sector de actividade e a respectiva distância anual percorrida.



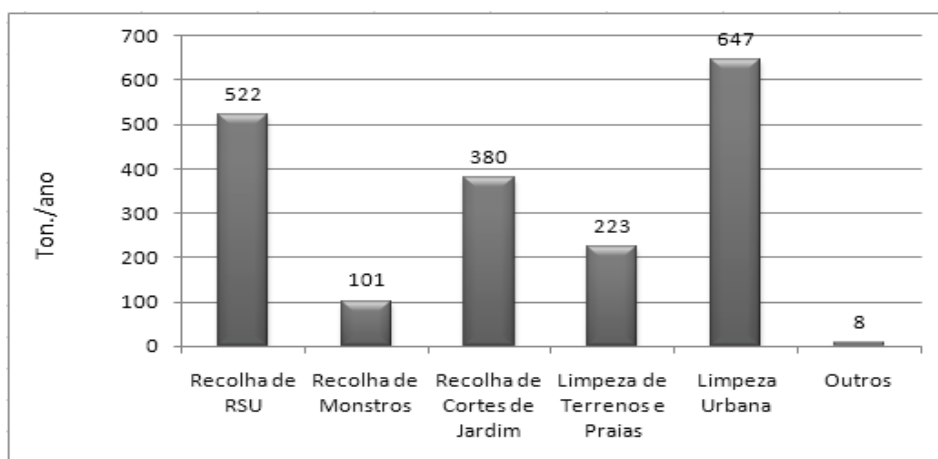
**Figura 1:** Distribuição do consumo anual de combustível e da distância percorrida, em 2008, por sector de actividade.

### 4.3. Caracterização Ambiental

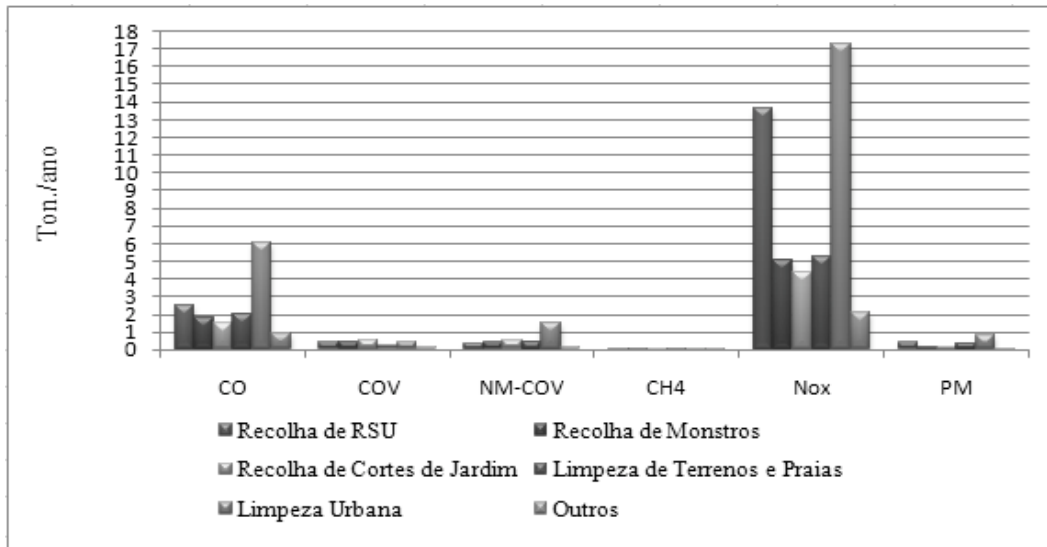
De acordo com a aplicação da metodologia descrita no ponto 3, ao caso de estudo, foi possível obter os resultados para as emissões dos principais poluentes atmosféricos.

As velocidades consideradas no programa COPERT foram estimadas através da aproximação dos valores do consumo real de combustível com o do consumo de combustível devolvido pelo programa, bem como pela relação entre a distância percorrida por cada classe de veículos e o respectivo tempo. Considerando que as viaturas só se deslocam em meio urbano.

Nas figuras 2 e 3 é possível observar os valores de emissão de CO<sub>2</sub> e de outros poluentes atmosféricos, dos vários sectores de actividade.



**Figura 2:** Estimativa das emissões de CO<sub>2</sub>, por sector de actividade, em 2008.



**Figura 3:** Estimativa das emissões de outros poluentes atmosféricos, por sector de actividade, em 2008.

Dado que a análise dos cenários alternativos está em fase de execução, não se encontram ainda disponíveis resultados nessa área.

## 5. Conclusões

Visto que o estudo ainda está a ser desenvolvido, não é possível apresentar conclusões finais neste momento.

Contudo, é de constatar que devido à grande dimensão da frota, às características específicas do seu consumo energético e ao facto das actividades serem realizadas diariamente durante todo o ano, revela-se de extrema importância a intervenção ao nível do seu comportamento energético e ambiental, de modo a contribuir para uma mobilidade urbana mais sustentável.

Dos resultados preliminares é possível concluir que o sector de limpeza urbana é aquele que consome maior quantidade de combustível, o que se justifica por apresentar uma grande dimensão em termos de veículos, assim como apresenta maior distância anual percorrida. É também de salientar que este sector detém o maior número de máquinas que por si só têm um grande peso no consumo de energia, pois estas viaturas destacam-se das restantes pela sua elevada necessidade de energia para o funcionamento dos respectivos sistemas auxiliares.

De facto, os sectores que apresentam maior peso no consumo energético são, regra geral, constituídos por veículos de peso bruto e potência significativos, com capacidade de carga superior, com mais anos de idade e munidas de sistemas auxiliares que exigem grande esforço energético para operar.

Tal como se pode observar, o sector de limpeza urbana para além de apresentar maior consumo energético, é o mais poluente. Pelo que o elevado peso deste sector no consumo energético se reflecte a nível das emissões de poluentes atmosféricos. De facto, este sector é constituído por cerca de metade da frota em estudo, sendo que a maioria das viaturas são máquinas o que se faz sentir na emissão de gases de efeito de estufa.

## **Agradecimentos**

Gostaria de agradecer ao meu orientador Dr. Tiago Farias e ao meu co-orientador Dr. Gonçalo Gonçalves, pela dedicação, orientação e interesse demonstrados.

E agradeço especialmente à EMAC - Empresa de Ambiente de Cascais. E.M.,S.A, pela dedicação, empenho e acompanhamento, bem como pelos dados fornecidos que contribuíram para a realização deste estudo.

## **Referências Bibliográficas**

- [1] Comissão das Comunidades Europeias, 2000. *Green Paper - Towards a European strategy for the security of energy supply*;
- [2] Comissão das Comunidades Europeias, 2001. *Livro Branco – A Política Europeia de Transportes no Horizonte 2010: a Hora das Opções*;
- [3] EEA, 2007. EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – Road Transport;
- [4] Gkatzoflias, D. et al., 2007. *COPERT 4: Computer programme to calculate emissions from road transport – User Manual (Version 5.0)*. European Environment Agency;
- [5] EEA, 2007. EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – Other mobile sources & Machinery;
- [6] DEFRA, UK, 2009. *Guidelines to Defra / DECC's GHG Conversion Factors for Company Reporting*;
- [7] TREATISE, 2005. *Cleaner Fuels & Vehicles – A summary of Road Transport Fuels and Technologies from an Environmental Perspective*;
- [8] Stevens Gretchen, Wilson Andrew, Hammitt James K., 2005. *A Benefit-Cost Analysis of Retrofitting Diesel Vehicles with Particulate Filters in the Mexico City Metropolitan Area*;
- [9] Meca, 2006. *Retrofitting Emission Controls On Diesel-Powered Vehicles*;
- [10] Lanni, Thomas, 2001. *Fine urban and precursor emissions control for diesel urban transit buses*.

## **Contributo da vermicompostagem para a gestão sustentável dos resíduos em meio urbano**

RIO, P.<sup>1</sup>, COSTA, M.<sup>2</sup>, VASCONCELOS, I.<sup>3</sup>, RODRIGUES, M.<sup>1</sup>, NUNES, M.<sup>1</sup>  
FREITAS, M.<sup>1</sup> e SILVA, M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Politécnico do Porto - Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto, Rua Valente Perfeito, 322, 4400-330 – Vila Nova de Gaia, Tlf: 222061130, [morg@gmail.com](mailto:morg@gmail.com); [mar@estsp.ipp.pt](mailto:mar@estsp.ipp.pt)

<sup>2</sup> DRAPN, Laboratório da DEQAP

<sup>3</sup> CCDR, Divisão de Monitorização e Valorização Ambiental

*Resumo:* A vermicompostagem apresenta-se como um processo biológico de degradação da matéria orgânica, ocorrendo através de reacções de bio-oxidação em condições de aerobiose, levadas a cabo principalmente por minhocas. No final deste processo obtém-se um produto estável com um cheiro idêntico ao da terra, rico em nutrientes, matéria orgânica e microelementos, designado por vermicomposto ou húmus de minhoca. O presente estudo teve como objectivos gerais demonstrar a aplicabilidade da vermicompostagem doméstica em meios urbanos e a possibilidade de produzir um composto de elevada qualidade que poderá ser vantajoso para o desenvolvimento das plantas. Foram realizados testes de fitotoxicidade em plantas de cevada (*Hordeum vulgare*). Os substratos, vermicomposto fresco (VF) e maturado (VM), obtidos através da vermicompostagem doméstica foram misturados com turfa de acidez corrigida em proporções de 25 e 50% e adequadamente fertilizados, tendo sido realizadas três repetições para cada ensaio. Neste estudo foi ainda introduzida uma nova proporção de mistura, a 75%. Todas as culturas efectuados com vermicomposto maturado apresentam resultados (% produção biomassa) significativamente superiores ao grupo testemunha ( $p < 0,05$ ). O estudo mostrou o vermicomposto como um fertilizante de óptima qualidade que poderá ser obtido e utilizado facilmente pelas pessoas, mesmo em meios urbanos.

### **1. Introdução**

O crescimento populacional e o desenvolvimento económico das zonas urbanas têm sido acompanhados por um aumento exponencial do consumo e conseqüentemente, da produção de resíduos.

Os resíduos urbanos biodegradáveis (RUB), produzidos ao nível doméstico, representam uma grande percentagem do total dos resíduos sólidos urbanos. A sua deposição em aterro sanitário levanta vários problemas ambientais, nomeadamente a ocupação de espaço destinado à deposição de resíduos e a produção de metano que contribui para o efeito de estufa. Deste modo, é importante atribuir um especial interesse à sua redução e/ou valorização.

A vermicompostagem é um processo natural de decomposição biológica de resíduos orgânicos que origina um produto estabilizado chamado vermicomposto maturado, graças a reacções de bio-oxidação levadas a cabo pela acção de minhocas (*Eisenia foetida*), microrganismos e vários invertebrados. Quando o composto possui uma fracção orgânica passível de sofrer biodegradação ele ainda não se encontra estável e é denominado vermicomposto fresco.

O vermicomposto melhora a estrutura do solo, devolvendo à terra os nutrientes de que necessita, aumentando a sua capacidade de retenção de água, permitindo o controlo da erosão e evitando o uso de fertilizantes sintéticos.

A vermicompostagem doméstica dos resíduos orgânicos provenientes das cozinhas e jardins é uma forma simples e eficaz de proceder à sua redução e valorização nas próprias habitações. Deste modo, estamos perante um meio imprescindível para atingir as metas referentes aos limites da deposição de Resíduos Urbanos Biodegradáveis em aterro (apenas 35% em 2016). Paralelamente permite uma redução dos custos económicos e ambientais associados ao transporte e tratamento dos resíduos, bem como envolver os cidadãos na sua gestão sustentável.

A principal vantagem da aplicação da vermicompostagem em espaços domésticos, do ponto de vista do cidadão, será a obtenção de um fertilizante de elevada qualidade e de custo praticamente nulo. Além disso, não são libertados cheiros indesejáveis (dado que é um processo que ocorre em condições de aerobiose) e não ocupa muito espaço.

Este trabalho teve como objectivos gerais demonstrar a aplicabilidade da vermicompostagem doméstica em meios urbanos e a possibilidade de produzir um composto de elevada qualidade que poderá ser vantajoso para o desenvolvimento das plantas.

## 2. Metodologia

A primeira fase deste trabalho consistiu na criação dos substratos: Vermicomposto Fresco (VF) e Maturado (VM). Estes foram obtidos através de uma vermicompostagem doméstica, com a utilização de minhocas da espécie *Eisenia foetida*, de restos de flores e borras de café, as quais foram previamente sujeitas a uma análise físico-química. O processo de vermicompostagem teve a duração de cerca de três meses com temperaturas entre os 20 e os 25°C. No final deste processo apenas o VM foi sujeito a um período de maturação, o qual teve a duração de um mês. Ambos os compostos foram sujeitos a uma análise físico-química para avaliar o seu valor como fertilizante.

Procedeu-se posteriormente ao teste de fitotoxicidade em plantas de cevada (*Hordeum vulgare L.*). Os substratos foram misturados com turfa de acidez corrigida em proporções de 25, 50, 75% em volume e adequadamente fertilizados com N-P-K, sendo a mistura colocada em vasos. Foram colocadas as sementes da cevada à superfície sendo posteriormente cobertas com solo arenoso, regadas com água e posteriormente tapadas com um prato até ao início da germinação. Foram realizadas três repetições para cada ensaio.

Os vasos foram colocados numa estufa e regados diariamente. No final do ensaio procedeu-se ao corte da biomassa da parte aérea da cevada, para a qual foram determinados o seu peso fresco e seco, sendo os valores médios de acumulação de biomassa comparados com os respectivos valores obtidos na modalidade testemunha.



### 3. Resultados e discussão

Os resultados da análise físico-química dos vermicompostos VF e VM são apresentados na tabela 1. Quando comparado com valores de referência, o VM disponibiliza para a cultura teores muito apreciáveis de azoto (347 mg/l) e potássio (2566 mg/l) e valores médios de fósforo (128 mg/l), cálcio (122 mg/l) e magnésio (51 mg/l), sendo todos eles superiores ao do VF.

Através da análise dos resultados obtidos para o VF é possível verificar que estes revelam teores muito inferiores em nutrientes facilmente disponíveis por absorção radicular, apresentando no entanto, teores muito apreciáveis de potássio.

A salinidade manifestada pelos vermicompostos, em especial pelo VM, restringe o seu uso como substrato a espécies natrófilicas ou remetem para a necessidade da sua prévia diluição com turfa ou outro material não salino quando se pretende utilizar em culturas menos tolerantes a sais.

**Tabela 1:** Caracterização físico-química dos vermicompostos, fresco (VF) e maturado (VM), quanto aos teores em nutrientes facilmente disponíveis para as plantas.

Determinações	Unidades	Resultados		Valores de referência (médios) *	Valores de referência (altos) *	Valores de referência (muito altos) *
		VF	VM			
pH (H <sub>2</sub> O)	–	7,7	7,3			
Nec. Em calcário	ton/ha	–	–			
Azoto mineral, N	mg/l	26	347	50 - 150	100 - 200	200 - 400
Fósforo, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	mg/l	27	128	80 - 200	150 - 300	200 - 500
Potássio, K <sub>2</sub> O	mg/l	1084	2566	100 - 300	300 - 600	500 - 1000
Cálcio, Ca	mg/l	7	122			
Magnésio, Mg	mg/l	23	51	40 - 100	80 - 200	150 - 300
Sódio, Na	mg/l	83	165			
Condut. Eléct. A 25°C, (1:1,5 v/v)	mS/cm	3	5,47			

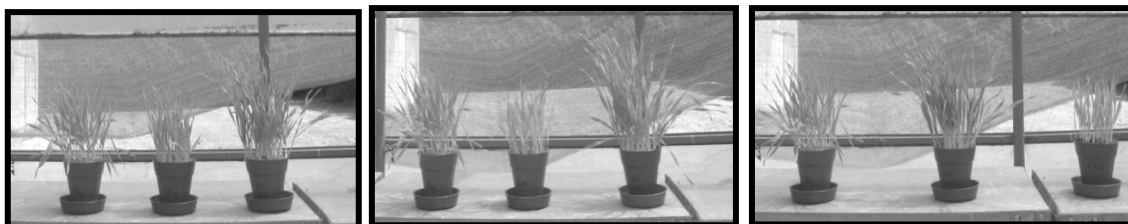
\* (Valores de referência DRAPN)

No que diz respeito à resposta da cultura da cevada à incorporação de proporções crescentes dos vermicompostos VM e VF, os resultados obtidos são apresentados na tabela 2 em termos de produção de biomassa. Verificou-se que em todos os tratamentos efectuados com vermicomposto maturado, a percentagem de produção de biomassa é significativamente superior ao grupo testemunha ( $\alpha = 0,05$ ).

**Tabela 2:** Resposta da cultura da cevada à incorporação de proporções crescentes dos vermicompostos: VM e VF (valores médios).

Ensaio	Proporção %	Produção de biomassa		
		g		%
		Peso fresco	Peso seco	
Testemunha	0	14,93	1,73	100
VM	25	26,03	2,83	163,6
	50	28,67	3,13	180,9
	75	25,37	2,70	156,0
VF	25	11,30	1,20	69,4
	50	11,50	1,17	67,6
	75	9,38	1,10	63,6

Foi ainda identificado um efeito fitotóxico para a cultura de cevada com VF, possivelmente devido à presença de níveis tóxicos de etileno e ácidos gordos de baixo peso molecular.



**Figura 5:** Comparação do desenvolvimento da cevada (ordem: T0 – VF50 – VM50): a) Modalidades VF25 e VM25; b) Modalidades VF50 e VM50; c) Modalidades VF75 e VM75.

#### 4. Conclusões

A realização deste trabalho foi um valioso meio para ajudar a compreender o quanto a vermicompostagem doméstica se apresenta como um processo útil para reduzir a produção de RUB's nas habitações.

Foi possível concluir que a vermicompostagem permite a produção de um composto rico em nutrientes e que o seu valor e qualidade como fertilizante poderão ser apurados através de um processo de maturação. Deste modo, estamos perante um fertilizante de óptima qualidade que poderá ser utilizado pelas pessoas para adubar, por exemplo, as plantas de sua casa, o qual é fácil de produzir, não liberta cheiros e não ocupa espaço, sendo compatível com um apartamento.

Os resultados obtidos para o VM na proporção de 75% revelam que no futuro, o VM poderá ser utilizado como substituto da trufa ou outros substratos mais dispendiosos.

Note-se no entanto que apesar da aplicação do vermicomposto ter-se revelado eficaz para a cultura de cevada, deve-se ter sempre em conta que diferentes culturas têm diferentes necessidades nutritivas.

#### Referências Bibliográficas

- Araya P., 1987. *Agroflor Manual de lombricultura*. Agroflor Lombricultura
- Brito L., 1994. *Organic compost as soil amendments to agricultural land; Quantitative studies on their effects on crop production*. PhD. Department of Horticulture.
- Costa M., Ferreira M., Leandro E., 2002. *Fertilização Orgânica e Poluição, O Minho, a Terra e o Homem*. 46 (II): 22-25.
- Ferruzzi C., 1986. *Manual de Lombricultura*. Ediciones Mundiprensa. Madrid
- Raposa J., 2006. *Solos no Mundo, O segredo da terra*. 17:5-9
- Lipor, 2006. *Gestão dos resíduos domésticos biodegradáveis. Que perspectivas para as autoridades locais europeias?* ACR+.
- Mustin M., 1987. *Le compost – Gestion de la matière organique-* François Dubou.
- PERSU II. Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos*. 2007-2016. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.
- Santos J., 1991. *Fertilização - Fundamentos da utilização dos adubos e correctivos*. Europa-América. Lisboa.
- Souteiro M. e Baptista M., 2001. *Proposta de regulamentação sobre a qualidade do composto para a utilização na agricultura*. Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva, INIA, Lisboa.

# Projecto-Piloto de Compostagem Doméstica em Bragança

Margarida Arrobas<sup>1,2</sup> Joana Taxa, Mónica Pereira, Artur Gonçalves<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CIMO – Escola Superior Agrária de Bragança, Portugal; <sup>2</sup>[marrobas@ipb.pt](mailto:marrobas@ipb.pt)

*Resumo: A Câmara Municipal de Bragança, numa parceria com as entidades Resíduos do Nordeste e Instituto Politécnico de Bragança (Escola Superior Agrária), levou a cabo um “Projecto-Piloto de Compostagem Doméstica” na cidade de Bragança. Como principal objectivo deste projecto destaca-se a sensibilização das pessoas face ao uso de compostores para reutilização de resíduos orgânicos no universo doméstico. O Projecto iniciou em Março de 2008 e terminou em Julho de 2009. Este trabalho apresenta alguns dos resultados obtidos. Dos resultados mais relevantes destacam-se: a atitude globalmente positiva dos aderentes face à compostagem dos resíduos orgânicos; num período de dois meses e meio 37 famílias desviaram, dos contentores de lixo indiferenciado, cerca de 3 toneladas de resíduos orgânicos que foram compostados e utilizados como fertilizante.*

## 1. Introdução

A *compostagem* consiste num processo biológico em que, sob condições favoráveis de temperatura e humidade, microrganismos transformam resíduos orgânicos num composto homogéneo que pode ser usado como fertilizante, com grandes vantagens para o crescimento das plantas (Martinho e Gonçalves, 2000).

Muitos dos resíduos produzidos em ambiente familiar têm potencial para serem reciclados e utilizados posteriormente na produção vegetal. Estes resíduos podem ser resíduos orgânicos dos jardins (aparas de relva, resíduos da poda de árvores e sebes, folhas secas, restos de flores,...entre outros) ou resíduos orgânicos da cozinha (cascas de vegetais, sacos de chá, café, guardanapos,...) entre outros. Por norma, estes resíduos são colocados nos contentores de lixo indiferenciado, não sofrendo qualquer tipo de separação, tendo como destino os aterros sanitários. Com vista a alterar esta situação, a Câmara Municipal de Bragança, numa parceria com as entidades Resíduos do Nordeste e Instituto Politécnico de Bragança, elaborou e colocou no terreno um “Projecto-Piloto de Compostagem Doméstica” destinado a 50 agregados familiares de um bairro da cidade de Bragança. O projecto teve início em Março de 2008 e terminou em Julho de 2009, tendo como objectivo principal sensibilizar a população para a reciclagem caseira de resíduos com potencial de reutilização nos espaços verdes disponíveis junto das habitações. Como objectivos paralelos, pretendia-se que esta prática contribuisse para uma redução de resíduos nos contentores de lixo indiferenciado, incentivando-se ainda a produção de um fertilizante, com a consequente redução da necessidade de aquisição de fertilizantes minerais de síntese. O resultado global deste projecto foi dar um contributo para a criação de um ambiente urbano de maior qualidade. Finalmente, esperava-se que esta iniciativa

fomentasse a reincorporação de parte da matéria consumida à escala urbana, reduzindo o efeito de pegada ecológica urbana (Wackernagel & Rees, 1996).

## 2. Material e Métodos

Este projecto teve uma sequência de actividades descritas como se segue:

- i) Selecção do bairro da cidade onde seria implementado o projecto. O bairro seleccionado foi o Vale Churido por se tratar de um bairro composto essencialmente por moradias unifamiliares, com logradouro provido de área verde e por se encontrar próximo da entidade responsável pelo acompanhamento do projecto, a Escola Superior Agrária de Bragança.
- ii) Elaboração de um inquérito com vista a identificar conhecimentos e práticas de compostagem por parte dos aderentes.
- iii) Elaboração de um mini-guia de compostagem (RDN/IPB/CMB, 2008) a distribuir aos aderentes, onde se incluiu toda a informação considerada relevante relativa a procedimentos: técnica de enchimento dos compostores; material a introduzir nos compostores, com referência à importância de intercalar resíduos castanhos (material seco, mais rico em carbono) e resíduos verdes (material com teor de humidade elevado, mais rico em azoto); procedimentos para a resolução de eventuais problemas.
- iv) Elaboração de uma ficha de registos da quantidade e tipo de resíduos introduzidos nos compostores.
- v) Entrega dos compostores a cada uma das famílias seleccionadas. Os compostores (fornecidos pela empresa Resíduos do Nordeste) são feitos de plástico, com a capacidade de 300 litros. Possuem uma base perfurada para facilitar o contacto directo com o solo, uma abertura inferior para remover o composto final e uma tampa de abertura regulável que facilita o arejamento no interior do compostor (figura 1). Com a entrega dos compostores foi distribuída documentação onde se incluiu o mini-guia de compostagem e as fichas de registos.



*Figura 1:* Modelo de compostor adoptado neste projecto de compostagem doméstica.

- vi) Foram feitas 8 visitas às famílias aderentes (5, desde Maio a Setembro de 2008 e 3, desde Março a Junho de 2009). Estas visitas tinham como objectivo o esclarecimento de dúvidas, monitorizar algumas características do material dentro do compostor (tipo de

resíduos, temperatura, humidade, entre outras) e recolher amostras para avaliar outros parâmetros indicadores do estado do processo (teores em carbono e azoto). Nestas visitas foi sendo registado o comportamento de cada aderente face ao processo de compostagem.

vii) No final fez-se a caracterização química de compostos produzidos, determinando-se o seu teor em alguns nutrientes (carbono, azoto, fósforo, potássio, cálcio e magnésio).

### **3. Resultados**

#### *1 Selecção dos participantes*

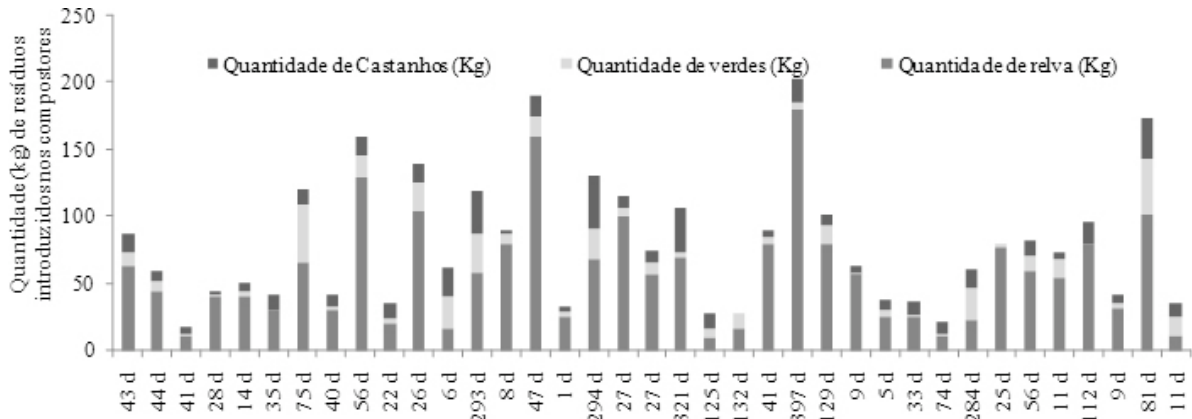
Para a selecção dos aderentes que iriam integrar o projecto foram feitos 71 inquéritos, tendo sido seleccionadas 50 famílias. Estas eram possuidoras dos mais diversos graus de instrução (desde a instrução primária até formação superior) e a grande maioria tinha já ouvido falar do processo de compostagem, sendo que algumas famílias já desenvolviam este processo e utilizavam o composto produzido como fertilizante em pequenas hortas.

#### *2 Materiais a compostar e enchimento do compostor*

Os aderentes foram informados do tipo de materiais que podiam e deviam ser compostados, informação fornecida no mini guia de compostagem. Em particular, foram alertados para a necessidade de criar, no fundo do compostor, uma camada de material mais grosseiro para facilitar o arejamento no fundo da pilha de compostagem e da necessidade de intercalar devidamente materiais designados de “verdes” com materiais “castanhos”. Outro aspecto relevante prendeu-se com a necessidade de procederem à diminuição do tamanho dos resíduos, cortando em pequenos pedaços ramos e arbustos para facilitar a sua degradação pelos microrganismos.

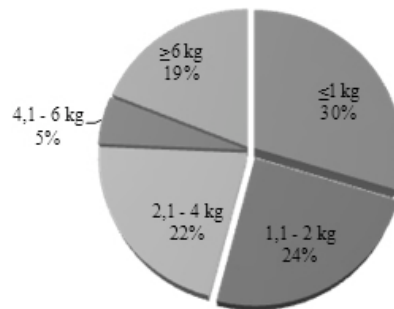
#### *3 Quantidade e tipo de resíduos introduzidos*

No ano de 2008, e apesar dos apelos iniciais, a maioria dos agregados familiares não procedeu ao registo das quantidades de resíduos introduzidas nos compostores. Assim, na figura 2 apresentam-se os dados recolhidos em 2009. Apresentam-se quantidades acumuladas de resíduos introduzidas nos períodos expressos no eixo das abcissas (número de dias associado aos registos). Por exemplo, o primeiro número – 43d- significa que este compostor recebeu, em 43 dias, 88 kg de resíduos, dos quais a maior proporção corresponde a relva. De acordo com os dados recolhidos, os resíduos introduzidos são, sobretudo, restos de frutas e legumes, restos de plantas e, com maior representatividade, relva dos respectivos jardins. Embora a relva também seja classificada como resíduo “verde” aparece em separado por constituir a principal fracção de resíduos introduzida nos compostores. Apesar das recomendações, os “castanhos”, material com reduzido teor em água, foram introduzidos em muito menor quantidade, o que se reflectiu no desenrolar do processo de compostagem.



**Figura 2:** Quantidades acumuladas de resíduos introduzidos nos compostores no número de dias correspondente ao registo de dados. Cada barra representa um compostor (para alguns aderentes não foi possível a recolha de informação relativa a este parâmetro).

Na Figura 3 apresentam-se quantidades médias de resíduos introduzidas nos compostores por classes de quantidades. Assim, cerca de 30% dos aderentes introduziu quantidades inferiores ou iguais a 1 kg/dia; 24% dos aderentes introduziu entre 1,1 e 2 kg/dia; 22% levou para os compostores entre 2 e 4 kg/dia de resíduos; apenas 5% dos aderentes introduziu entre 4 e 6 kg de resíduos por dia; 19% das pessoas introduziu mais de 6 kg por dia de resíduos.



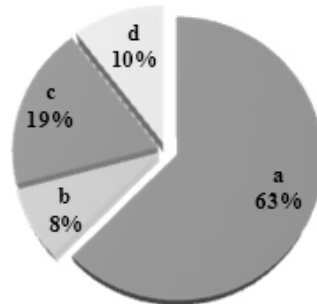
**Figura 3:** Quantidades médias diárias de resíduos introduzidas nos compostores por classes de quantidades (kg/dia expressos em percentagem de aderentes).

No período relativo aos registos (em média 75 dias por compostor) os agregados que forneceram dados (37) desviaram quase 3 toneladas de resíduos dos contentores gerais do bairro (2979 kg). Em média, os compostores domésticos receberam cerca de 1 kg de resíduos por dia.

#### 4 Classificação dos compostores

A partir da observação *in loco* dos resíduos nos compostores e dos cuidados que lhe eram dedicados, os compostores foram classificados com “a” para atribuição de designação “Muito Bom”. Um compostor com a classificação de “Muito Bom” significa que a atitude do aderente se reflectiu na forma como se apresentavam os resíduos no compostor, o tipo de resíduos colocados, (verdes e castanheiros), os cuidados no revolvimento, ou o controle de insectos. O sinal “b” significa que não foi possível formar uma ideia clara acerca do comportamento do aderente, embora se tenham verificado alguns indícios positivos relativamente ao processo. Relativamente aos sinalizados com “c”, considerou-se que estes

aderentes teriam algumas dificuldades no acompanhamento do projecto de forma correcta. A letra “**d**”, indica aderentes que acabaram por desistir do projecto (figura 4).



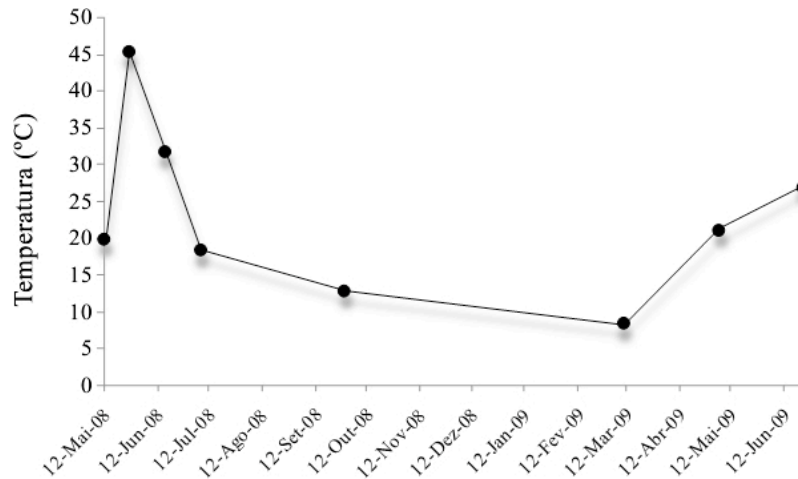
**Figura 4:** Classificação dos compostores, face ao comportamento dos aderentes (**a** – Muito Bom; **b** - indícios positivos sobre a compostagem por parte dos aderentes; **c** - compostores que denotam claras dificuldades por parte dos aderentes; **d** – desistentes do projecto)

De um modo geral registou-se um comportamento positivo por parte dos aderentes face ao projecto de compostagem. Algumas dificuldades na avaliação de alguns compostores estiveram relacionadas sobretudo com a falta de experiência dos aderentes neste processo e não propriamente devido à sua falta de empenho.

Constatou-se, no terreno, que alguns dos aderentes já tinha hábitos de fazer compostagem e possuíam mesmo compostores mais ou menos rudimentares nos seus jardins. O projecto deu-lhes a possibilidade de reforçar conhecimentos e de possuírem um compostor de formato mais atractivo.

#### 5 Temperatura

Constatou-se que as temperaturas mais elevadas eram observadas nos dias após a introdução de novos resíduos, sendo estes picos de temperatura mais notórios quando se procedia à introdução de relva fresca no compostor. O aumento da temperatura nos compostores indica maior actividade microbiana, associada a uma maior disponibilidade de alimento. Neste processo parte dos materiais orgânicos decompõe-se (o que contribui para a redução do volume dos resíduos dentro do compostor) e outra parte reorganiza-se para vir a formar o “composto”. A figura 5 apresenta um perfil típico da variação da temperatura dentro de um compostor, preenchido de forma recomendada. As temperaturas associadas a cada visita são valores médios das temperaturas recolhidas em 3 pontos do meio da pilha. Na 2ª visita o compostor encontrava-se na sua fase termofílica. Passou gradualmente à fase mesofílica enquanto se processava a compostagem e maturação do composto. Foi novamente preenchido em Março de 2009 (6ª visita) e em Junho encaminhava-se para uma nova fase termofílica de um novo ciclo de compostagem.



**Figura 5:** Sequência de temperaturas num compostor (nº102) em cada visita

### 6 Caracterização do “composto”

Antes de se esvaziarem os compostores para se iniciar um novo ciclo de compostagem de resíduos orgânicos em 2009, procedeu-se às análises de caracterização em macronutrientes de algumas amostras de “composto” cuja produção se iniciou em Março de 2008. A razão C/N (relação entre a quantidade de carbono e azoto disponível das amostras) foi sempre inferior a 10, valor classificado de baixo, que significa tratar-se de um material de fácil degradação no solo. Este facto é consequência da maior proporção de “verdes” introduzidos nos compostores, relativamente à quantidade de “castanhos”. A figura 6 mostra os resultados da análise aos nutrientes do composto produzido em 12 compostores do tipo “a”. Em geral, os compostos produzidos e analisados são muito ricos em azoto. Os teores de magnésio são considerados baixos praticamente em todos os compostos e o fósforo, potássio e cálcio apresentam flutuações, naturalmente relacionadas com a fertilidade inicial dos solos onde cresce a relva e com a natureza dos resíduos de frutas e legumes introduzidos nos compostores.

Por se tratar de composto de baixa razão C/N, quando aplicado ao solo ele funcionará como um fertilizante para as plantas, fornecendo-lhe sobretudo o nutriente azoto. Os aderentes que já têm interiorizada a prática da compostagem reutilizam o composto como fertilizante em pequenas hortas junto das suas habitações, dispensando completamente a compra de adubos de síntese. Recorde-se que são precisamente os adubos azotados de síntese os que possuem preços mais elevados no mercado.

### 7 Dificuldades identificadas e resolução de problemas

No início do Verão (mês de Julho de 2008) registaram-se várias queixas por arte de alguns aderentes, relativas à presença de mosquitos em quantidades elevadas quer junto ao compostor quer nas suas residências. Após análise da situação, concluiu-se que tal se devia, sobretudo, ao incumprimento das indicações presentes no Mini Guia da Compostagem (excesso de verdes, colocação de alguns restos de comida cozinhada com carne ou peixe, à má localização de alguns compostores, entre outros erros). Todos os aderentes foram acompanhados e aconselhados, de forma a poderem contornar/ultrapassar as situações. No entanto, 5 dos 50 aderentes iniciais (cerca de 10%) decidiu optar por terminar a sua colaboração no projecto. Foi então elaborado um Inquérito de Desistências de forma a apurar as razões de cada um dos desistentes. Ressaltam como principais razões:



- i) Presença de grande número de insectos no compostor e junto às habitações;
- ii) Falta de um adequado espaço para a localização do compostor;
- iii) Falta de disponibilidade para as tarefas associadas a uma boa manutenção do compostor.

Estas razões, bem como a percentagem de desistências, são ocorrências perfeitamente normais e estão documentadas em projectos similares levados a cabo noutras localidades (Tucker *et al.*, 2008).

#### **4. Conclusões**

Pode-se afirmar, com os dados disponíveis no momento, que a iniciativa teve impactes positivos na comunidade local, sendo que a maioria dos participantes se encontra em condições de continuar com o processo. Embora se tenham cometido alguns erros, alguns dos aderentes manifestaram-se dizendo que estão dispostos a corrigi-los. A ESAB, através das pessoas que acompanharam este processo, registou a atitude globalmente favorável ao processo de compostagem o que, de futuro, contribuirá para o desvio de resíduos orgânicos dos contentores de lixo indiferenciado. Estes resíduos incorporados no solo na forma de composto orgânico contribuem para a manutenção do ciclo de nutrientes dentro das unidades domésticas, minimizando o recurso a fertilizantes de síntese. O resultado final reverterá a favor do ambiente e terá um efeito multiplicativo através do fenómeno “passa a palavra”. A suportar esta última consideração estão as solicitações que chegam à autarquia e à ESAB, no sentido de novos agregados familiares serem incluídos em futuros projectos, ou solicitações de um segundo compostor para reaproveitamento permanente dos resíduos orgânicos.

#### **Referências Bibliográficas**

- Martinho M.G., Gonçalves M. G., 2000. *Gestão de Resíduos*. Universidade Aberta.
- RDN/IPB/CMB, 2008. *Mini Guia da Compostagem*. Poli-copiado. Resíduos do Nordeste, Instituto Politécnico de Bragança e Câmara Municipal de Bragança. Bragança.
- Tucker P., Speirs D., Fletcher S.I., Edgerton E. McKechnie, 2003. *Local Environmet*, Vol. 8, Nº 3, 245-259.
- Wackernagel M., Rees W.M., 1996. *Our ecological footprint: reducing human impact on the earth*, Volume 9 de New catalyst bioregional series. New Society Publishers.

# Contribuição para a Elaboração da Carta de Solos da Cidade de Bragança

Natália Afonso & Margarida Arrobas

CIMO – Escola Superior Agrária de Bragança, Portugal; [marrobas@ipb.pt](mailto:marrobas@ipb.pt)

*Resumo:* Este trabalho teve como objectivo dar um contributo para o estudo dos solos existentes no perímetro urbano da Cidade de Bragança, estudo este integrado na elaboração do Plano Verde da cidade. Foram seleccionados 22 locais para o estudo de perfis pedológicos. Foram estudadas algumas das características mais importantes para proceder à sua classificação e avaliar a sua fertilidade. Foi ainda elaborada uma primeira versão da carta de solos do perímetro urbano da cidade. Como principais resultados destacam-se: a dominância de Leptossolos, ocupando 72% da área do perímetro urbano da cidade de Bragança, logo seguidos dos Regossolos identificados em 16% da área. A dominância dos Leptossolos (solos esqueléticos) está de acordo com a fisiografia do terreno, frequentemente com declives acentuados que beneficiam os fenómenos erosivos. Registou-se uma boa fertilidade dos solos, com valores de pH próximos da neutralidade e valores altos de cálcio e magnésio, situação relacionada com a natureza básica/ultrabásica do material litológico do maciço de Bragança. Os valores médios de fósforo e potássio dos solos foram classificados de Médios e Altos, respectivamente.

## 1. Introdução

O **solo** é um conjunto de materiais não consolidados existentes à superfície da Terra e resulta da acção cumulativa dos factores envolvidos na sua formação: clima, relevo, rocha mãe, organismos e tempo. É constituído principalmente por matéria mineral sólida e matéria orgânica e possui proporções variáveis de água com substâncias dissolvidas (solução do solo) e de ar (atmosfera do solo) (SSSA, 1996).

O solo desempenha uma grande variedade de funções vitais, de carácter ambiental, ecológico, social e económico, constituindo um importante elemento paisagístico, patrimonial e físico para o estabelecimento de infra-estruturas e desenvolvimento de actividades humanas. No entanto, considerando que a taxa de formação do solo é lenta, pode tratar-se de um recurso finito, limitado e não renovável, face às taxas de degradação potencialmente rápidas, que têm vindo a aumentar nas últimas décadas, pela pressão crescente da actividade humana. Por estes motivos, a utilização adequada do recurso “solo” deverá passar pelo conhecimento aprofundado das suas características, potencialidades e limitações.

## 2. Material e Métodos

A metodologia adoptada para se proceder à elaboração da carta dos solos da área do perímetro urbano da cidade de Bragança (PUB) foi idêntica à adoptada para a elaboração da carta de solos de Trás-os-Montes (Agroconsultores e Coba, 1991), englobando os seguintes passos:

*a) Compilação de elementos disponíveis:*

O trabalho iniciou-se com a recolha de elementos disponíveis: ortofotomapas; morfologia do terreno (relevo, altitude, rede hidrográfica); elementos geológicos e litológicos.

*b) Reconhecimento de campo*

Com os elementos disponíveis e com vista a efectuar reconhecimentos sistemáticos facilitados, o PUB foi dividido em 10 zonas onde foram estabelecidos percursos para estudo dos factores de formação dos solos e para recolha de amostras (figura 1). Foram abertos perfis e estudados outros correspondentes a cortes previamente existentes no terreno, perfazendo um total de 22.

*c) Análises físico-químicas das amostras*

Todas as análises foram efectuadas no Laboratório de Solos da Escola Superior Agrária de Bragança, de acordo com as metodologias recomendadas pela FAO (Van Reeuwijk, 2002). O fósforo e potássio disponíveis para as plantas ( $P_{2O_{5ex}}$  e  $K_{2O_{ex}}$ ) foram determinados pelo método de Égner-Riehm. Para a classificação da fertilidade dos solos foram adaptados os critérios descritos por Agroconsultores e Coba (1991) baseados nos valores de capacidade de troca catiónica (CTC), obtidos pelo somatório dos catiões  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Al^{3+}$  e  $H^+$  e pelo grau de saturação em bases (GSB), valor obtido através da relação  $(Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + Na^+)/CTC$ .

Eventuais desequilíbrios nutricionais podem ser identificados com base na relação  $Ca^{++}/Mg^{++}$  (LQARS, 2006).

*d) Caracterização e classificação dos solos*

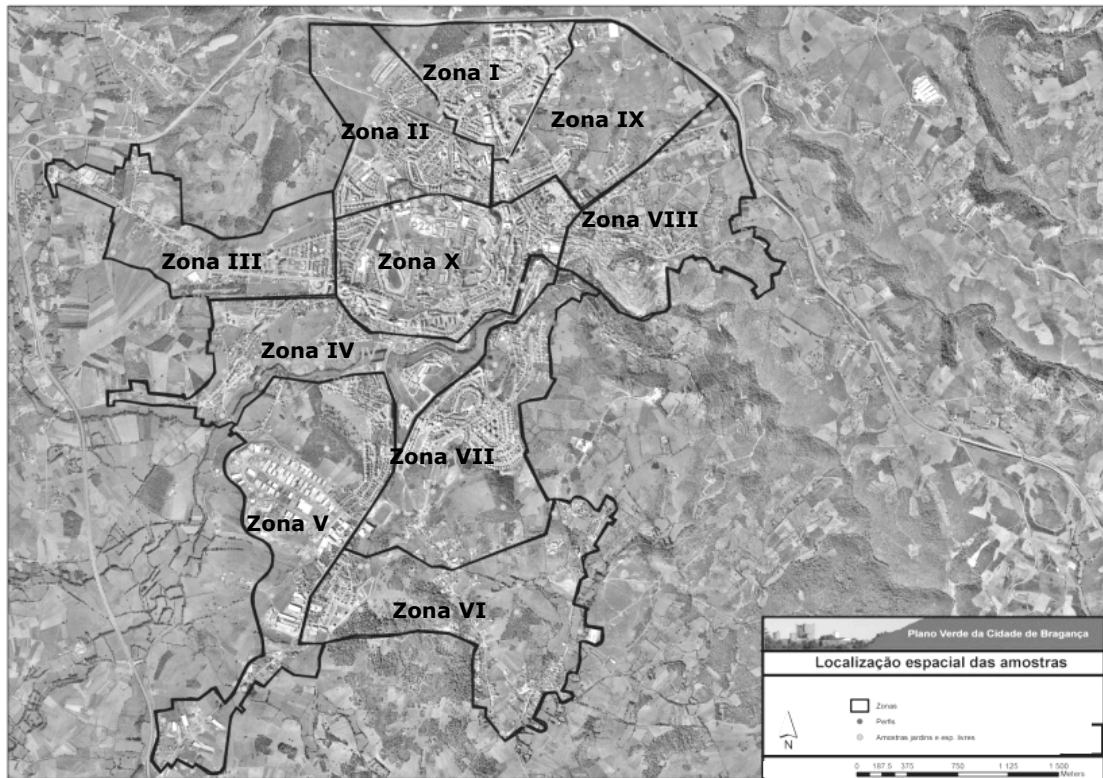
A definição e caracterização das unidades pedológicas identificadas foram baseadas na informação recolhida nos percursos efectuados e nos resultados das análises detalhadas aos perfis. Definiram-se unidades pedológicas de acordo com os critérios expressos no *World Reference Book* (FAO, 2006).

*e) Representação gráfica da carta de solos do PUB*

As representações gráficas deste trabalho (zonas, localização de amostras e de perfis, carta de solos) foram feitas usando como recurso o programa informático ArcGIS9.

### 3. Resultados

Os solos do perímetro urbano da cidade de Bragança formaram-se quase exclusivamente em rochas máficas e ultramáficas (rochas particularmente ricas em minerais ferromagnesianos), em geral peridotitos com diferentes graus de serpentização (Afonso, 2006). Na parte NW do PUB (zonas I, II e III da figura 1) existe também material litológico associado aos depósitos de cobertura do Cenozóico. Este material é, em grande parte, responsável pelas características exibidas pelos solos que se desenvolveram a partir dele. A análise resultante da observação do terreno nas áreas consideradas bem como às características físico-químicas dos 22 perfis estudados no PUB permitiu identificar 7 famílias taxonómicas, de acordo com o quadro 1. Os resultados das análises químicas efectuadas às amostras recolhidas em cada perfil encontram-se no quadro 2 e serão discutidos na descrição de cada classe taxonómica.



**Figura 1-** Zona definidas no PUB para estudo detalhado dos solos e das áreas envolventes (Afonso, 2006).

**Tabela 1 –** Distribuição dos perfis por zonas previamente estabelecidas.

Zona de colheita	N do perfil	Classe taxonómica
Zona I	P1	RG
Zona II	P2	VR
	P3	RG
Zona III	P4	CM
	P5	GL
	P6	RG
Zona IV	P7	RG co
	P8	FL
	P9	LU gl
	P10	CM gl
Zona V	P11	RG co
	P12	LP
Zona VI	P13	LP li
Zona VII	P14	CM
	P15	CM
	P16	CM
Zona VIII	P17	LP
Zona IX	P18	CM
	P19	LP
	P20	LP
	P21	RG co
Zona X	P22	RG

RG- Regossolo; RG co- Regossolo de origem coluvial; CM- Cambissolo; LP- Leptossolo; VR- Vertissolo; LU- Luvissolo; FL- Fluvissolo; GL- Gleissolo; gl- gleico.

Como principais características de cada classe taxonómica destacam-se as seguintes:

*Leptossolos (LP):* São solos jovens ou incipientes, delgados, sem horizontes nitidamente diferenciados, característicos de zonas com declive acentuado. Esta unidade inclui o sub-grupo dos solos líticos, muito delgados, com rocha-mãe a menos de 10 cm de profundidade, localizados nas proximidades de afloramentos rochosos. Foram estudados 5

perfis de leptossolos distribuídos por várias zonas (quadro 1). A textura destes solos varia entre franca, franco-arenosa e franco-limosa (resultados não apresentados). Possuem um nível médio de fertilidade, caracterizado por uma capacidade de troca catiónica média (quadro 2) e por valores médios de fósforo e potássio. Os leptossolos ocupam a maior parte da área da zona de estudo (73% da área) e distribuem-se em todas as orientações. Encontram-se em zonas declivosas de formas convexas mas também em zonas de inclinação muito suave.

**Tabela 2** - Valores médios das principais características químicas das amostras analisadas, por classe pedológica

Classe	N de perfis	N de amostras	pH	m.o.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sub>sex</sub>	K <sub>2</sub> O <sub>ex</sub>	Ca	Mg	K	Na	CTC cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	Ca/Mg
			(H <sub>2</sub> O)	g kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>					
CM	5	17	6,72	9,1	43	79	12,68	9,03	0,18	0,07	21,97	1,40
FL	1	3	6,61	19,5	28	39	5,74	2,16	0,06	0,10	8,07	2,66
GL	1	3	5,57	14,1	15	59	1,73	0,6	0,18	0,12	2,63	2,88
LP	5	9	6,81	12,0	52	93	11,57	5,83	0,24	0,06	17,71	1,98
LU	1	3	7,01	16,0	48	40	7,65	11,27	0,04	0,11	19,07	0,68
RG	4	11	7,24	5,2	37	110	10,67	15,01	0,36	0,07	26,11	0,71
RG co	4	9	6,75	9,8	33	71	10,60	8,92	0,17	0,10	19,78	1,19
VR	1	4	6,85	2,4	62	87	17,33	30,74	0,28	0,06	48,40	0,56

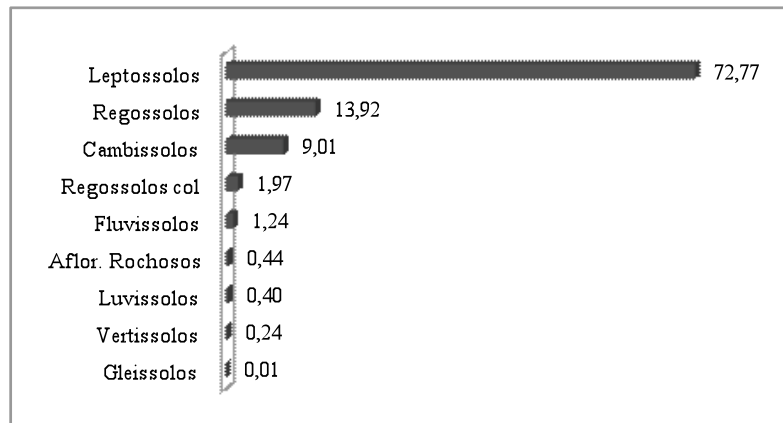
Classificação dos valores de CTC: muito baixa - ≤5; baixa - 5,1 a 10; média - 10,1 - 20; alta - 20,1 a 40; muito alta - >40

Classificação dos teores de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O: ≤25; baixo - 26 a 50; médio - 51 a 100; alto - 101 a 200 (LQARS, 2006)

(o quadro não contempla os valores de Al<sup>3+</sup>, H<sup>+</sup> e GSB porque a concentração de Al<sup>3+</sup> e H<sup>+</sup> foi sempre zero e por isso GSB foi sempre 100, de acordo com cálculos descritos no material e métodos).

**Regossolos (RG):** Solos pouco evoluídos, de material não consolidado. Dominam na zona litológica de depósitos de cobertura, na zona III (figura 1) onde se encontra quartzo filoniano (quartzo de filões que sofreu transporte) que pode corresponder a depósitos conglomeráticos de natureza fluvial ocorridos na idade Cenozóica. Este material apresenta-se, por vezes, muito compactado e duro, o que dificulta o desenvolvimento radicular de espécies vegetais. A textura destes solos é predominantemente franco-argilosa. Do ponto de vista químico são solos com valores de capacidade de troca catiónica elevados. Foi identificado outro tipo de regossolos em áreas sujeitas a erosão, em depósitos coluviais (zonas V e VII). Estes depósitos decorrem do transporte por acção da gravidade ou por transporte pelas águas de escoamento superficial, facilitado ainda pela gravidade. A textura destes solos varia entre franca e franco-limosa. Estes solos possuem uma fertilidade mais baixa que os regossolos anteriores (média) (quadro 2) mas apresentam melhores condições físicas para o desenvolvimento radicular por não serem tão compactos. A seguir aos leptossolos, são os mais representados, ocupando cerca de 16% da área (13,92% + 1,97% de regossolos de origem coluvial) (figura 3).

**Cambissolos (CM):** Solos pouco evoluídos. Os solos incluídos nesta classe desenvolvem-se a partir de materiais de alteração da rocha subjacente ou a partir de materiais de transporte de outros locais. Alguns sofrem a influência da proximidade de uma toalha freática, o que lhes confere características hidromórficas. Foi identificado um perfil com estas características junto ao rio Fervença. Esta é a terceira classe de solos mais representada na área de estudo (figura 3). Estes solos situam-se sobretudo nas áreas que, num passado recente, foram utilizadas na agricultura. A textura destes solos varia entre franca, franco-argilosa e franco-limosa. São solos com uma capacidade de troca catiónica alta a muito alta (quadro 2), características que, do ponto de vista químico, são muito favoráveis à produção de biomassa.



**Figura 3** – Área ocupada por cada família de solos no PUB, expressa em percentagem.

*Fluvisolos (FL)*: Encontram-se nos vales de rios. São solos desenvolvidos a partir de depósitos aluvionares, com propriedades flúvicas (solos recentes de aluvião) e localizam-se nas margens do rio Ferveña.

*Luvissolos (LV)*: São solos com teores mais elevados em argila no subsolo do que à superfície, resultado dos processos pedogenéticos (especialmente migração de argila). Estes solos possuem uma elevada actividade das argilas e uma elevada capacidade de troca catiónica, ou seja, uma elevada capacidade de retenção de catiões.

*Gleissolos (GL)*: Solos húmidos, saturados de água por períodos longos de tempo. Apresentam padrões de cores: avermelhadas, castanhas, acinzentadas. O material originário deste tipo de solos pode ser material não consolidado da idade Cenozóico, com mineralogia ácida ou básica. Aparecem em depressões. Na área de estudo, os solos identificados pertencentes a esta categoria são os que apresentam valores mais baixos de pH (5,6) (quadro 2), situam-se numa área confinada da zona III, não possuindo por isso representação cartográfica.

*Vertissolos (VL)*: A formação de vertissolos é característica de climas com estações contrastantes. Podem estar localizados em locais confinados a materiais originários ricos em bases. O cálcio, associado a fenómenos de alternância de humedecimento, possui um papel determinante na neoformação de minerais de argila expansíveis em quantidade considerável. São os movimentos vérticos causados pela contracção e expansão das argilas que resultam na homogeneização do perfil e em particularidades estruturais (fendas, faces de fricção). A existência de argilas expansíveis neste tipo de solos manifesta-se através de uma elevada capacidade de troca catiónica. No quadro 2 pode ver-se que estes solos possuem o valor médio mais elevado para este parâmetro. À semelhança dos Gleissolos, estes solos ocupam uma área reduzida situada na Zona II e por isso também não têm representação cartográfica.

No que respeita à fertilidade dos solos estudados, há que referir possíveis problemas que podem surgir associados aos desequilíbrios entre os iões Ca e Mg. Uma razão Ca/Mg igual a 5 é considerada uma situação adequada para o desenvolvimento das plantas (LQARS, 2006). No entanto, como se pode ver no quadro 2, não foi identificada nenhuma situação semelhante devido aos teores muito elevados em magnésio, tendo-se registado situações em que esta relação é inferior a 1 (RG, LU, VR). Estes resultados estão relacionados com a natureza máfica e ultramáfica do material originário dos solos, tendo sido registados resultados semelhantes em outros trabalhos desenvolvidos na mesma região (Lazaro *et al*, 2006). À excepção dos Leptossolos e Vertissolos, os teores em fósforo ( $P_2O_5$ ) foram inferiores a  $50 \text{ mg kg}^{-1}$ , sendo classificados de *baixos*, situação frequente na maioria dos solos portugueses. Os valores de potássio ( $K_2O$ ) variaram, entre 50 e  $100 \text{ mg kg}^{-1}$ , sendo

classificados de *médios*. Apenas os Regossolos apresentaram valores superiores a 100 mg kg<sup>-1</sup> neste nutriente.

A figura 4 apresenta a distribuição das classes taxonómicas identificadas no PUB, à excepção das unidades sem representação cartográfica (Gleissolos e Vertissolos).

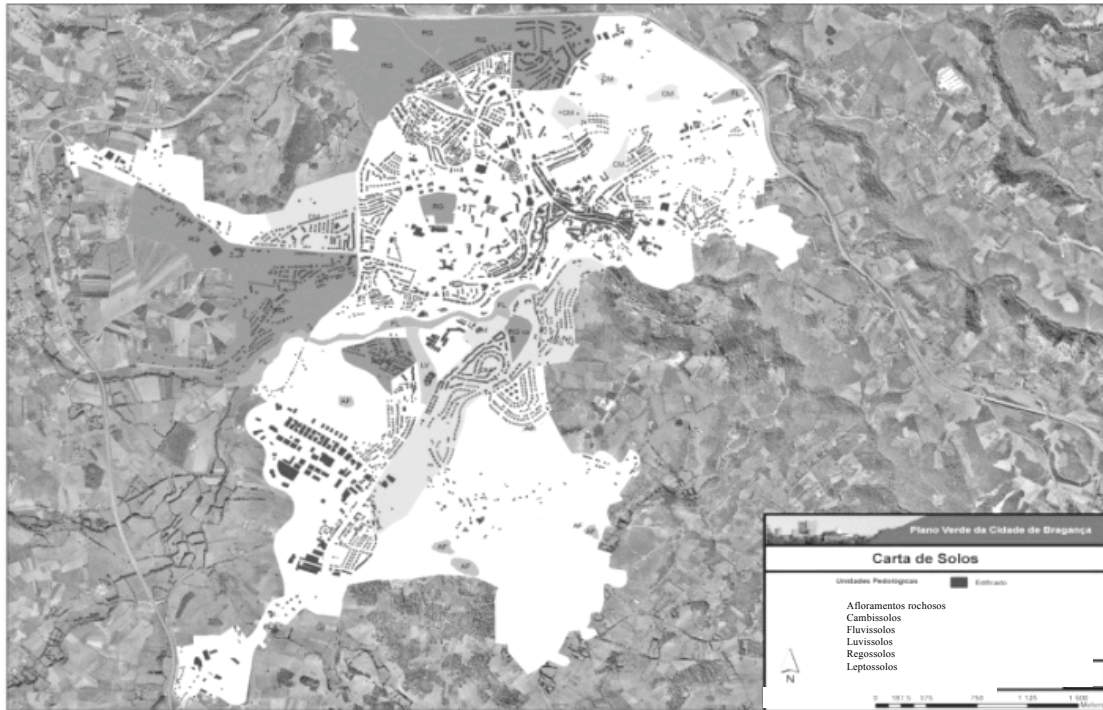


Figura 4 - Primeira versão da carta de solos do perímetro urbano de Bragança (Afonso, 2006).

### Classificação dos solos de acordo com o seu valor ecológico

Após a apreciação das características dos solos apresenta-se em seguida uma classificação do valor ecológico dos solos. De acordo com os critérios da FAO (1981) foram estabelecidas 4 classes de adequabilidade dos solos à produção de biomassa:

*Classe S1 – solos com elevado valor ecológico* – solos sem limitações significativas para um determinado uso. São solos com maior espessura efectiva, com índices de elevada fertilidade ou solos onde a incorporação de factores de produção (como a rega ou fertilizantes) se traduz por efeitos benéficos significativos na produção de biomassa. Incluem-se ainda nesta classe solos associados a sistemas agrícolas e/ou florestais tradicionais: Fluvissoles, Luvissoles e Cambissolos.

*Classe S2 – Solos de moderado valor ecológico* – Solos de valor variável, com aptidão moderada: Vertissolos, Regossolos de origem coluvial e os Leptossolos tradicionalmente ocupados com culturas agrícolas e/ou florestais.

*Classe S3 – Solos de reduzido valor ecológico* – Solos de muito reduzida aptidão para a produção de biomassa: os Regossolos de origem nos depósitos sedimentares do cenozóico (são solos muito pedregosos, compactos, onde o desenvolvimento radicular é extremamente difícil); Gleissolos.

*Classe N- Sem aptidão* – áreas a que correspondem os afloramentos rochosos e os Leptossolos líticos que lhe estão associados.

## 4. Conclusões

Como principais resultados destacam-se os seguintes:

- As rochas máficas e ultramáficas constituem o material litológico dominante do perímetro urbano da cidade de Bragança. Este facto reflecte-se na fertilidade relativamente elevada dos solos, caracterizada por valores médios a altos de capacidade de troca catiónica e por alguns valores da razão Ca/Mg inferiores a 1 o que pode dar indicação de situações favoráveis à ocorrência de desequilíbrios nutricionais para as plantas.
- Dominam os Leptosolos que ocupam mais de 70% da área de estudo. Dada a reduzida espessura efectiva destes solos, são necessários cuidados no seu manuseamento para minimizar problemas relacionados com a sua degradação.
- A área de solos de valor ecológico elevado é relativamente reduzida.

## Referências Bibliográficas

- Afonso, N., 2006. *Contribuição para o estudo dos solos do PDM de Bragança*. Trabalho de fim de curso em Eng<sup>a</sup> do Ambiente e do Território. IPB/ESA.
- Agroconsultores & Caba. 1991. *Carta de Solos, Carta do Uso Actual da Terra e Carta da Aptidão da Terra do Nordeste de Portugal*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Agroconsultores e Caba.
- FAO, 1981. *A framework for land evaluation*. FAO Soils Bulletin 32.
- FAO, 2006. *World Reference Base for Soil Resources 2006 (WRB)*. IUSS, ISRIC, FAO.
- Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva. 2006. *Manual de Fertilização das Culturas*. Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Instituto Nacional de Investigação Agrária e Pescas.
- Lázaro D., Kidd P.S., Martínéz C.M., 2006. A phytogeochemical study of the Trás-os-Montes region (NE Portugal). Possible species for plant-based soil remediation technologies. *Science of the total environment*. 354:265-277.
- SSSA - Soil Science Society of America, 1996. *Glossary of Soil Terms*. SSSA, Inc
- Van Reeuwijk L.P., 2002. *Procedures for Soil Analysis*. International Soil Reference and Information Centre (ISRIC), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).





