

**436**

**VIABILIDADE AMBIENTAL DE HORTAS URBANAS: O CASO DE BRAGA,  
PORTUGAL**

**Rute Fernandes Pinto**  
fiuza.rute@gmail.com

**Rui António Rodrigues Ramos**  
rui.ramos@civil.uminho.pt

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:  
Rui António Rodrigues Ramos  
Departamento de Engenharia Civil  
Escola de Engenharia  
Universidade do Minho  
Campus de Gualtar  
4710-057 Braga - Portugal

**RESUMO**

As hortas urbanas constituem espaços verdes e espaços de agricultura urbana com usos múltiplos fundamentais ao desenvolvimento sustentável de qualquer cidade. O objectivo desta comunicação é apresentar um modelo que permite avaliar a viabilidade ambiental das hortas urbanas. Foram analisadas amostras de alfaces e de solos de hortas da área urbana e não urbana do município de Braga para determinar a concentração dos metais pesados Cádmio, Chumbo e Zinco. Verificou-se que a viabilidade ambiental das hortas urbanas está comprometida, sobretudo como espaços agrícolas destinados à alimentação, tendo sido identificado um preocupante problema de poluição urbana. Apresentam-se várias propostas para melhorar a qualidade ambiental das hortas urbanas de forma a garantir o seu uso sem riscos para a saúde pública e para o ambiente no quadro de um desenvolvimento sustentável que se pretende para a cidade.

# **VIABILIDADE AMBIENTAL DE HORTAS URBANAS: O CASO DE BRAGA, PORTUGAL**

**Pinto, Rute F.; Ramos, Rui A.R.**

## **RESUMO**

As hortas urbanas constituem espaços verdes e espaços de agricultura urbana com usos múltiplos fundamentais ao desenvolvimento sustentável de qualquer cidade. O objectivo desta comunicação é apresentar um modelo que permite avaliar a viabilidade ambiental das hortas urbanas. Foram analisadas amostras de alfaces e de solos de hortas da área urbana e não urbana do município de Braga para determinar a concentração dos metais pesados Cádmio, Chumbo e Zinco. Verificou-se que a viabilidade ambiental das hortas urbanas está comprometida, sobretudo como espaços agrícolas destinados à alimentação, tendo sido identificado um preocupante problema de poluição urbana. Apresentam-se várias propostas para melhorar a qualidade ambiental das hortas urbanas de forma a garantir o seu uso sem riscos para a saúde pública e para o ambiente no quadro de um desenvolvimento sustentável que se pretende para a cidade.

## **1 INTRODUÇÃO**

O desenvolvimento sustentável é compreendido como uma forma de mudança social que acrescenta aos tradicionais objectivos de desenvolvimento o objectivo da obtenção da sustentabilidade ecológica (Lelé, 1991, *in* Amado, 2005). Em geral, o desenvolvimento sustentável procura uma melhor qualidade de vida para todos, hoje e amanhã. É uma visão progressista que associa três aspectos chave para a sua concretização (Buckingham-Hatfield e Percy, 1999): a justiça social, o desenvolvimento económico e a protecção do ambiente. Neste sentido, a cidade sustentável deve incorporar a dimensão do ambiente no desenvolvimento denso e complexo da urbe (Burdalo, 1995) e procurar alcançar maior justiça social e sustentabilidade económica e ambiental. Assim, na caminhada para alcançar a cidade sustentável deve-se começar por preservar os espaços verdes urbanos, se não mesmo aumentar esses espaços pois, embora nem sempre tenham sido alvo da atenção merecida, representam uma componente indispensável à qualidade de vida urbana.

Consoante o tipo de espaço verde urbano varia a riqueza biológica. As hortas urbanas apresentam enormes valores de riqueza biológica atendendo às suas características de humidade e de maior profundidade do solo, acrescidas das frequentes mobilizações e incorporação de matéria orgânica, aumentam o nível de vida microbiana no solo e contribuem de forma significativa para a manutenção das cadeias tróficas (Magalhães, 2001). Assim, para além de constituírem espaços verdes com elevada riqueza biológica e inúmeras funções benéficas para a cidade, representam também uma forma de praticar agricultura urbana que, como refere Madaleno (2000), constitui um conjunto de

actividades de produção animal e vegetal exercidas em meio urbano, visto como espaço abrangente pois inclui áreas intersticiais não-construídas e superfícies periurbanas. Assim, a horta constitui uma parcela de terreno cercada, de pequena extensão, onde se cultivam legumes, hortaliças, plantas ornamentais e árvores frutíferas, sujeitas a uma técnica intensiva de produção. Em geral, as hortas urbanas têm a sua dimensão condicionada pela disponibilidade de terrenos, os quais são, por norma, pequenos. Por exemplo, uma mini-horta intensiva pode apresentar uma área de 2,25 m<sup>2</sup> e uma horta familiar pode apresentar uma superfície máxima de 2000 m<sup>2</sup>. O lote convencional funcional apresenta, geralmente, uma dimensão entre 200 e 300 m<sup>2</sup> (Magalhães, 1991; Arter, 2004; Newcom, 2004). Estas hortas urbanas traduzem uma forma espontânea de utilizar os espaços intersticiais das cidades e permitem: o auto-abastecimento; a redução dos consumos energéticos; o incremento da actividade económica ao gerar postos de trabalho; a disponibilidade de produtos frescos e, se se tratar de agricultura biológica, de produtos são.

Como refere Pinto (2007), as hortas urbanas contemplam em si usos múltiplos, isto é, enquanto: espaços verdes que descongestionam o ambiente da cidade e espaços alternativos mas complementares ao espaço verde tradicional, podendo-se constituir como jardins agrícolas; espaços de alimentação onde os habitantes da cidade podem obter de forma simples, rápida e segura, os produtos que habitualmente consomem na sua alimentação; espaços de economia onde aqueles podem de forma económica obter alimentos e assim aumentar a respectiva renda; e espaços de lazer e recreio para os momentos de descontração. Contudo, apesar dos vários benefícios e usos, as hortas urbanas podem conter alguns inconvenientes, como sejam focos de contaminação e poluição. Como refere Varennes (2003), contaminação significa que se acumulou uma ou mais substâncias que normalmente não estariam presentes, ou pelo menos que estariam num nível mais baixo, e poluição significa que a presença daquelas substâncias pode afectar os organismos, como é o caso da presença de metais pesados (grupo de elementos cuja densidade atómica é superior a 5 g/cm<sup>3</sup> e que normalmente estão associados a problemas de contaminação e toxicidade) nas culturas agrícolas locais. Estes metais provêm da emissão de poluentes decorrentes de diversas fontes, tais como: a intensa utilização de veículos motorizados; a deposição de resíduos da construção civil; o aproveitamento das águas residuais e pluviais contaminadas; as fontes domésticas e industriais. Assim, a preocupação associada à contaminação e poluição das culturas agrícolas locais com metais pesados decorre do facto de existirem riscos para a saúde pública da concentração excessiva desses metais, pois estes podem acumular-se na parte comestível das culturas consumidas pelo Homem. No entanto, como a absorção de metais pesados pelas plantas é variável, permite adaptar a escolha das culturas agrícolas em função do nível e do tipo de contaminação. Geralmente, as maiores quantidades de metais pesados acumulam-se nas folhas, como disso é bom exemplo a alface, sendo mesmo considerada a principal acumuladora de metais pesados na sua parte aérea, ou seja, nas folhas (Dinardi *et al.*, 2003). Contudo, a absorção de metais pesados pelos solos pode também ser significativa pois “os solos das áreas urbanas estão sujeitos a uma permanente contaminação por metais pesados dos gases de combustão dos veículos automóveis. Outras fontes de contaminação são as pequenas indústrias, o armazenamento de combustíveis e as fugas do sistema de drenagem de águas residuais. Os metais pesados são os contaminantes mais comuns nestes solos” (DGA, 1994, *in* Natividade, 2002).

O risco maior para a saúde pública decorre do facto da principal fonte de exposição do Homem aos metais pesados ser os alimentos, pois a sua taxa vai aumentando com a progressão na cadeia alimentar (Musarella e Jacquemart, 1994). Entre os efeitos nocivos

para a saúde pública da concentração excessiva de metais pesados destacam-se: a curto prazo, intoxicações agudas, e a médio/longo prazo, caso haja concentração acrescida e prolongada na cadeia alimentar, efeitos cancerígenos. Assim, representando os metais pesados elementos que possuem a característica de causar danos (factor intrínseco que representa o perigo da substância), a redução da exposição é a única maneira efectiva de se diminuir o risco para a saúde pública e para o ambiente (Guilherme e Marchi, 2007). Estando esta exposição em geral associada à localização geográfica, considera-se potencialmente maior em meio urbano e revela-se pertinente efectuar a avaliação da viabilidade ambiental das hortas urbanas, representando um modelo adequado para identificar problemas de contaminação e poluição em meio urbano.

Assim, o objectivo desta comunicação é apresentar um modelo que permite avaliar a viabilidade ambiental [pois, conforme propõe Pinto (2007), qualidade ambiental significa satisfazer as diferentes necessidades do Homem e garantir o equilíbrio do ecossistema] das hortas urbanas para usos múltiplos, constituindo assim uma forma de monitorizar a qualidade ambiental urbana. Neste sentido, é fundamental assumir as hortas urbanas como um importante indicador ambiental a considerar na avaliação da qualidade ambiental urbana, de forma a desencadear o despertar da consciência ambiental necessária à mudança de hábitos, comportamentos e vontades enraizados que colocam em risco essa qualidade. Nesta caso, indicador ambiental deve ser entendido no âmbito do Modelo Pressão-Estado-Resposta (OCDE, 1993, in DGA, 2000) enquanto indicador de Estado pois as hortas urbanas podem traduzir o estado em que se encontram os produtos agrícolas e os solos decorrente das pressões exercidas pelas actividades humanas, podendo revelar a existência de contaminação e poluição. Neste contexto, os administradores e habitantes das cidades devem apresentar respostas a esse problema de contaminação e poluição. Portanto, o resultado da avaliação ambiental das hortas urbanas pode ser considerado em diversas aplicações, desde o suporte de decisões a nível da administração local até à informação e educação da população em geral, passando naturalmente pelo aprofundar da investigação científica.

## **2 METODOLOGIA**

A metodologia encetada procurou avaliar a viabilidade ambiental das hortas urbanas como forma de verificar a qualidade ambiental desses espaços e da cidade em geral, considerando a sua importância decorrente dos vários benefícios e dos usos múltiplos, constituindo assim um modelo para identificar problemas de contaminação e poluição.

Para implementar a metodologia proposta é necessário identificar a área urbana a que corresponde a cidade, considerando que aí existem potencialmente níveis mais elevados de contaminação e poluição. Nessa área são seleccionadas algumas hortas para pontos de amostragem. Como termos de referência são também seleccionadas, em menor número, hortas não urbanas fora do núcleo urbano central da cidade, em pontos onde existem potencialmente níveis mais baixos de contaminação e poluição. Em todas as hortas pontos de amostragem seleccionadas são colhidas amostras de uma cultura agrícola e de solo.

A selecção das hortas pontos de amostragem é efectuada tendo por base os seguintes critérios de escolha: dentro do núcleo urbano central da cidade em número máximo e o mais próximo possível de vias de tráfego motorizado; fora do núcleo urbano central da cidade em número máximo e o mais longe possível de vias de tráfego motorizado; com a maior dispersão possível, preferencialmente em espaços de características diferenciadas;

ausência de adubos, fertilizantes e pesticidas, químicos respectivamente. Por outro lado, a cultura agrícola escolhida deve ser: muito consumida na dieta alimentar humana; de crescimento favorecido na época do ensaio; bioindicadora dos elementos cuja concentração se pretende detectar (ou seja, organismo vivo cuja presença, comportamento ou estado fisiológico está estreitamente correlacionada com o meio onde cresceu e se desenvolveu, dando indicações relativas à qualidade e características do meio). A escolha do solo deve restringir-se ao existente em cada horta. Deve também ser tido em conta um número representativo de amostras da cultura agrícola e de solo por horta.

Atendendo a que a alface é considerada a principal acumuladora de metais, tais como: Cádmio, Chumbo e Zinco (Jinadasa *et al.*, 1999; Santos *et al.*, 1999; Melo *et al.*, 2000; Lorenzini, 2002; Dinardi *et al.*, 2003; Mantovani *et al.*, 2003; Nali *et al.*, 2004; Melo *et al.*, 2004; Jordão *et al.*, 2006), sendo mesmo uma espécie biológica recomendada pela OCDE para testar a toxicidade do solo pois acumula internamente altos níveis de metais devido à eficiente absorção pelas raízes e consequente translocação para as folhas (OCDE, 1984, *in* Peijnenburg, 2000), ela deverá ser, sempre que possível, a cultura agrícola escolhida.

Como elementos cuja concentração se pretende detectar nas amostras da cultura agrícola e de solo devem ser seleccionados alguns metais, nomeadamente o Cádmio, o Chumbo e o Zinco por serem: reconhecidamente associados a problemas de contaminação e toxicidade, conforme se identificou no parágrafo anterior; bioacumuláveis, isto é, os organismos não são capazes de eliminá-los; facilmente acumuláveis pela cultura agrícola; potencialmente emitidos pelas fontes emissoras na cidade; facilmente acumuláveis pelos solos.

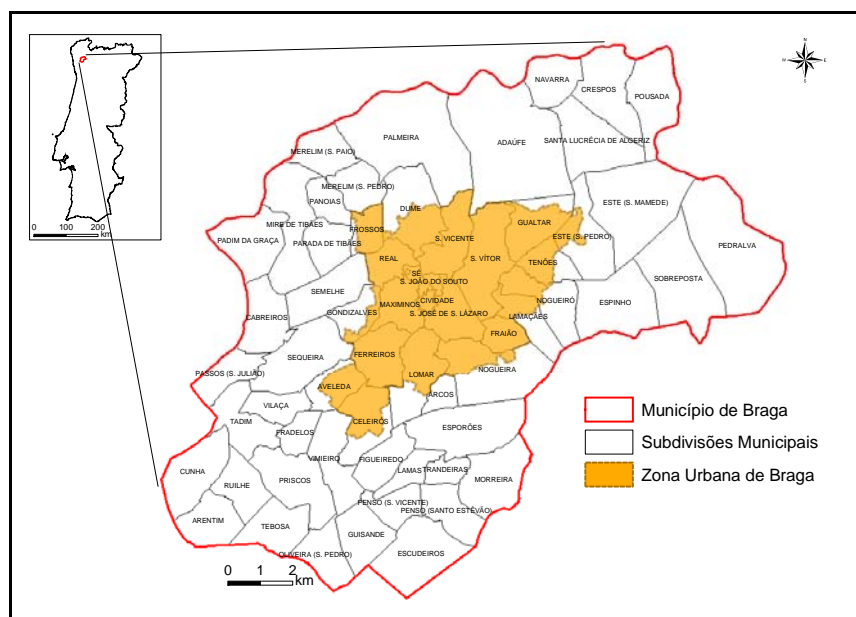
Os métodos analíticos propostos para analisar as amostras de alfaces e de solos são a Espectrometria de Emissão com Plasma Indutivo (ICP-AES) para o Zinco e a Espectrometria de Absorção Atómica com Câmara de Grafite (GF-AAS) para o Cádmio e o Chumbo.

### **3 CASO DE ESTUDO**

A metodologia proposta foi implementada na cidade de Braga, a qual se caracteriza por ser uma cidade de média dimensão, densamente urbanizada, cujo tecido urbano é ainda penetrado por ecossistemas mais ou menos naturais como resquícios de agricultura e em que as hortas urbanas constituem vestígios das tradições rurais e meios de ligação entre o rural e o urbano (Winklerprins, 2002). O município de Braga localiza-se no Noroeste de Portugal Continental, é constituído por 62 subdivisões municipais, distribuídas numa área de cerca de 183 km<sup>2</sup> com 164.193 habitantes, conforme Censos de 2001. É um município densamente povoado, com 896 hab./km<sup>2</sup>. Possui um importante centro urbano, a cidade de Braga, com cerca de 100.000 habitantes numa área de 32 km<sup>2</sup>, rondando os 3.100 hab./km<sup>2</sup>. O perímetro urbano de cidade estende-se por 22 subdivisões municipais, das quais apenas 11 estão integralmente incluídas. Na figura 1 pode-se observar a localização geográfica do município de Braga em Portugal Continental e a delimitação do respectivo perímetro urbano de cidade (CMB, 2001).

É precisamente no perímetro urbano de cidade que a disponibilidade de solo para hortas urbanas é mais limitada devido à intensa urbanização. No entanto, a prática da horticultura em pequenos espaços e áreas mantém a sua importância, correspondendo em muitos casos a mini-hortas intensivas. Como refere Newcomb (2004) há “as pessoas que dispõem de reduzidos tempo e espaço mas que, mesmo assim, querem possuir uma horta”. Pode-se

observar na figura 2 a distribuição no perímetro urbano de cidade de espaços de agricultura urbana, nomeadamente de hortas urbanas, que perfazem um número total de 19.570 espaços (Pinto, 2007). Na sua totalidade representam cerca de 10 km<sup>2</sup> numa área total de 32 km<sup>2</sup>, ou seja, 31% da área do perímetro, e apresentam dimensão média de 510 m<sup>2</sup>.



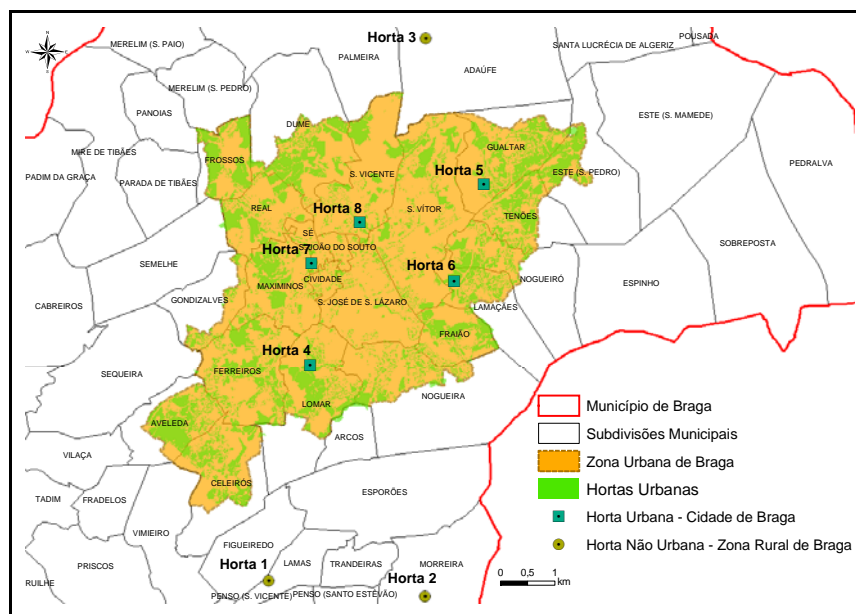
**Fig. 1 – Localização Geográfica do Município de Braga e delimitação do respectivo Perímetro Urbano de Cidade (Pinto, 2007)**

Refira-se que no núcleo urbano central do perímetro urbano de cidade existem menos espaços agrícolas e de menores dimensões, o que se deve naturalmente à intensa urbanização do centro urbano. Já na área mais perto do limite do perímetro urbano de cidade verifica-se que existe uma extensão maior de espaços agrícolas e com dimensões maiores, o que no caso se deve essencialmente ao facto de ser uma área de transição entre o urbano e o rural, uma zona periurbana, em que o urbano avança sobre o rural pelo que existem ainda espaços residuais agrícolas não urbanizados. Este número significativo de hortas urbanas é o reflexo, por um lado, da enorme importância atribuída à horticultura na cidade de Braga e, por outro, de estarem reunidas as características biogeofísicas e sociais essenciais ao desenvolvimento de hortas urbanas, tais como: solos férteis; disponibilidade de água; disponibilidade de solo; clima temperado; espaços residuais de agricultura e uma população jovem e dinâmica sedenta de qualidade de vida.

## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1 Selecção dos Locais de Amostragem**

Foram seleccionados oito pontos de amostragem correspondentes a diferentes hortas de Braga. Destas, cinco hortas foram seleccionadas na área urbana e três na área não urbana. A selecção foi efectuada tendo em conta a localização e a proximidade/afastamento a vias de tráfego motorizado. Assim, foram escolhidas cinco hortas urbanas, dentro do perímetro urbano da cidade de Braga e em área de forte incidência viária, e três hortas não urbanas, fora do perímetro urbano e em área de baixa incidência viária. Na figura 2 é possível observar a localização das oito hortas pontos de amostragem seleccionadas.



**Fig. 2 – Distribuição das Hortas Urbanas no Perímetro Urbano de Cidade e das Hortas Pontos de Amostragem (Pinto, 2007)**

#### 4.2 Selecção e Preparação dos Materiais de Amostragem

A espécie de alface utilizada foi *Bola de Manteiga* (*Lactuca sativa* L. var. *capitata* L.), correspondendo a uma alface doméstica ou alface das hortas, de folha lisa, repolhuda, tenra, com crescimento favorecido na Primavera e de grande consumo na dieta alimentar dos habitantes de Braga. Para que os resultados fossem comparáveis foi necessário garantir que em todas as hortas seleccionadas a cultura fosse da mesma espécie, assim, procedeu-se à sementeira de alface do tipo *Bola de Manteiga* em Março de 2007 e à colheita em Junho de 2007. Recolheram-se duas amostras por cada uma das hortas seleccionadas, perfazendo um total de 15 amostras de alfaces (na horta 4 apenas foi possível obter uma amostra de alface). Cada amostra foi considerada como uma amostra simples, sendo analisada individualmente. A preparação física das amostras de alfaces envolveu a sua lavagem com água da torneira, seguida de secagem em estufa à temperatura de 50°C. Após a secagem, o material vegetal foi moído obtendo-se partículas inferiores a 0,5 mm, de modo a ter subamostras para a realização do estudo químico. As subamostras foram conservadas em frascos de poliestireno. Em seguida, o ataque químico às amostras de alfaces foi efectuado pelo método de incineração por via seca. As amostras de alfaces (15 amostras e 1 padrão de referência certificado BCR 62) foram submetidas a uma calcinação à temperatura de 480°C. Posteriormente, as amostras foram solubilizadas com ácido nítrico.

No que respeita aos solos, segundo o Plano Director Municipal de Braga (CMB, 1994), existe a prevalência de Cambissolos em Braga, os quais representam solos recentes, derivados de materiais transportados de outros locais pela água, vento ou gravidade, caracterizados por terem sofrido pouca eluviação, encontrando-se Cambissolos Dísticos nas áreas de xistos e Cambissolos Húmicos nas áreas de granitos, com predomínio dos últimos. É de referir que o único e exclusivo motivo pelo qual os metais pesados podem ocorrer de forma natural no solo é que se encontram presentes na rocha-mãe que, em Braga, é o granito, ao qual estão associados os Cambissolos Húmicos, sendo portanto natural a ocorrência de solos ácidos ( $\text{pH} \leq 5$ ). Recolheu-se uma amostra por cada uma das hortas seleccionadas, perfazendo um total de 8 amostras de solos. Cada amostra foi

considerada como uma amostra simples, sendo analisada individualmente. A preparação física das amostras de solos envolveu secagem em estufa à temperatura de 40°C, seguida de moagem a 200 mesh em moinho de Água. Após a moagem, procedeu-se ao quartilhamento, de modo a obter uma subamostra para estudo geoquímico. Estas subamostras foram guardadas em frascos de poliestireno. Em seguida, o ataque químico às amostras de solos foi efectuado pelo método de fusão alcalina. Foram preparadas várias alíquotas das diferentes amostras (8 amostras de solos, 1 padrão de referência certificado NRCC MESS-3 e 1 padrão de referência AC-E), às quais se adicionou o fundente, metaborato de lítio. Estas amostras, juntamente com o branco de amostra, foram submetidas a fusão à temperatura de 1000°C. As amostras fundidas foram solubilizadas em ácido nítrico.

### 4.3 Métodos Analíticos

Os métodos analíticos, já referidos na secção sobre a Metodologia, foram realizados no Laboratório de Espectrometria do Departamento de Ciências da Terra da Universidade do Minho (DCT – UM), Portugal.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a interpretação dos resultados analíticos das amostras de alface utilizaram-se como referência, para o Cádmio e o Chumbo, as concentrações limite fixadas pela Comissão Europeia no Regulamento (CE) n.º 1881/2006, de 19 de Dezembro, correspondendo a 0,20 mg.kg<sup>-1</sup> e 0,10 mg.kg<sup>-1</sup> respectivamente. Para o Zinco, como não se encontraram teores máximos legislados, utilizou-se a referência de Varennes (2003), segundo a qual os teores normais de Zinco nas plantas são da ordem de 25-150 mg.kg<sup>-1</sup>, tendo-se assumido como concentração limite 150 mg.kg<sup>-1</sup>. No que respeita aos solos, para a interpretação dos resultados analíticos foram utilizadas como referência as concentrações limite de Cádmio, Chumbo e Zinco em solos ácidos (pH ≤ 5), fixadas em Portugal pela Portaria n.º 176/96, de 3 de Outubro, correspondendo a 1 mg.kg<sup>-1</sup>, 50 mg.kg<sup>-1</sup> e 150 mg.kg<sup>-1</sup> respectivamente. Apresenta-se na tabela 1 os resultados analíticos da concentração (mg.kg<sup>-1</sup>) de Cádmio, Chumbo e Zinco e respectivas concentrações limite (CL - mg.kg<sup>-1</sup>) nas amostras de alfaces e nos solos de hortas urbanas e não urbanas de Braga.

Os resultados analíticos obtidos para as amostras de alfaces e de solos revelaram a existência de várias concentrações acima do limite para o Cádmio, o Chumbo e o Zinco, quer nas hortas urbanas quer nas hortas não urbanas. Verificou-se que nas hortas urbanas os valores obtidos são substancialmente mais elevados do que nas hortas não urbanas. Constatou-se ainda a possível translocação daqueles metais entre o solo e a alface, no âmbito das interrelações estabelecidas no sistema solo-planta.

O Cádmio é o elemento que em menor número de vezes, e de forma menos significativa, a respectiva concentração limite foi ultrapassada. Apenas se inferiu a sua possível translocação na horta 8, pois as amostras de solos e de alfaces ultrapassaram largamente a concentração limite. Refira-se ainda que a presença de Cádmio em amostras de solos é menos significativa do que em amostras de alfaces. Registou-se a sua presença acima da concentração limite em oito amostras de alfaces, das quais três em duas hortas não urbanas (Hortas 1 e 3) e cinco em três hortas urbanas (Hortas 5, 6 e 8) e, apenas, numa amostra de solo de uma horta urbana (Horta 8).



**Tabela 1 Concentração de Cádmio, Chumbo e Zinco e respectivas Concentração Limite (CL) nas Amostras de Alfaces e de Solos das Hortas de Braga (Pinto, 2007)**

Amostras		Cádmio (mg.kg <sup>-1</sup> )	CL Cádmio (mg.kg <sup>-1</sup> )	Chumbo (mg.kg <sup>-1</sup> )	CL Chumbo (mg.kg <sup>-1</sup> )	Zinco (mg.kg <sup>-1</sup> )	CL Zinco (mg.kg <sup>-1</sup> )
<b>Horta 1</b> Freguesia de Lamas (Fora do Perímetro Urbano de Cidade)	Alface 1.1	0,16	<b>0,20</b>	0,08	<b>0,10</b>	93,1	<b>150</b>
	Alface 1.2	0,21	<b>0,20</b>	<0,04	<b>0,10</b>	188	<b>150</b>
	Solo 1	<0,17	<b>1</b>	110	<b>50</b>	254	<b>150</b>
<b>Horta 2</b> Freguesia de Morreira (Fora do Perímetro Urbano de Cidade)	Alface 2.1	0,12	<b>0,20</b>	<0,04	<b>0,10</b>	37,4	<b>150</b>
	Alface 2.2	0,14	<b>0,20</b>	<0,04	<b>0,10</b>	35,2	<b>150</b>
	Solo 2	<0,17	<b>1</b>	70,3	<b>50</b>	174	<b>150</b>
<b>Horta 3</b> Freguesia de Aduífe (Fora do Perímetro Urbano de Cidade)	Alface 3.1	0,34	<b>0,20</b>	0,94	<b>0,10</b>	131	<b>150</b>
	Alface 3.2	0,35	<b>0,20</b>	0,96	<b>0,10</b>	103	<b>150</b>
	Solo 3	0,70	<b>1</b>	532	<b>50</b>	483	<b>150</b>
<b>Horta 4</b> Freguesia de Lomar (Dentro do Perímetro Urbano de Cidade)	Alface 4.1	0,07	<b>0,20</b>	0,91	<b>0,10</b>	172	<b>150</b>
	Solo 4	<0,17	<b>1</b>	81,6	<b>50</b>	239	<b>150</b>
<b>Horta 5</b> Freguesia de Gualtar (Dentro do Perímetro Urbano de Cidade)	Alface 5.1	0,13	<b>0,20</b>	0,70	<b>0,10</b>	80,8	<b>150</b>
	Alface 5.2	0,21	<b>0,20</b>	0,99	<b>0,10</b>	69,9	<b>150</b>
	Solo 5	0,17	<b>1</b>	171	<b>50</b>	215	<b>150</b>
<b>Horta 6</b> Freguesia de Lamações (Dentro do Perímetro Urbano de Cidade)	Alface 6.1	0,39	<b>0,20</b>	0,42	<b>0,10</b>	82,8	<b>150</b>
	Alface 6.2	0,59	<b>0,20</b>	0,56	<b>0,10</b>	151	<b>150</b>
	Solo 6	0,17	<b>1</b>	137	<b>50</b>	221	<b>150</b>
<b>Horta 7</b> Freguesia da Sé (Dentro do Perímetro Urbano de Cidade)	Alface 7.1	0,06	<b>0,20</b>	8,62	<b>0,10</b>	76,6	<b>150</b>
	Alface 7.2	0,05	<b>0,20</b>	3,44	<b>0,10</b>	75,6	<b>150</b>
	Solo 7	0,27	<b>1</b>	672	<b>50</b>	386	<b>150</b>
<b>Horta 8</b> Freguesia de S. Vicente (Dentro do Perímetro Urbano de Cidade)	Alface 8.1	0,38	<b>0,20</b>	2,68	<b>0,10</b>	128	<b>150</b>
	Alface 8.2	0,39	<b>0,20</b>	4,04	<b>0,10</b>	158	<b>150</b>
	Solo 8	2,93	<b>1</b>	1183	<b>50</b>	946	<b>150</b>

O Chumbo é o elemento que em maior número de vezes, e de forma mais significativa, a respectiva concentração limite foi ultrapassada, pelo que se inferiu a sua possível translocação em várias amostras. Refira-se que a sua presença, apesar de ser bastante significativa no seu todo, é mais significativa em amostras de solos do que em amostras de alfaces. Destaca-se a sua presença acima da concentração limite em todas as oito amostras de solos e em onze amostras de alfaces, das quais duas amostras numa horta não urbana (Horta 3) e nove em cinco hortas urbanas (Hortas 4, 5, 6, 7 e 8). Entre as amostras de alfaces destacam-se as amostras das hortas urbanas 7 e 8 pois ultrapassaram significativamente, entre 25 a 80 vezes, o valor de concentração limite. É importante referir que a horta 3, a qual fica fora do perímetro urbano, sendo portanto uma horta não urbana, apresenta níveis de concentração de Chumbo quase 10 vezes acima do limite. Pode-se considerar que este facto deverá resultar da horta se encontrar numa zona de transição entre a área urbana e não urbana e se encontrar circundada por vias de tráfego motorizado, distando apenas 3 metros da via de tráfego mais próxima.

O Zinco também ultrapassa várias vezes, e de forma significativa, a respectiva concentração limite, pelo que se inferiu também a sua possível translocação em várias

amostras. Refira-se ainda que a presença de Zinco, apesar de ser também significativa no seu todo, é mais significativa em amostras de solos do que em amostras de alfaces. Destaca-se a sua presença acima da concentração limite em todas as oito amostras de solos e em quatro amostras de alfaces, das quais uma numa horta não urbana (Horta 1) e três em três hortas urbanas (Hortas 4, 6 e 8).

Verificou-se portanto que as amostras de alfaces e de solos das cinco hortas urbanas apresentam concentrações elevadas dos metais Cádmio, Chumbo e Zinco, acima da concentração limite, e em número mais significativo que as três hortas não urbanas. Assim, ficou evidenciada não só a correlação positiva existente entre as concentrações excessivas dos três metais em análise e a localização das hortas na área urbana, mas também a possível translocação no sistema solo-planta uma vez que os valores altos surgem em simultâneo nos solos e nas alfaces.

Os níveis de contaminação e poluição por metais identificados podem estar relacionados não só com as diferentes e mais numerosas fontes emissoras de poluição em meio urbano mas também com a possível translocação estabelecida no sistema solo-planta. É desta dinâmica que decorre a fitotoxicidade com risco para a saúde pública, pois com a entrada e a acumulação de metais na parte comestível dos tecidos do vegetal eles podem ser transferidos para a cadeia alimentar humana. Neste contexto, a alface ao acumular metais acima das respectivas concentrações limite pode causar graves problemas de toxicidade ao Homem, especialmente se for usada com frequência na alimentação, podendo resultar num problema de saúde pública, traduzindo-se em efeitos bastante adversos que vão desde intoxicações a doenças crónicas causadas pela ingestão destes elementos durante períodos de tempo prolongados.

## **6 CONCLUSÕES**

A avaliação da viabilidade ambiental das hortas de Braga permitiu identificar um grave problema não só de contaminação mas sobretudo de poluição, tendo-se verificado:

- i) a presença de Cádmio, Chumbo e Zinco em todas as amostras de alfaces e solos;
- ii) a presença em concentrações acima do limite e em concentrações de Cádmio e Chumbo muito elevadas nas amostras de alfaces das hortas urbanas;
- iii) a presença em concentrações acima do limite e em concentrações de Chumbo e Zinco muito elevadas nas amostras de solos das hortas urbanas;
- iv) o prevalecimento em concentrações acima do limite e em concentrações muito elevadas de Chumbo nas amostras de alfaces e nas amostras de solos das hortas urbanas;
- v) a presença de Cádmio, Chumbo e Zinco em concentrações acima do limite num número pouco significativo de amostras de alfaces das hortas não urbanas;
- vi) a presença de Chumbo e Zinco em concentrações acima do limite e em concentrações muito elevadas em todas as amostras de solos das hortas não urbanas;
- vii) a possível translocação de Cádmio, Chumbo e Zinco nas amostras de alfaces pela interrelações estabelecidas entre o solo e a planta.

Detectou-se portanto que a viabilidade ambiental das hortas urbanas dentro do perímetro urbano de cidade está comprometida, sobretudo como espaços de alimentação, atendendo aos riscos para a saúde pública da concentração excessiva de metais pesados em culturas forte e frequentemente consumidas na alimentação. Assim, conclui-se que a avaliação da viabilidade ambiental das hortas urbanas constitui um modelo adequado para identificar problemas de contaminação e poluição, já que ela denunciou a existência não só de

contaminação mas também de poluição urbana em Braga, cujas causas e efeitos importa perceber para mitigar.

Neste sentido, apresentam-se algumas propostas para melhorar a qualidade ambiental urbana na lógica de um desenvolvimento sustentável que se pretende para a cidade de Braga. Propõe-se a regulação do uso e da ocupação do solo urbano e o ordenamento do território, contribuindo para a equidade, eficiência e qualidade ambiental, mediante acções tais como: a definição de uma *estrutura ecológica urbana* que integre as hortas urbanas (Magalhães *et al.*, 2007); a criação de espaços verdes de usos mistos; a reconversão de espaços abandonados em hortas urbanas; a criação de hortas urbanas de diferentes tipologias; a indicação no Plano Director Municipal das áreas onde são permitidas hortas urbanas ou não, em função dos níveis de contaminação; a monitorização sistemática da qualidade das plantas, do solo e da água; a identificação do tipo de culturas agrícolas mais susceptíveis à contaminação e respectiva substituição; a recomendação de distância mínima entre solos para as hortas urbanas e estradas fortemente movimentadas, ou o uso de cercas ou sebes vivas; as medidas restritivas ao tráfego motorizado em áreas urbanas; a inclusão de percursos de mobilidade saudável, sejam cicláveis ou não.

Propõe-se o fortalecimento da capacidade de planeamento e gestão urbanística da cidade incorporando as hortas urbanas e a respectiva dimensão ambiental e assegurando a efectiva participação pública, mediante acções tais como: o aumento da consciência social e ambiental especialmente dos administradores locais; o estímulo ao intercâmbio de documentação e de experiências não só ao nível local, mas também regional e nacional; a formação básica sobre os distintos aspectos que envolvem as hortas urbanas; a participação comunitária na gestão das hortas urbanas.

Atendendo aos níveis de contaminação identificados nos produtos hortícolas, propõe-se a promoção da mudança nos padrões de produção e consumo de produtos hortícolas e o desenvolvimento de tecnologias urbanas sustentáveis, mediante acções tais como: a gestão adequada dos produtos agroquímicos; a informação e formação sobre técnicas agrícolas biológicas; a estimulação do consumo de produtos biológicos; o estabelecimento de padrões de qualidade elevados através da certificação e introdução de selos de garantia; o tratamento/remediação do solo; a lavagem das colheitas; a reciclagem dos resíduos orgânicos através da compostagem; o incentivo a um envolvimento intenso dos jovens em todas as práticas associadas ao controlo ambiental urbano.

Portanto, considera-se necessário assumir as hortas urbanas como espaços indicadores da qualidade ambiental de Braga constitui uma das chaves para garantir segurança na saúde pública da cidade.

## **7 REFERÊNCIAS**

Amado, M. P. (2005) **Planeamento Urbano Sustentável**, Caleidoscópio, Casal de Cambra.

Arter, E. (2004) **Guia Prático de Horticultura**, Editorial Presença, Lisboa.

Buckingham-Hatfield, S. e Percy, S. (1999) **Constructing Local Environmental Agendas**, Routledge, Canadá.

Burdalo, S. (1995) La Ciudad como Ambito Sostenible de Conveniencia Una Utopia Posible, **Revista MOPTMA**, Madrid, (433), 188-209.

CMB – Câmara Municipal de Braga (1994) **Plano Director Municipal** (PDM).

CMB – Câmara Municipal de Braga (2001) **Plano Director Municipal** (PDM).

Dinardi, A. L., Formagi, V. M., Coneglian, C. M. R., Brito, N. N., Sobrinho, G. D., Tonso, S. e Pelegrini, R. (2003) Fitorremediação, **III Fórum de Estudos Contáveis**, São Paulo.

DGA – Direcção-Geral do Ambiente (1994) **Relatório do Estado do Ambiente**, Ministério do Ambiente e Recursos Naturais, Lisboa.

DGA – Direcção-Geral do Ambiente (2000) Proposta para um Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (SIDS), **Direcção de Serviços de Informação e Acreditação**, Lisboa.

Guilherme, L. R. G. e Marchi, G. (2007) Os Metais Pesados no Solo, **DBO Agrotecnologia**, Minas Gerais, 20-21.

Jinadasa, N., Milham, P., Hawkins, C., Cornish, P., Williams, P., Kaldor, C. e Conroy, J. (1999) Cadmium Levels in Soils and Vegetables of the Greater Sydney Region, **Rural Industries Research and Development Corporation**, Austrália.

Jordão, C. P., Fialho, L. L., Cecon, P. R., Matos, A. T., Neves, J. C. L., Mendonça, E. S. e Fontes, R. L. F. (2006) Effects of Cu, Ni and Zn on Lettuce Grown in Metal-Enriched Vermicompost Amended Soil, **Water, Air and Soil Pollution**, (172), 21-38.

Lelé, S. (1991) Sustainable Development: A Critical Review, in **World Development**, Vol. 19, United Kingdom.

Lorenzini, G. (2002) Trace Elements in Vegetables Grown in Area Exposed To The Emissions of Geothermal Power Plants, **Fresenius Environmental Bulletin**, Vol. 11 (3), 137-142.

Madaleno, I. M. (2000) City **Food and Health in Brazil**, Conferência Electrónica da FAO-ETC. (Disponível em: [www.fao.org/urbanag](http://www.fao.org/urbanag) e [www.ruaf.org](http://www.ruaf.org)).

Magalhães, M. R. (1991) **Espaços Verdes Urbanos**, DGOTDU, Lisboa.

Magalhães, M. R. (2001) **A Arquitectura Paisagista – Morfologia e Complexidade**, Editorial Estampa, Lisboa, 424-508.

Magalhães, M. R., Abreu, M. M., Lousã, M. e Cortez, N. (2007) **Estrutura Ecológica da Paisagem Conceitos e Delimitação – Escalas Regional e Municipal**, Centro de Estudos de Arquitectura Paisagista Professor Caldeira Cabral e Instituto Superior de Agronomia – Universidade Técnica de Lisboa, ISA Press, Lisboa.

Mantovani, J.R., Ferreira, M E., Cruz, M.C.P., Chiba, M.K. e Braz, L.T. (2003) Calagem e adubação com Vermicomposto de Lixo Urbano na Produção e nos Teores de Metais Pesados em Alface, **Horticultura Brasileira**, Brasília, V. 21 (3), 494-500.

Melo, W.J., Marques, M.O., Melo, V.P. e Cintra, A.A.D. (2000) Uso de Resíduos em Hortaliças e Impacte Ambiental, **Horticultura Brasileira**, São Paulo, V. 18 (Suplemento), 67-82.

Melo, G. M. P., Melo, V. P. e Melo, W. J. (2004) **Metais Pesados no Ambiente Decorrente da aplicação de Lodo de Esgoto em Solo Agrícola**, UNESP, São Paulo.

Musarella, P. e Jacquemart, P. (1994) **Alimentação Poluição e Habitat Vencer as Doenças do Nosso Meio Ambiente**, Instituto Piaget, Lisboa, 31-354.

Nali, C., Crocicchi, L. e Lorenzini, G. (2004) Plants as Indicators of Urban Air Pollution (Ozone and Trace Elements), in Pisa, Italy, **Journal of Environmental Monitoring**, Advance Article on the Web 26 th May, London.

Natividade, P. (2002) **Remediação dos Solos Abordagem Geral e Apresentação de Estudo de Caso**, Monografia de Licenciatura em Engenharia do Ambiente, Universidade Fernando Pessoa, Porto.

Newcomb, D. (2004) **A Horta Familiar**, Publicações Europa-América, Mem Martins.

OCDE (1984) **Guidelines for The Testing of Chemicals**, N.º 208 Terrestrial Plants, Growth Test, Paris.

OCDE (1993) Draft Synthesis Report, Group on State of The Environment Workshops on Indicators for Use in Environmental Performance Reviews, **Doc ENV/EPOC/SE(96), Organisation for Economic Co-operation and Development**, Paris.

Peijnenburg, W., Baerselman, A. G., Jager, D., Leenders, D., Posthuma, L. e Van Veen, R. (2000) Quantification of Metal Bioavailability for Lettuce (*Lactuca sativa* L.) in Field Soils, **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, New York, (39), 420-430.

Pinto, R. (2007) **Hortas Urbanas: Espaços para o Desenvolvimento Sustentável de Braga**, Dissertação de Mestrado em Engenharia Municipal, Universidade do Minho, Braga.

Santos, I. C., Casali, V. W. D. e Miranda, G. V. (1999) Teores de Metais Pesados, K e Na, no Substrato, em Função de Doses de Composto Orgânico de Lixo Urbano e de Cultivares de Alface, **Ciência Rural** V. 29 (3), 415-421.

Varenes, A. (2003) **Produtividade dos Solos e Ambiente**, Escolar Editora, Lisboa.

Winklerprins, A. M. G. A. (2002) House-lot Gardens in Santarém, Pará, Brazil: Linking rural with urban, **Urban Ecosystems**, Netherlands, (6), 43-65.