

**14.º Congresso da APDR  
2.º Congresso de Gestão e Conservação da Natureza  
Desenvolvimento, Administração e Governança Local  
Tomar, 04 e 05 de Julho de 2008**

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE HORTAS URBANAS –  
O CASO DA CIDADE DE BRAGA**

**Rute Sofia Borlido Fiúza Fernandes Pinto** <sup>(1)</sup>

**Rui António Rodrigues Ramos** <sup>(2)</sup>

Departamento de Engenharia Civil – Escola de Engenharia,  
Universidade do Minho Campus de Gualtar, 4710-057 Braga Portugal  
Tel: (+351) 253 604 720; Fax: (+351) 253 604 721

(1) [fiuza.rute@gmail.com](mailto:fiuza.rute@gmail.com)

(2) [rui.ramos@civil.uminho.pt](mailto:rui.ramos@civil.uminho.pt)

## **RESUMO**

O desenvolvimento sustentável enfatiza a impossibilidade de um crescimento contínuo num planeta finito e a necessidade de gerir e conservar os recursos naturais de modo a que as gerações futuras disponham do máximo de opções para maximizar o seu bem-estar e qualidade de vida. Assim, qualquer cidade sustentável deve incorporar a dimensão do ambiente no desenvolvimento denso e complexo da urbe, procurando alcançar maior justiça social e sustentabilidade económica e ambiental. Entre as componentes indispensáveis à qualidade de vida urbana encontram-se as hortas urbanas pois representam espaços verdes e espaços de agricultura urbana de enorme riqueza biológica e com usos múltiplos.

O objectivo desta comunicação é demonstrar que a avaliação ambiental das hortas urbanas representa um modelo adequado para identificar problemas de contaminação e poluição urbana, os quais põem em risco a qualidade ambiental urbana. Esta conclusão é suportada pelos resultados analíticos de amostras de alfaces e solos de algumas hortas urbanas e não urbanas da cidade de Braga, os quais denunciam um grave problema de contaminação e poluição urbana pelos metais pesados Cádmio, Chumbo e Zinco. Nesse contexto, apresentam-se propostas para recuperar a qualidade ambiental e assim contribuir para o desenvolvimento sustentável da cidade de Braga.

**Palavras-Chave:** Desenvolvimento Sustentável; Espaços Verdes Urbanos; Hortas Urbanas; Braga.

## **1 OBJECTIVO**

O objectivo desta comunicação é demonstrar que a avaliação ambiental das hortas urbanas, considerando a sua importância decorrente dos seus usos múltiplos, representa um modelo adequado para identificar problemas de contaminação e poluição urbana, os quais devem ser considerados no desenvolvimento sustentável de qualquer cidade. Constitui assim uma forma de monitorizar a qualidade ambiental [pois, conforme propõe Pinto (2007), qualidade ambiental significa satisfazer as diferentes necessidades do Homem e garantir o equilíbrio do ecossistema] das hortas urbanas e, portanto, da qualidade ambiental urbana. Neste sentido, é fundamental assumir as hortas urbanas como um importante indicador ambiental [por exemplo, no âmbito do Modelo Pressão-Estado-Resposta (PER) 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 e, neste contexto, devem os administradores e habitantes das cidades apresentar respostas a esse problema de contaminação e poluição (OCDE, 1993, *in* DGA, 2000)] a considerar na avaliação da qualidade ambiental urbana, podendo mesmo constituir, por um lado, um importante complemento aos modelos existentes de avaliação da qualidade do ar e do ruído e, por outro, um incentivo para desencadear o despertar da consciência ambiental para mudar hábitos, comportamentos e vontades enraizados que possam pôr em risco essa qualidade.

Assim, pela sua importância, os resultados da avaliação ambiental das hortas urbanas devem ser considerados, na perspectiva do desenvolvimento sustentável da cidade, em diversas aplicações, desde o suporte de decisões dos decisores e gestores da administração local à informação e educação da população em geral, passando naturalmente por o aprofundar da investigação científica.

## **2 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 & Percy, 1999): a justiça social, o desenvolvimento económico e a protecção do ambiente.

A cidade sustentável é um conceito que incorpora a dimensão do ambiente no desenvolvimento denso e complexo da urbe e o carácter participativo e solidário, e que faz da diversidade e da mescla a chave da sua existência e o seu principal sinal de identidade (Burdalo, 1995). Assim, o objectivo único do desenvolvimento urbano sustentável é criar uma cidade sustentável. Esta deve procurar adoptar um modo de vida baseado no capital da natureza e alcançar maior justiça social e sustentabilidade económica e ambiental. A justiça social terá que assentar necessariamente na sustentabilidade económica e na equidade, que por sua vez requerem sustentabilidade ambiental. Além disso, a sustentabilidade ambiental garante a preservação da biodiversidade, da saúde humana e da qualidade do ar, da água e do solo, a níveis suficientes para manter a vida humana e o bem estar das sociedades, bem como a vida animal e vegetal para sempre (Carta das Cidades Europeias para a Sustentabilidade, 1994).

Na caminhada para alcançar a cidade sustentável deve-se começar por preservar os espaços verdes urbanos e, sempre que necessário, aumentar mesmo esses espaços pois, embora nem sempre tenham sido alvo da atenção merecida, representam uma componente indispensável à qualidade de vida urbana e cujo conceito e necessidade tem vindo a evoluir e crescer com o aumento das cidades ao longo dos tempos, sobretudo com o crescimento dos espaços urbanizados.

## **2.1 Espaços Verdes Urbanos**

Os espaços verdes urbanos constituem espaços exteriores, enquadrados na estrutura verde urbana, que se prestam a uma utilização menos condicionada, a comportamentos espontâneos e a uma estada descontraída por parte da população utente (DGOTDU, 2000). Representam espaços com várias funções no meio urbano, quer naturais pela sua criação, quer sociais pela sua vocação.

Entre as suas funções naturais destacam-se:

- i) a estabilidade e estruturação biofísica do território, acautelando especialmente um eficaz escoamento das águas pluviais;
- ii) o conforto ambiental, desempenhando a vegetação um papel importante na protecção dos ventos, na regulação da temperatura e da humidade e no combate à poluição, pela sua acção filtrante e descontaminante da atmosfera;
- iii) o enriquecimento estético e diversificação da paisagem urbana, em movimento, forma, cor, sombra, valor psicológico de presença de elementos naturais.

Entre as suas funções sociais destacam-se:

- i) as culturais, pois representam um incentivo à apreensão e vivência dos objectos e dos conjuntos em que se organizam, sendo assim fundamentais para o equilíbrio e organização da cidade;
- ii) as de integração dos aglomerados urbanos na paisagem que os envolve, pois procuram ligar espaços diferenciados, atenuar as disparidades, amenizar os ambientes, através do contraste entre a suavidade, naturalidade e qualidade do material vivo inerente à vegetação e a natureza inerte e rígida da superfície construída;
- iii) as didácticas, pois permitem sobretudo aos habitantes que nasceram num aglomerado urbano ou que muito cedo foram para ali viver, mas também para a população urbana em geral, a observação e contemplação da vegetação e permitem a percepção de aspectos tais como: a sequência do ritmo das estações e de outros ciclos biológicos, o conhecimento da fauna e da flora espontâneas como também das cultivadas, e dá início ao conhecimento dos fenómenos e equilíbrios físicos e biológicos;
- iv) as de suporte da rede de percursos pedonais, constituindo outra importante função da vegetação, sobretudo nos percursos de maior amplitude (entre a habitação e o equipamento de utilização diária, comercial, escolar, de ar livre, transportes públicos e actividades) e entre os diversos equipamentos a um escalão mais elevado de utilização colectiva, devendo haver uma separação entre os percursos, sobretudo se a circulação de peões coincidir com a circulação automóvel, de forma a manter a segurança e a protecção contra o ruído e poluição.

Neste contexto, actuam favoravelmente no meio físico dos aglomerados e sobre a saúde física e mental dos seus habitantes, proporcionando bem-estar, pelo que constituem um equipamento social, tanto mais indispensável quanto mais urbanizadas forem as áreas onde se inserem. Esta necessidade surge da pressão social e cultural que impõem uma cada vez mais elevada qualidade ambiental, fazendo com que os espaços verdes sejam indispensáveis no espaço urbano e representem mesmo um movimento cultural de fusão das entidades cidade e campo (Fadigas, 1993).

## **2.2 Hortas Urbanas: Espaços Para o Desenvolvimento Sustentável**

Consoante o tipo de espaço verde urbano varia naturalmente a riqueza biológica. Entre os espaços que apresentam maiores valores de riqueza biológica encontram-se as hortas

urbanas, pois as 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).

As hortas urbanas para além de constituírem espaços verdes com elevada riqueza biológica e com várias funções benéficas para a cidade, representam também uma forma de praticar agricultura urbana [enquanto actividade de produção animal e vegetal exercida em meio urbano, visto como espaço abrangente que inclui áreas intersticiais não-construídas e superfícies periurbanas (Madaleno, 2000)].

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 mínima 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 m<sup>2</sup> e 300 m<sup>2</sup> (Magalhães, 1991; Arter, 2004; Newcom, 2004).

As hortas urbanas traduzem uma forma espontânea de utilizar os espaços enclaves/intersticiais das cidades, os quais representam paisagens residuais que são uma herança do passado que resistem a desaparecer, na lógica das forças de mercado, e que permitem:

- i) o auto-abastecimento;
- ii) a redução dos consumos energéticos;
- iii) o incremento da actividade económica ao gerar postos de trabalho;
- iv) a disponibilidade de produtos frescos e, se se tratar de agricultura biológica, de produtos sãos;
- v) o acesso directo a uma diversidade de alimentos ricos nutritivamente;
- vi) a provisão alimentar por longos períodos de tempo;
- vii) a reciclagem de resíduos orgânicos (através, por exemplo, da compostagem);
- viii) a integração social;
- ix) o fortalecimento da rede social pois permitem fácil acesso a produtos para oferecer e trocar com os amigos, os vizinhos e a família (Winklerprins, 2002);
- x) o recreio e o lazer, servindo para os momentos de descontração e como terapia anti-stress;

xi) a manutenção da herança cultural;

xii) a manutenção da agrobiodiversidade (Winklerprins, 2002) e a conservação da diversidade genética das variedades e raças (Peña, 2006).

Assim, além de constituírem um importante descongestionante ambiental, um complemento da renda familiar e uma relevante fonte de proteínas e vitaminas representam, sobretudo, um processo de aproveitamento mais adequado de recursos disponíveis nos espaços intersticiais dos ecossistemas urbanos, prosseguindo os desígnios da Conferência do Rio (1992), nomeadamente da Agenda 21, a qual considerava que deveriam ser desenvolvidas actividades económicas diversificadas em meio urbano a fim de minorar a pobreza e de promover o reequilíbrio ecológico dos assentamentos humanos. Neste sentido, as hortas urbanas, enquanto espaços de prática da actividade agrícola urbana, podem trazer inúmeros benefícios à cidade, entre os quais de destacam:

i) a produção de alimentos proporcionando o incremento da quantidade e da qualidade de alimentos disponíveis para auto-consumo;

ii) a reciclagem de resíduos através da utilização de resíduos orgânicos domésticos como composto para adubação e da reutilização de embalagens para semear e depois transplantar, diminuindo assim a sua acumulação;

iii) a utilização racional de espaços possibilitando o aproveitamento de espaços abandonados, degradados, baldios e incultos, evitando a acumulação de resíduos ou o crescimento de plantas infestantes, onde podem encontrar abrigo espécies animais que podem ser prejudiciais à saúde pública;

iv) a educação ambiental pois todas as pessoas, estando ou não envolvidas na produção e no consumo, passam a ter um maior conhecimento e sensibilidade sobre o ambiente, aumentando assim a consciência ambiental;

v) o desenvolvimento humano que, aliado à educação ambiental e ao recreio e lazer, proporciona também uma melhoria da qualidade de vida, prevenindo e combatendo o stress, além da formação de lideranças e de troca de experiências;

vi) a segurança alimentar através do controlo total de todas as fases de produção, diminuindo o risco de se consumirem alimentos contaminados. A segurança alimentar representa o acesso de todas as pessoas, independentemente da sua formação, raça, idade ou estrato social, a comida local, segura e nutritiva (Peña, 2006);

- vii) o desenvolvimento local pois valoriza a produção local de alimentos e de outras plantas úteis, como medicinais e ornamentais, fortalecendo a cultura popular local e criando oportunidades para o associativismo. As razões que levam os consumidores a preferirem os produtos produzidos localmente são (Lyson, 2004 *in* Peña, 2006): constituem uma reconhecida fonte de produtos biológicos e/ou frescos; possibilitam a participação comunitária; e representam uma oportunidade para sociabilizar (participação em festivais e eventos);
- viii) o recreio e lazer pois permitem usufruir de momentos de descontração e de convívio, desenvolvendo o espírito de grupo;
- ix) a farmácia caseira pois permite a prevenção e o combate a doenças através da utilização e aproveitamento de princípios medicinais;
- x) a formação de microclimas e a manutenção da biodiversidade através da prática de uma agricultura em modo de produção biológico que favoreça, entre outros aspectos, a conservação da biodiversidade, proporcione sombras, odores agradáveis e contribua também para a manutenção da humidade, tornando assim o ambiente mais agradável;
- xi) a infiltração de águas das chuvas e a diminuição da temperatura pois favorece a infiltração de água no solo, diminuindo o escoamento superficial de água e contribuindo para a diminuição da temperatura, devido ao aumento de áreas com vegetação e a respectiva diminuição de áreas construídas;
- xii) a protecção do solo pois ao favorecer a infiltração diminui o risco de erosão do solo;
- xiii) o valor estético atendendo a que a utilização racional do espaço aumenta o valor estético e valoriza inclusivamente as construções;
- xiv) a diminuição da pobreza através da produção de alimentos para auto-consumo ou consumo comunitário (em escolas, associações, etc.) e da receita de venda dos excedentes;
- xv) a renda pois possibilita a produção em escala comercial, especializada ou diversificada, tornando-se uma opção para a geração de renda, isto é, tornando-se outra fonte de rendimento;
- xvi) a integração social pois além de integrar pessoas marginalizadas socialmente, fá-lo também com população rural que chega à cidade e da população rural absorvida pelo crescimento da cidade para a periferia.

Segundo Pinto (2007), as hortas urbanas contemplam então 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;
- espaços de lazer e recreio para os momentos de descontração.

As hortas urbanas representam portanto um elemento fundamental a considerar no espaço urbano pois reúnem em si os três aspectos chave do desenvolvimento sustentável: a justiça social, o desenvolvimento económico equilibrado e a protecção ambiental. Neste sentido, considera-se que as hortas urbanas podem contribuir significativamente para o desenvolvimento sustentável de qualquer cidade.

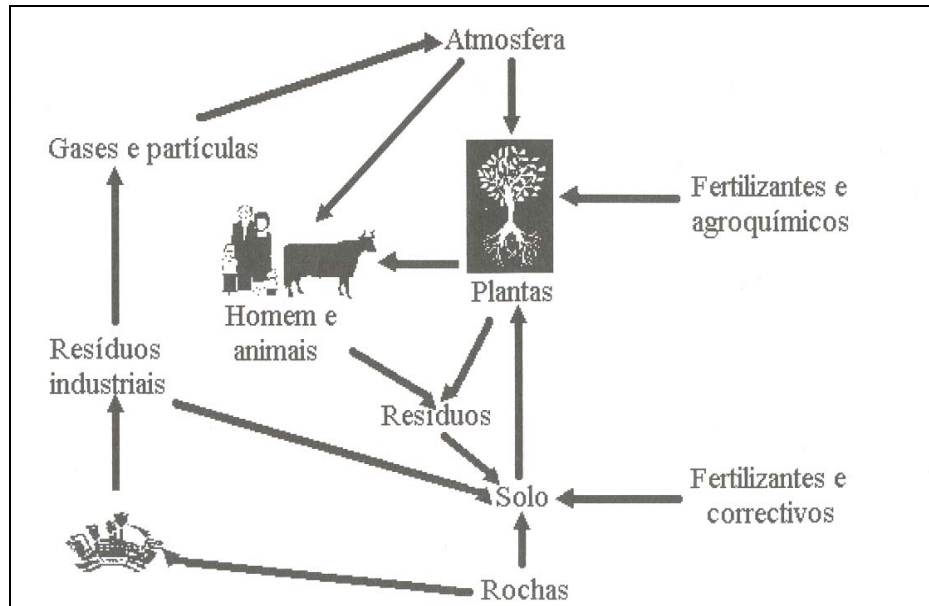
### **2.3 Hortas Urbanas: Problemas de Contaminação e Poluição**

Apesar dos vários benefícios e usos, as hortas urbanas podem conter alguns problemas 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  $5 \text{ g/cm}^3$  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. 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).

Os metais pesados são elementos químicos com uso generalizado actualmente e a sua perigosidade decorre de serem altamente tóxicos, não serem biodegradáveis e se acumularem nos organismos vivos. Constituem portanto uma das formas de contaminação mais preocupantes pois, uma vez emitidos, não se degradam, permanecem no ambiente durante centenas de anos, afectando as plantas, os solos, as águas e os animais, e são bioacumuláveis pois os organismos não são capazes de eliminá-los. Assim, os metais pesados passam dos ciclos geoquímicos para os ciclos biológicos seguindo-se a sua bioacumulação e consequente intoxicação. Os fluxos dos metais pesados através das várias esferas do ambiente (Varenes, 2003) estão representados na figura 1.



**Figura 1 – Ciclo Biogeoquímico dos Metais Pesados (Varenes, 2003)**

Os elementos são libertados devido à meteorização das rochas. A sua distribuição no solo depende da rocha-mãe que lhe deu origem e dos processos de pedogénese que ocorreram. Parte dos elementos chega ao solo através da aplicação de fertilizantes e correctivos, ou de resíduos industriais, animais ou vegetais. As plantas absorvem os

metais pesados presentes no solo, conforme o grau de translocação para a parte aérea, assim são mais ou menos transferidos para os animais que se alimentam directamente das plantas (herbívoros ou omnívoros). Devido a actividades industriais que incluem a extracção de minérios, as fundições e a combustão de energia fóssil, entre outras, os elementos são lançados na atmosfera na forma de gases e partículas e daí depositados nos solos e na água (Varenes, 2003).

O risco para a saúde pública decorrente da contaminação e poluição das hortas urbanas advém 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 & 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 & Marchi, 2007). Portanto, sendo esta exposição potencialmente maior em meio urbano, revela-se pertinente efectuar a avaliação ambiental das hortas urbanas, representando um modelo para identificar problemas de contaminação e poluição urbana.

### **3 METODOLOGIA**

A metodologia experimentada, e aqui descrita, procura efectuar a avaliação ambiental das hortas urbanas para verificar a qualidade ambiental desses espaços, atendendo à sua importância decorrente dos usos múltiplos, constituindo um modelo para identificar problemas de contaminação e poluição urbana.

Como área de estudo define-se o perímetro urbano de cidade que corresponde à cidade em estudo e inclui o centro histórico e as áreas envolventes mais intensamente urbanizadas. Considerando que existem aí potencialmente níveis mais elevados de contaminação e poluição, devem ser seleccionadas algumas hortas urbanas para pontos de amostragem. Como termos de referência devem ser seleccionadas, fora do perímetro urbano de cidade, em menor número, algumas hortas não urbanas onde existem potencialmente níveis mais baixos de contaminação e poluição. Em todas as hortas pontos de amostragem seleccionadas devem ser colhidas amostras de uma cultura agrícola e de solo. A selecção das hortas pontos de amostragem deve ser efectuada

tendo por base os seguintes critérios de escolha: dentro do perímetro urbano de cidade, em número máximo possível pois, estando situadas em pleno centro urbano, estão sujeitas a um ambiente potencialmente mais poluído, e o mais próximo possível de vias de tráfego motorizado; fora do perímetro urbano de cidade, em número máximo possível pois, estando numa situação mais afastada do centro urbano, em áreas essencialmente rurais, estão sujeitas a um ambiente potencialmente menos poluído, e o mais longe possível de vias de tráfego motorizado; dispersão o mais possível, quer dentro do perímetro urbano de cidade, quer fora deste, preferencialmente em freguesias diferentes; ausência de adubos, fertilizantes e pesticidas, químicos respectivamente.

Deve ser escolhida uma cultura agrícola que seja: muito consumida na dieta alimentar humana; de crescimento favorecido na época do ensaio; bioindicadora (ou seja, constituiu um organismo vivo cuja presença, comportamento ou estado fisiológico está estreitamente correlacionada com o meio onde cresceu e se desenvolveu, pelo que a sua observação dá indicações relativas à qualidade e características de um meio) dos elementos cuja concentração se pretende detectar. Deve ainda ser recolhido um número representativo de amostras da cultura agrícola por horta.

O solo deve ser escolhido único e exclusivamente o existente em cada horta. Deve ser recolhido um número representativo de amostras de solo por horta.

Como elementos cuja concentração se pretende detectar nas amostras da cultura agrícola e de solo devem ser seleccionados metais pesados por serem: associados a problemas de contaminação e toxicidade; bioacumuláveis pois os organismos não são capazes de eliminá-los; facilmente acumuláveis pela cultura agrícola escolhida; potencialmente emitidos com mais frequência pelas fontes emissoras da cidade; facilmente acumuláveis pelos solos.

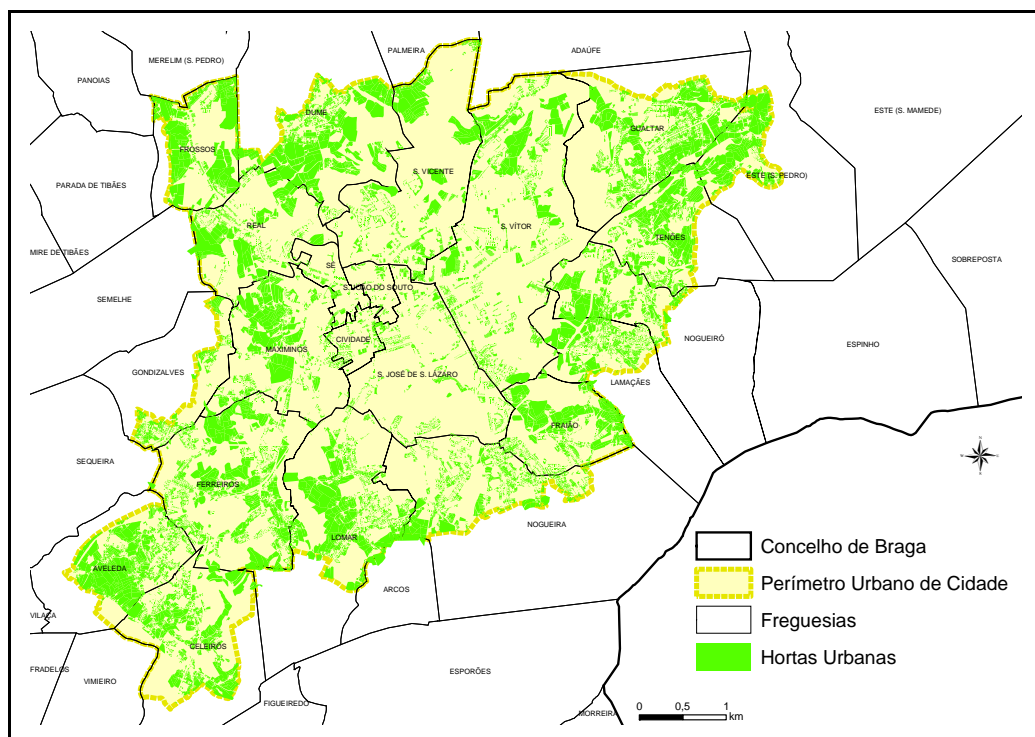
#### **4 CASO DE ESTUDO**

A metodologia foi aplicada a um caso de estudo para a 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. Neste caso, em que as hortas urbanas constituem, como refere Winklerprins (2002), vestígios das tradições rurais e meios de ligação entre o rural e o urbano. Refira-se que a metodologia pode ser utilizada noutras cidades com características semelhantes.



numa área de 32 km<sup>2</sup> deste perímetro, ou seja, 31% da área total, sendo a dimensão média desses espaços de 510 m<sup>2</sup>. Na figura 3 apresenta-se a distribuição das hortas urbanas no perímetro urbano de cidade de Braga (Pinto, 2007).

Refira-se que no 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 concentração 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.

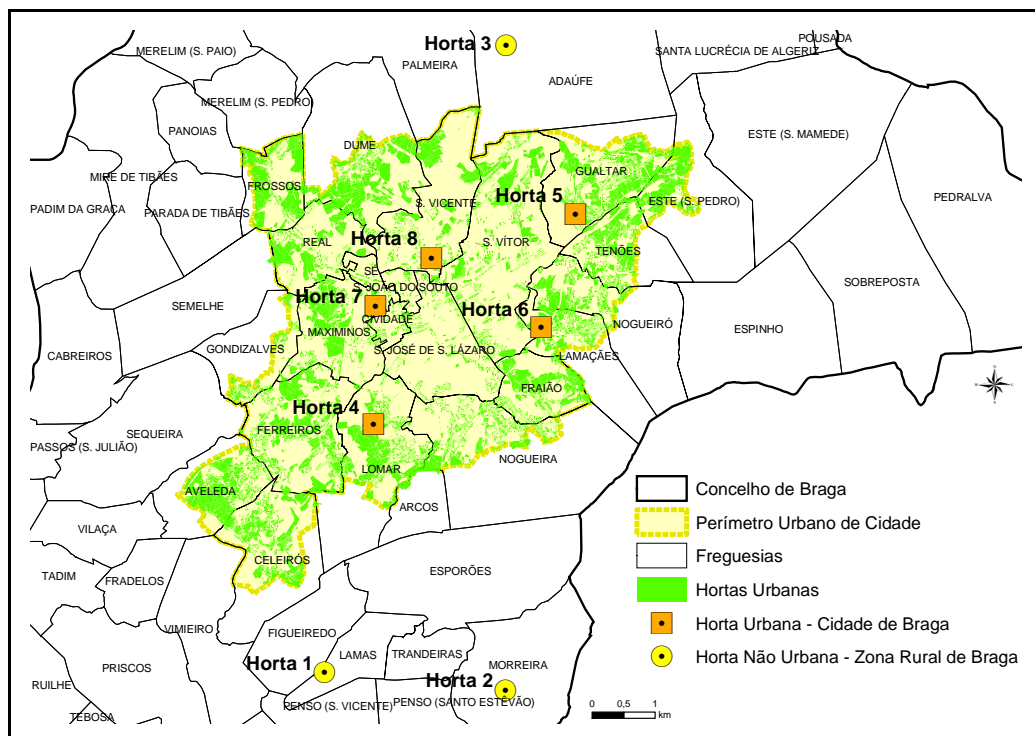


**Figura 3 – Distribuição das Hortas Urbanas no Perímetro Urbano de Cidade (Pinto, 2007)**

## 5 MATERIAIS E MÉTODOS

Seleccionaram-se oito diferentes hortas de Braga correspondentes a hortas pontos de amostragem. A selecção foi efectuada tendo em conta a localização, a proximidade/afastamento a vias de tráfego motorizado e a ausência de produtos químicos na produção agrícola. Assim, foram escolhidas cinco hortas urbanas dentro do perímetro urbano de cidade numa área de forte incidência viária e três hortas não urbanas fora daquele perímetro numa área de baixa incidência viária. Pode-se observar na figura 4 a distribuição das oito hortas pontos de amostragem seleccionadas.

A cultura agrícola seleccionada foi uma hortícola folhosa, mais precisamente a alface do tipo *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. É também uma espécie bioindicadora de metais pesados, sendo mesmo considerada a principal acumuladora dos metais pesados Cádmio, Chumbo e Zinco (Jinadasa *et al.*, 1999; Melo *et al.*, 2000; Dinardi *et al.*, 2003; Mantovani *et al.*, 2003; Nali *et al.*, 2004; Melo *et al.*, 2004; Jordão *et al.*, 2006). Constitui mesmo uma espécie biológica recomendada pela OCDE para testar a toxicidade do solo, pois acumula internamente altos níveis de metais devido à eficiente absorção das raízes e consequente translocação para as folhas (OCDE, 1984, *in* Peijnenburg, 2000). 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 quinze amostras de alfaces, já que na horta 4 apenas foi possível obter uma amostra de alface.



**Figura 4 – Distribuição das Hortas Pontos de Amostragem (Pinto, 2007)**

Os solos restringiram-se exclusivamente ao existente e, segundo o Plano Director Municipal de Braga (CMB, 1994), prevalecem os 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 Dístricos 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 oito amostras de solos.

Os metais pesados seleccionados para determinação das respectivas concentrações foram o Cádmio, o Chumbo e o Zinco por serem altamente tóxicos, bioacumuláveis pelo Homem, acumuláveis pela alface e pelo solo e emitidos potencialmente com mais frequência pelas fontes poluentes de Braga, nomeadamente: as indústrias de metalurgia, madeira, borracha, tintas, curtumes e têxteis; a construção civil; as estações de tratamento de águas residuais; os sistemas de esgotos fluviais; os aterros de resíduos industriais ou urbanos; as actividades agrícolas; o tráfego motorizado.

Os métodos analíticos utilizados nas amostras de alfaces e de solos foram 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, realizados no Laboratório de Espectrometria do Departamento de Ciências da Terra da Universidade do Minho (DCT – UM), Portugal.

## **6 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para a interpretação dos resultados analíticos das amostras de alfaces 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  $0,20 \text{ mg.kg}^{-1}$  e  $0,10 \text{ mg.kg}^{-1}$  respectivamente. Para o Zinco como não se encontraram teores máximos legislados utilizou-se a referência de Varennes (2003), segundo a qual os teores normais no de Zinco nas plantas variam entre  $25\text{-}150 \text{ mg.kg}^{-1}$ , tendo-se assumindo que a concentração limite deve ser  $150 \text{ mg.kg}^{-1}$ .

Para interpretação dos resultados analíticos das amostras de solos utilizaram-se como referência as concentrações limite de metais pesados, nomeadamente de Cádmio, Chumbo e Zinco, em solos ácidos ( $\text{pH} \leq 5$ ) fixadas em Portugal pela Portaria n.º 176/96, de 3 de Outubro, correspondendo a  $1 \text{ mg.kg}^{-1}$ ,  $50 \text{ mg.kg}^{-1}$  e  $150 \text{ mg.kg}^{-1}$  respectivamente.

Apresentam-se na tabela 1 os resultados analíticos da concentração ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) de Cádmio, Chumbo e Zinco e respectivas concentrações limite (CL –  $\text{mg.kg}^{-1}$ ) nas amostras de alfaces e de 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 (Pinto, 2007). 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.

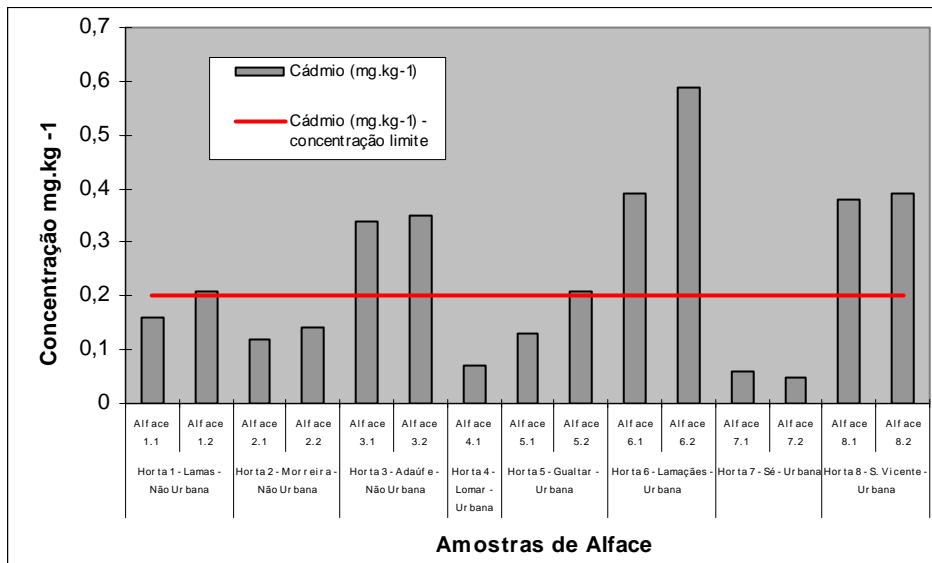
**Tabela 1 – Concentração de Cádmio, Chumbo e Zinco nas Amostras de Alfaces e de Solos (Pinto, 2007) e respectivas Concentrações Limite (CL -  $\text{mg.kg}^{-1}$ )**

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

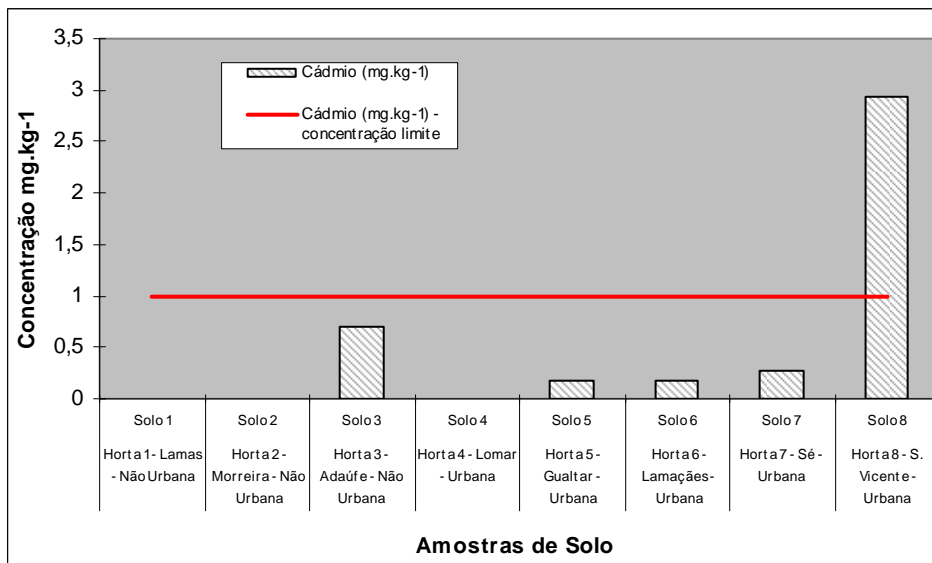
O Cádmio é o elemento que em menor número de vezes, e de forma menos significativa, a respectiva concentração limite foi ultrapassada. Apenas se inferiu a sua possível translocação na horta 8, pois as amostras de solos e de alfaces ultrapassaram largamente a concentração limite. Refira-se ainda que a 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), como se pode observar na figura 5, e apenas numa amostra de solo de uma horta urbana (Horta 8), como se pode observar na figura 6.



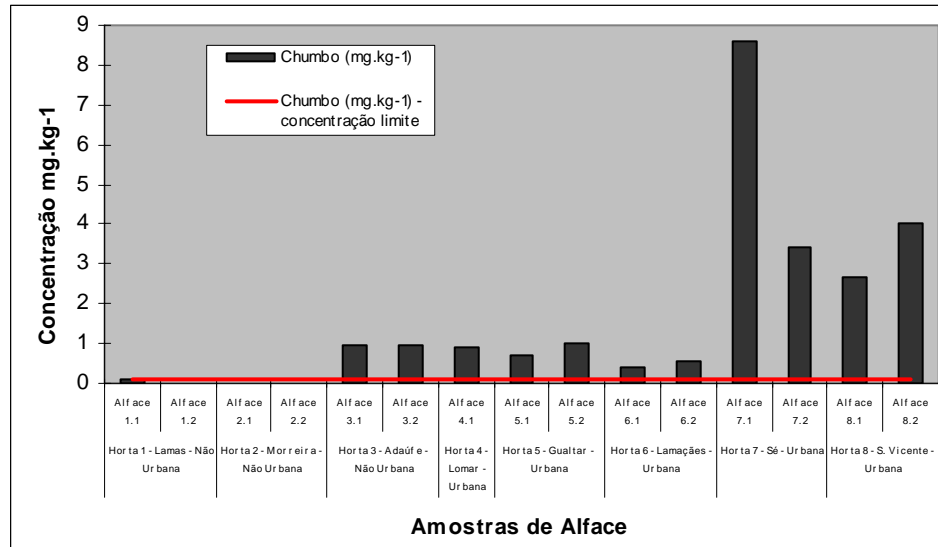
**Figura 5 – Concentração de Cádmi (Cd) em Amostras de Alface de Hortas Urbanas e Não Urbanas de Braga (Pinto, 2007)**



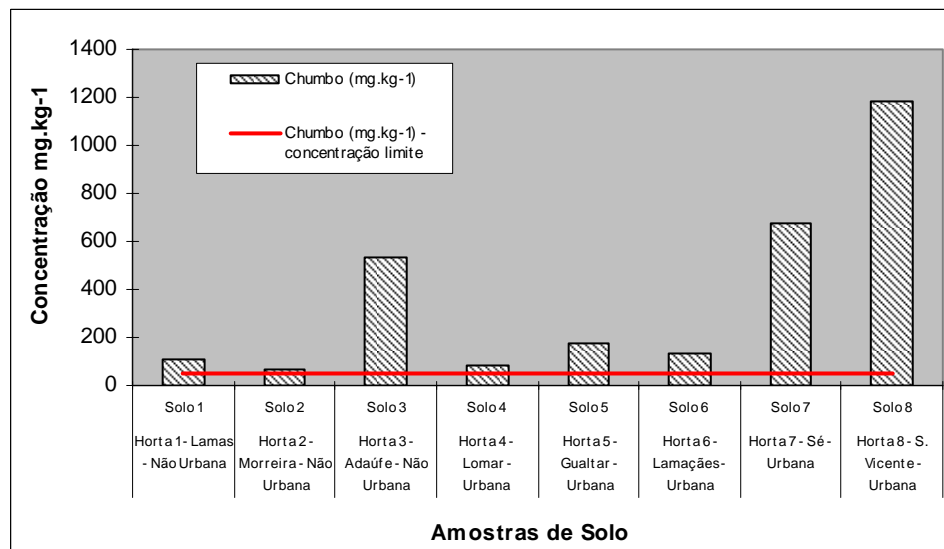
**Figura 6 – Concentração de Cádmi (Cd) em Amostras de Solo de Hortas Urbanas e Não Urbanas de Braga (Pinto, 2007)**

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 alfices. Destaca-se a sua presença acima da concentração limite em onze amostras de alfices, das quais duas amostras numa horta não urbana (Horta 3) e nove em cinco

hortas urbanas (Hortas 4, 5, 6, 7 e 8), como se pode observar na figura 7, e em todas as oito amostras de solos, como se pode observar na figura 8.



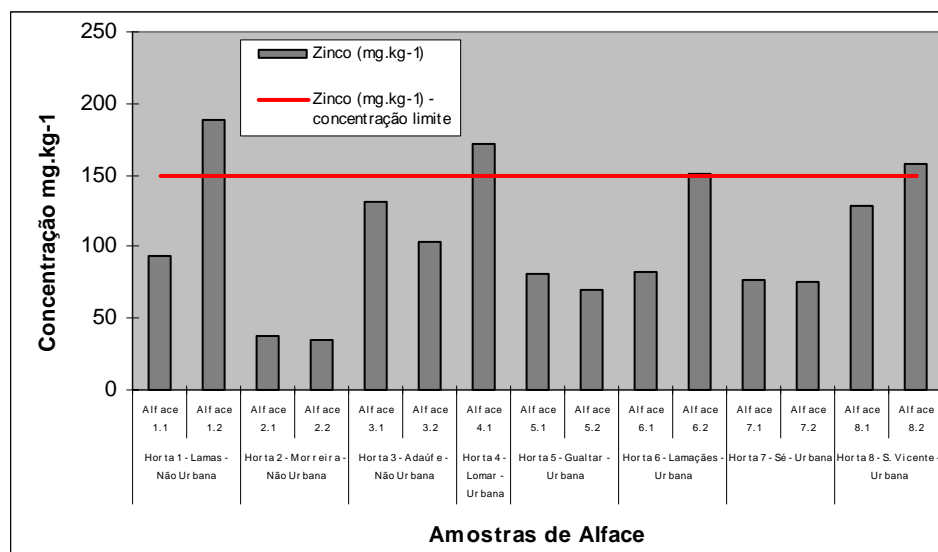
**Figura 7 – Concentração de Chumbo (Pb) em Amostras de Alface de Hortas Urbanas e Não Urbanas de Braga (Pinto, 2007)**



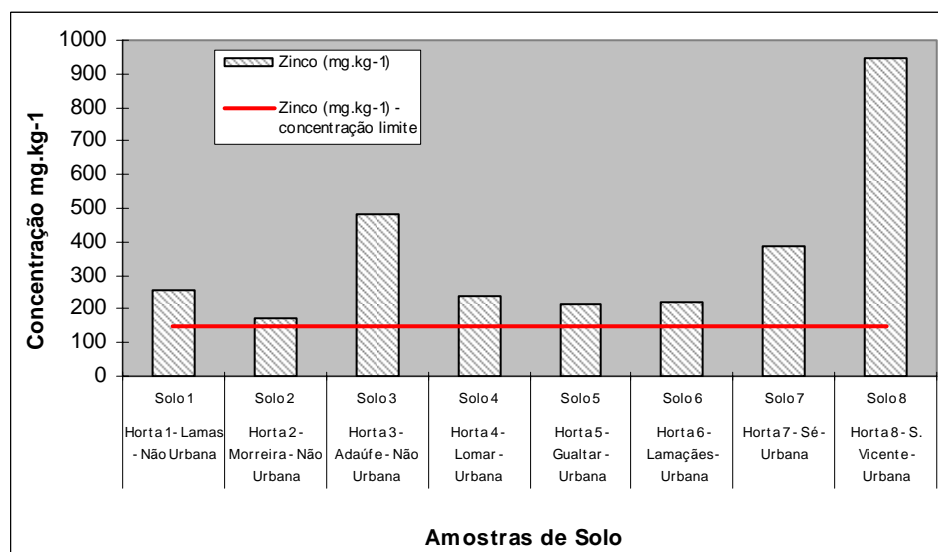
**Figura 8 – Concentração de Chumbo (Pb) em Amostras de Solo de Hortas Urbanas e Não Urbanas de Braga (Pinto, 2007)**

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 quatro amostras de alfaces, das quais uma numa horta não urbana (Horta 1) e três em três hortas urbanas (Hortas 4, 6 e 8), como se pode observar na figura 9, e em todas as oito amostras de solos, como se pode observar na figura 10.



**Figura 9 – Concentração de Zinco (Zn) em Amostras de Alface de Hortas Urbanas e Não Urbanas de Braga (Pinto, 2007)**



**Figura 10 – Concentração de Zinco (Zn) em Amostras de Solo de Hortas Urbanas e Não Urbanas de Braga (Pinto, 2007)**

Verificou-se que as cinco hortas dentro do perímetro urbano de cidade são mais afectadas pela presença, em concentrações acima do limite, dos metais pesados analisados, do que as três hortas fora do perímetro urbano de cidade. 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.

## **7 CONCLUSÃO**

As hortas urbanas representam espaços verdes e espaços de agricultura urbana com elevado valor ambiental, económico e social, e ocupam uma parte significativa da área urbana de Braga correspondendo a 31 % da área total do perímetro urbano de cidade, pelo que constituem espaços de grande importância para a cidade de Braga.

A avaliação ambiental das hortas pontos de amostragem permitiu identificar graves problemas não só de contaminação mas sobretudo de poluição urbana, 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 prevailecimento 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 dieta alimentar. Neste âmbito, pôde-se verificar que a alface tipo *Bola de Manteiga* de grande consumo na dieta alimentar dos habitantes de Braga acumula significativamente os metais pesados Cádmio, Chumbo e Zinco, podendo daí decorrer alguns problemas de toxicidade. Esta grande capacidade de acumulação de metais pesados pela alface foi também constatada por Haag & Minami (1988) e Costa (1994) *in* Dinardi *et al.* (2003), considerando-a mesmo a principal acumuladora de metais pesados. Intawongse & Dean (2006) demonstraram no seu estudo que o aumento de metais pesados nas plantas como a alface decorre do aumento dos níveis de contaminação do solo, confirmando a existência de translocação entre solo e a planta. Também Mantovani *et al.* (2003) e Jordão *et al.* (2006) verificaram que a alface absorve significativamente metais pesados em função do tipo de solo e da sua adubação com vermicomposto de resíduos urbanos e Nali *et al.* (2004) destacaram a importância de lavar as amostras frescas de alface para reduzir a presença de metais pesados nas partes comestíveis e demonstraram que as plantas constituem uma importante ferramenta para avaliar a dispersão de contaminantes atmosféricos em áreas urbanas. Para Dolan *et al.* (2006) *in* Akbar *et al.* (2006) o tráfego motorizado, destaca-se como a principal fonte de poluição devido ao grande volume de veículos motorizados em meio urbano, constituindo o cádmio, o chumbo e o zinco os maiores elementos poluentes dos ambientes contíguos às estradas, sendo libertados da queima do combustível, do desgaste dos componentes, da fuga de óleos e da corrosão das baterias e das partes metálicas tais como os radiadores. Hernández *et al.* (1987) no seu estudo verificaram que existe uma correlação positiva

entre a intensidade do tráfego motorizado e a concentração de chumbo, pelo que áreas com alta intensidade de tráfego têm altas concentrações de chumbo nas plantas. Percebe-se portanto que existe uma intensa dinâmica dos metais pesados no sistema de interrelações estabelecido entre o solo e a planta, decorrendo daí a fitotoxicidade da alface pois, como referem Dowdy & Larson (1975), Lorenzini (2002) e Pruvot *et al.* (2006) a entrada e acumulação de metais na parte comestível dos tecidos das plantas representa um caminho directo para a incorporação de metais na cadeia alimentar humana pelo que, sendo a alface um vegetal muito e frequentemente consumido na alimentação humana, pode traduzir-se em graves problemas de saúde pública tais como intoxicações e doenças crónicas.

Assim, verificou-se que a avaliação da viabilidade ambiental das hortas urbanas constitui um modelo adequado para identificar problemas de contaminação e poluição urbana, cujas causas e efeitos importa perceber para mitigar no sentido de melhorar a qualidade ambiental urbana.

Apresentam-se então algumas propostas no sentido de contribuir para a prevenção de problemas de contaminação e poluição através de acções não só dos decisores e gestores da administração local mas também da população em geral.

Deste modo, propõe-se a mudança nos padrões de produção e consumo da cidade, reduzindo os custos e os resíduos e fomentando a reutilização e o desenvolvimento de tecnologias urbanas sustentáveis, mediante acções tais como:

- i) estimular a produção local a pequena escala através da agricultura urbana;
- ii) incitar uma alimentação variada e com consumo menos frequente dos mesmos produtos agrícolas;
- iii) lavar e descascar cuidadosamente os produtos agrícolas antes de consumir. Hamel *et al.* (2004) recomendam mesmo que não devem ser comidas as folhas mais velhas e exteriores dos vegetais, particularmente nos vegetais folhosos como a alface;
- iv) incentivar, através de campanhas informativas, adesão ao modo de produção biológico;
- v) promover o interesse, através de campanhas de sensibilização, pela segurança alimentar e biológica;
- vi) estimular o consumo de produtos biológicos;
- vii) estabelecer padrões de qualidade elevados e introduzir selos de garantia para os produtos da agricultura urbana;

- viii) reciclagem dos resíduos orgânicos através da compostagem;
- ix) promover a utilização de veículos não poluentes;
- x) desenvolver acções e actividades de educação ambiental: formação – curso de biohorta, curso de horta-jardim, curso de jardinagem bio, curso de agricultura biológica, curso de compostagem; workshops, feiras, campos de demonstração sobre agricultura urbana e agricultura biológica; produção de livros e materiais audio-visuais; etc;
- xi) integração da agricultura urbana no plano de acção de implementação da Agenda 21 Local.

Propõe-se também a estimulação a aplicação de instrumentos económicos na gestão dos recursos naturais visando assegurar a sustentabilidade urbana em patamares compatíveis com os objectivos do desenvolvimento do país, mediante acções tais como:

- i) agregar valor aos produtos de agricultura urbana;
- ii) atribuir microcréditos, subsídios ou isenções tributárias como estímulo para a prática da agricultura urbana;
- iii) criar sistemas de comercialização dos produtos e de acessos às matérias-primas em meio urbano;
- iv) atribuição de incentivos às lojas que vendam produtos de agricultura urbana e biológica;
- v) estimulação de um sistema de transportes multi-modal integrado que promova modos de transporte complementares.

Apresentam-se ainda algumas propostas no sentido de contribuir para a *mitigação* de problemas de contaminação e poluição através de acções não só dos decisores e gestores da administração local mas também da população em geral.

Deste modo, propõe-se a regulação do uso e da ocupação do solo urbano e o ordenamento do território, contribuindo para a melhoria das condições de vida da população, através da promoção da equidade, eficiência e qualidade ambiental, mediante acções tais como:

- i) indicação no PDM das áreas onde a agricultura urbana é permitida ou não e onde há algum tipo de contaminação;
- ii) monitorização sistemática da qualidade das plantas, do solo e da água, através da realização de análises;
- iii) identificação do tipo de culturas consumidas na dieta alimentar humana mais susceptíveis à contaminação e respectiva substituição;

- iv) recomendação de distância mínima entre solos para uso agrícola e estradas com intenso tráfego rodoviário. Grace (2004) recomenda que as actividades de agricultura urbana junto a estradas distem pelo menos 30 metros das bermas das estradas;
- v) não produção na proximidade de estradas intenso tráfego rodoviário das culturas consumidas na dieta alimentar humana mais susceptíveis à contaminação;
- vi) uso de cercas ou sebes vivas que reduzam a contaminação;
- vii) introdução de solo e composto limpos importado de locais não contaminados;
- viii) utilização de coberturas de plástico que reduzam a deposição atmosférica;
- ix) fitorremediação, ou seja, utilização de plantas para a remoção de metais do solo;
- x) tratamento do solo para imobilizar os metais pesados, através da manutenção do pH a níveis que reduzam a disponibilidade de metais para as plantas;
- xi) praticar métodos de produção protegida, tais como a utilização de estufas, a produção dentro de casa, a produção hidropónica, entre outros (Community Food Security Coalition, 2003);
- xii) medidas restritivas da circulação automóvel em áreas urbanas;
- xiii) inclusão de percursos de mobilidade saudável no PDM;
- xiv) definição da *estrutura ecológica urbana* (...) assegurando a presença de espaços com diferentes características e dimensões que possam ser utilizados de um modo múltiplo e flexível (Magalhães *et al.*, 2007);
- xv) criação de espaços verdes de usos mistos (hortas urbanas com jardim ou jardins com produtos agrícolas);
- xvi) criação de hortas urbanas individuais, comunitárias, pedagógicas ou de outro tipo;
- xvii) transformação de espaços abandonados, degradados, baldios e incultos da cidade em hortas urbanas;
- xviii) disponibilização de terrenos pela câmara municipal para hortas urbanas sob arrendamento.

Propõe-se também a promoção do desenvolvimento institucional e o fortalecimento da capacidade de planeamento e gestão urbanística da cidade incorporando a agricultura urbana e a respectiva dimensão ambiental e assegurando a efectiva participação pública, mediante acções tais como:



- i) aumentar a consciência social e ecológica especialmente nos administradores locais, fornecendo-lhes dados confiáveis e exemplos positivos de agricultura urbana;
- ii) despertar a compreensão sobre as numerosas vantagens e capacidades associadas à agricultura urbana;
- iii) criar um departamento urbano sobre agricultura urbana;
- iv) seleccionar uma entidade para ser a referência local e definir um grupo de trabalho intersectorial;
- v) estimular o intercâmbio de documentação e de experiências não só ao nível local, mas também regional e nacional;
- vi) acções de formação sobre os distintos aspectos que envolvem a agricultura urbana;
- vii) estimular ainda mais o desenvolvimento social dentro das comunidades através da agricultura urbana;
- viii) incluir a agricultura urbana em todas as políticas urbanas: política de uso do solo, política de segurança alimentar, política de saúde, política ambiental, política de desenvolvimento social, entre outras;
- ix) programas de conservação que subsidiem os produtores agrícolas que utilizem técnicas ambientalmente sustentáveis;
- x) campanhas de dissuasão do uso de produtos químicos nos espaços verdes urbanos e nos espaços de agricultura urbana, conduzidas por profissionais de saúde pública.

A concretização das acções propostas deve ser devidamente ajustada às características e necessidades e deve partir de uma vontade e atitude pró-activa dos decisores e gestores da administração local e da população em geral pois, em conjunto ou individualmente, estarão a contribuir para aumentar a viabilidade ambiental das hortas urbanas e assim melhorar a qualidade ambiental urbana indispensável ao desenvolvimento sustentável da cidade.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem: aos proprietários das 8 hortas pontos de amostragem, que colaboraram ao longo de três meses, sem a confiança e a ajuda dos quais não teria sido possível concretizar este estudo; à Câmara Municipal de Braga, por ter facultado

informação essencial; à Universidade do Minho, nomeadamente aos Departamentos de Engenharia Civil e Ciências da Terra pelos recursos financeiros e laboratoriais.

## **REFERÊNCIAS**

- Akbar, K. F., Hale, W. H. G., Headley, A. D. & Athar, M. (2006). Heavy Metal Contamination of Roadside Soils of Northern England, *Soil and Water Research*, 1 (4), 158-163.
- Amado, M. P. (2005). *Planeamento Urbano Sustentável*, Caleidoscópio, Casal de Cambra.
- Arter, E. (2004). *Guia Prático de Horticultura*, Editorial Presença, Lisboa.
- Buckingham-Hatfield, S. & 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.
- Câmara Municipal de Braga (CMB) (1994). *Plano Director Municipal (PDM)*.
- Câmara Municipal de Braga (CMB) (2001). *Plano Director Municipal (PDM)*.
- Carta das Cidades Europeias para a Sustentabilidade (1994). *Carta de Aalborg*, Conferência Europeia sobre Cidades Sustentáveis, Aalborg, Dinamarca.
- Censos da População (2001). Instituto Nacional de Estatística (INE).
- Community Food Security Coalition (2003). *Urban Agriculture and Community Food Security in the United States: Farming from the City Center to the Urban Fringe*, North American Urban Agriculture Committee, California. (Disponível em: <http://www.foodsecurity.org/PrimerCFSCUAC.pdf>).
- Costa, C. A. (1994). *Crescimento e Teores de Na e Metais Pesados da Alface e da Cenoura Adubada com Composto Orgânico de Lixo Urbano*, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.
- Dinardi, A. L., Formagi, V. M., Coneglian, C. M. R., Brito, N. N., Sobrinho, G. D., Tonso, S. & Pelegrini, R. (2003). *Fitorremediação*, III Fórum de Estudos Contábeis, São Paulo.
- Dolan, L. M. J., Van Bohemen, H., Whelan, P., Akbar, K. F., O'Malley, V., O'Leary, G. & Keizer, P. J. (2006). Towards the Sustainable Development of Modern Road Ecosystem, Davenport J., Davenport J. L. (eds), *The Ecology of Transportation: Managing Mobility for the Environment*, Springer Netherlands, 275-331.

- Dowdy, R. H., & Larson, W. E. (1975). The Availability of Sludge-Borne Metals to Various Vegetable Crops, *Journal Environmental*, V. 4 (2), 278-283.
- 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.
- DGOTDU – Direcção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano (2000). Vocabulário do Ordenamento do Território, Coleção Informação, 5.
- Fadigas, L. S. (1993). A Natureza na Cidade Uma Perspectiva para a sua Integração no Tecido Urbano, Universidade Técnica de Lisboa, Faculdade de Arquitectura, Lisboa.
- Grace, N. (2004). Assessement of Heavy Metal Contamination of Food Crops and Vegetables from Motor Vehicle Emissions in Kampala City, Departamento of Botany, Makerere University, Kampala.
- Guilherme, L. R. G. & Marchi, G. (2007). Os Metais Pesados no Solo, *DBO Agrotecnologia*, Minas Gerais, 20-21.
- Haag, H. P. & Minami, K. (1988). Nutrição Mineral de Hortaliças – Requerimento de Nutrientes pela Cultura da Beterraba, 2.<sup>a</sup> Edição, Fundação Cargill, Campinas.
- Hamel, S., Heckman, J. & Murphy, S. (2004). Lead Contaminated Soil: Minimizing Health Risks, Rutgers Cooperative Research & Extension, NJAES, Rutgers, The State University of New Jersey, New Jersey.
- Hernández, L. M., Rico, M. C., González, M. J., & Hernán, M. A. (1987). Environmental Contamination by Lead and Cadmium in Plants from Urban Area of Madrid, Spain, *Bulletin of Environmental Toxicology*, 38, 203-208.
- Intawongse, M. & Dean, J. R. (2006). Uptake of Heavy Metals by Vegetable Plants Grown on Contaminated Soil and Their Bioavailability in the Human Gastrointestinal Tract, *Food Additives and Contaminants*, V. 23 (1), 36-48.
- Jinadasa, N., Milham, P., Hawkins, C., Cornish, P., Williams, P., Kaldor, C. & Conroy, J. (1999). Cadmium Levels in Soils and Vegetables of the Greater Sydney Region, Austrália, Rural Industries Research and Development Corporation.
- Jordão, C. P., Fialho, L. L., Cecon, P. R., Matos, A. T., Neves, J. C. L., Mendonça, E. S. & 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, V. 19, United Kingdom.
- Lorenzini, G. (2002). Trace Elements in Vegetables Grown in Area Exposed to the Emissions of Geothermal Power Plants, Fresenius Environmental Bulletin, V. 11 (3), 137-142.
- Lyson, T. (2004). Civic Agriculture: Reconnecting Farm, Food, and Community. Medford, Massachusetts.
- 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.
- Magalhães, M. R., Abreu, M. M., Lousã, M. & 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. & Braz, L. T. (2003). Calagem e adubação com Vermicomposto de Lixo Urbano na Produção e nos Teores de Metais Pesados em Alface, Revista de Horticultura Brasileira, V. 21 (3), 494-500.
- Melo, W. J., Marques, M. O., Melo, V. P. & Cintra, A. A. D. (2000). Uso de Resíduos em Hortaliças e Impacte Ambiental, Revista de Horticultura Brasileira, V. 18, 67-82.
- Melo, G. M. P., Melo, V. P. & Melo, W. J. (2004). Metais Pesados no Ambiente Decorrente da Aplicação de Lodo de Esgoto em Solo Agrícola, UNESP, São Paulo.
- Musarella, P. & Jacquemart, P. (1994). Alimentação Poluição e Habitat Vencer as Doenças do Nosso Meio Ambiente, Instituto Piaget, Lisboa.
- Nali, C., Crocicchi, L. & 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.

- Natividade, P. (2002). *Remediação dos Solos Abordagem Geral e Apresentação de Estudo de Caso*, Universidade Fernando Pessoa, Monografia de Licenciatura em Engenharia do Ambiente, 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. & Van Veen, R. (2000). Quantification of Metal Bioavailability for Lettuce (*Lactuca sativa* L.) in Field Soils, *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 39, 420-430.
- Peña, D. (2006). *Farmers Feeding Families: Agroecology in South Central Los Angeles*, National Association for Chicana and Chicano Studies, Washington State University, Pullman, Washington.
- Pinto, R. (2007). *Hortas Urbanas: Espaços para o Desenvolvimento Sustentável de Braga*, Dissertação de Mestrado em Engenharia Municipal, Departamento de Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga.
- Pruvot, C., Douay, F., Hervé, F. & Waterlot C. (2006). Heavy Metals in Soil, Crops and Grass as a Source of Humam Exposure in the Former Mining Áreas, *Journal of Soils and Sediments*, 6 (4), 215-220.
- Varenes, A. (2003). *Produtividade dos Solos e Ambiente*, Escolar Editora, Lisboa.
- Winklerprins, A. M. G. A. (2002). House-lot Grardens in Santarém, Pará, Brazil: Linking rural with urban, *Urban Ecosystems*, 6, 43-65.