

Novembro e Dezembro de 1999

**VOL. XLVI** | **Nº 268**

**Viçosa – Minas Gerais**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**

---

**HORTALIÇAS CULTIVADAS COM COMPOSTO  
ORGÂNICO DE LIXO URBANO NÃO  
APRESENTAM CONTAMINAÇÃO COM METAIS  
PESADOS<sup>1</sup>**

Josanidia Santana Lima<sup>2</sup>

Jaim Lichtig<sup>3</sup>

Elisabeth de Oliveira<sup>3</sup>

João Roberto Ferreira Menk<sup>4</sup>

**1. INTRODUÇÃO**

Na cidade de São Paulo, o composto orgânico produzido a partir de lixo urbano, nas usinas de compostagem, é largamente utilizado por agricultores como corretivo orgânico do solo e, ou, fertilizante. Em levantamentos organizados pela Divisão Técnica de Compostagem (LIMPURB), da Secretaria de Serviços e Obras da Prefeitura do município de São Paulo, constam relatos de agricultores sobre as vantagens da utilização do composto vendido pelas duas usinas de compostagem (Vila Leopoldina e São Matheus). Aumento do rendimento, melhoria da estrutura do solo e redução da ocorrência de pragas são algumas delas.

---

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 16.10.1997. Órgão financiador: CNPq, através de bolsa de recém-doutor.

<sup>2</sup> Dep. de Botânica, Instituto de Biologia/UFBA, Campus de Ondina 40170-290, Salvador, BA (joslima@ufba.br).

<sup>3</sup> Instituto de Química/USP. 05508-900 São Paulo, SP.

<sup>4</sup> Instituto Agrônomo de Campinas, Cx. P. 28. L3001-970 Campinas, SP.

Porém, os agricultores aplicam o composto, na maioria das vezes, ainda cru, diretamente ao solo. Em alguns casos, a quantidade de composto aplicada chega a ser dez vezes maior que a quantidade recomendada. Essa prática, a longo prazo, sobrecarregará o solo, trazendo conseqüências que certamente podem ser evitadas.

Uma estimativa da quantidade de metais lançada ao meio ambiente pela deposição dos produtos finais dos tratamentos de lixo revelou valores significativos, que podem representar considerável contaminação ambiental (6). Entretanto, BERTON e VALADARES (2) afirmam que apenas o zinco, o ferro e o cobre podem apresentar-se com alguma expressão, mas, ainda assim, em quantidades que não restringiriam o uso agrícola do composto. Na Europa, a utilização de composto em solos agrícolas foi responsável pela elevação da concentração de metais pesados no solo. Esses metais, como Cd, Pb e Cr, quando presentes no composto, poderão contaminar o solo, a água, a planta e outros seres vivos, atingindo o homem, através da cadeia alimentar.

O objetivo do presente trabalho foi diagnosticar a transferência de metais pesados do composto orgânico, proveniente do lixo urbano coletado no município de São Paulo, para solos agrícolas e hortaliças, procurando avaliar o grau de contaminação a que o consumidor de hortaliças estaria exposto. No presente trabalho, o solo teve algumas das suas características determinadas, como pH, teor de matéria orgânica, CTC e a concentração dos metais Fe, Ni, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Pb e Zn. Os metais Fe, Ni, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Pb, Zn, Mo, Ti e Va foram analisados nas seguintes hortaliças: alface (*Lactuca sativa*), couve (*Brassica oleracea*) e brócolos (*Brassica oleracea*).

O estudo foi desenvolvido em duas hortas, a "Área A", situada no município de Mairiporã-SP (23° 18' S e 46° 40' WG), onde há cerca de quatro anos é utilizado o composto, segundo informações do proprietário. A segunda horta, denominada "Área B", está situada no município de Caieiras-SP (23° 22' S e 46° 44' 30' WG), onde, segundo o proprietário, o composto é utilizado há cerca de 16 anos.

## 2. MATERIAL E MÉTODO

### 2.1 Solos

As amostras coletadas foram preparadas e analisadas nos laboratórios do Dep. de Pedologia do Instituto Agronômico de Campinas e do Dep. de Química Analítica da Universidade de São Paulo.

#### a) Amostragem

Na área A foram estabelecidos três pontos de coleta na horta, denominados A11, A12 e A13. Nesses pontos, o solo foi coletado com

trado em duas profundidades: de 0 a 30 cm e de 30 a 50 cm. Como referência de comparação, utilizaram-se dois locais sem composto, denominados: ponto AR1, Podzólico Vermelho-amarelo Câmbico A proeminente, observado em barranco próximo dos pontos A11 e A12, com coleta nas profundidades de 0 a 20, 20 a 40 e 40 a 70 cm; e ponto AR2, Cambissolo A proeminente, próximo do ponto A13, com coleta sob floresta nas profundidades de 0 a 20, 20 a 40 e 40 a 70 cm.

Na horta da área B foram estabelecidos dois pontos de coleta, denominados B11 e B12. Nesses pontos, o solo foi coletado com trado nas profundidades de 0 a 15, 15 a 30, 30 a 50 e 50 a 65 cm. Como referência de comparação coletou-se solo em dois locais sem composto: pontos BR1 e BR2 (Podzólico Vermelho-amarelo Câmbico A proeminente) em área de eucalipto antiga, vizinha aos pontos B11 e B12, com coleta nas profundidades de 0 a 20, 25 a 40 e 45 a 65 cm.

### *b) Análise Laboratorial*

Nas amostras de solo secas ao ar (< 2 mm) foram determinados o pH em água e KCl. O teor de carbono orgânico (C) foi determinado segundo metodologia de CAMARGO e MONIZ (3). Para se determinar os elementos Fe, Ni, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Pb e Zn, o solo foi solubilizado por meio de um forno de microondas sistema fechado, marca SPEX CDS 7000. Pesou-se 0,5 g do solo adicionando-se 10 ml de HNO<sub>3</sub> concentrado, permanecendo 15 minutos no forno, conforme determina o método EPA 3051, que consta no manual do equipamento. O filtrado foi analisado utilizando-se o espectrômetro de emissão atômica de plasma seqüencial Spectroflame. Os resultados foram expressos em mg/kg, com exceção do Fe, que foi expresso em g/kg.

### *2.2. Vegetal*

A couve, a alface e os brócolos foram coletados, em fase de consumo, nas duas hortas estudadas. Esses vegetais foram encaminhados para o laboratório em sacos plásticos, lavados com água destilada, secos na estufa por 24 h a 60 °C e moídos no moinho de ágata. A solubilização das amostras, cinco para cada vegetal, e com duas réplicas cada amostra, foi feita, pesando-se 0,4 g do material vegetal, adicionando-se 0,5 ml de HNO<sub>3</sub> e 1 ml de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Esse material permaneceu 60 minutos no forno de microondas, sistema fechado, conforme metodologia descrita por VALLILO e OLIVEIRA (21).

O filtrado foi analisado, utilizando-se o espectrômetro de emissão atômica de plasma seqüencial Spectroflame. Foram analisados os metais Fe, Cd, Co, Mn, Zn, Ni, Cr, Cu, Mo, Ti e Va e Pb. Os resultados foram

expressos em mg/kg, com exceção do Fe, expresso em g/kg. As avaliações estatísticas foram feitas com o programa SPSS-PC.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Solos

Os Quadros 1 e 2 mostram os resultados de pH, matéria orgânica, CTC e dos metais pesados encontrados nas áreas A e B, respectivamente.

A concentração de ferro encontrada em ambas as hortas pesquisadas mostra-se proporcional àquela encontrada nas amostras do solo controle. Por isso, não se pode discutir sobre acúmulo de Fe devido à utilização de composto orgânico, que, segundo BERTON e VALADARES (2), poderia ser responsável por uma entrada de 18,6 g/kg.

As concentrações de níquel encontradas nos solos, tanto dos pontos referência quanto das hortas, em ambas as áreas pesquisadas, encontram-se dentro da faixa de ocorrência em solos naturais, que, conforme o Quadro 3, varia entre 5,0 e 50,0 mg/kg (4, 16, 17). Não é perceptível nenhuma alteração no teor de Ni das hortas em relação às amostras referência, principalmente ao se considerar que a área B vem recebendo o composto há 16 anos. Segundo BERTON e VALADARES (2), a entrada de Ni por meio do composto pode atingir 58,0 mg/kg.

Os Quadros 1 e 2 também mostram que até mesmo nos controles foram encontradas concentrações elevadas de cádmio, já em grau de contaminação. Acompanhando o mesmo comportamento do Cu, a concentração do Cd na área A é crescente do ponto A13 para o ponto A11, e na área B, o ponto B12 apresenta concentrações mais elevadas na superfície. A concentração de Cd nos solos estudados é um indicador de contaminação pelo uso de fertilizantes químicos e talvez até mesmo pela poluição do ar, uma vez que as hortas estão localizadas na Grande São Paulo. Apesar de os proprietários das hortas terem informado que não utilizavam fertilizantes químicos, AMARAL *et al.* (1) relatam que fertilizantes fosfatados podem ser responsáveis por uma entrada no solo de até 170,0 mg Cd/kg, enquanto o composto orgânico, segundo BERTON e VALADARES (2), pode conter no máximo 0,4 mg Cd/kg. Solos não-poluídos geralmente apresentam uma concentração de Cd inferior a 0,5 mg/kg (17), entretanto, dependendo da origem geológica do solo, esse valor pode atingir até mais que 3,0 mg/kg. KOCH e ELSTNER (11) e MENGEL (16) consideram 3,0 mg Cd/kg o valor limite para solos não-contaminados. No Japão, nas regiões onde ocorreu a doença Itai-Itai, provocada pelo excesso de Cd, foram encontrados até 53,0 mg Cd/kg em solo de plantação de arroz (20). Segundo KOCH e ELSTNER (11), já foram encontrados até 200,0 mg Cd/kg em solo contaminado.

**QUADRO 1 – Valores de pH (H<sub>2</sub>O/KCl), matéria orgânica (MO), capacidade de troca catiônica (CTC), Co, Cr, Cu, Mn, Pb e Zn encontrados nas amostras de solo da Área A, em tratamento orgânico há quatro anos.**

PONTO	Prof. cm	pH H <sub>2</sub> O/HCl	MO	CTC	mg/kg						
					Fe	Ni	Cd	Co	Cr	Cu	Mn
A11	00-30	6,8/6,4	9,7	10,4	49,3	5,9	14,2	7	44	53,2	152
	30-50	4,6/3,9	2,8	10,1	65,1	...	13,7	3,5	50	11,5	50,7
A12	00-30	6,9/5,9	4,7	9,8	45,7	...	6,9	3,1	37,1	23,3	59
	30-50	5,8/4,6	1,2	5,3	45,6	...	8,5	...	29,2	1,2	17,6
A13	00-30	5,3/4,6	5,6	10,8	41,6	3,9	5,3	2,2	20,3	7,3	27,9
	30-50	4,2/3,9	1,4	8,2	50	...	5,9	...	21,4	6,6	27
	20-40	4,6/3,9	2,2	6,6	70,9	3,3	10	4,4	71	13,2	34
AR1	00-20	4,3/3,8	5	13	62,6	2,9	10	2,7	44,9	13,8	40
	40-70	4,6/3,9	1,4	4,7	52,4	2,9	12,1	3,5	53,4	17,1	42,7
AR2	00-20	4,5/3,7	5	11,4	46	...	5,3	1,3	27,4	1,2	10
	20-40	4,5/3,8	2,2	7,1	48,7	...	6,9	2,2	30,6	2,8	27,9
	40-70	4,5/3,8	1,4	4,5	57,2	2,3	6,9	4,9	38,4	4,7	12,2

**QUADRO 2 – Valores de pH (H<sub>2</sub>O/KCl), matéria orgânica (MO), capacidade de troca catiônica (CTC), Fe, Ni, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Pb e Zn encontrados nas amostras de solo da Área B, em tratamento com composto orgânico há dezesseis anos.**

PONTO	Prof. cm	PH H <sub>2</sub> O/HCl	MO	CTC	mg/kg										
					Fe	Ni	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Pb	Zn		
B11	00-15	7,2/6,6	4,5	9,8	52,4	5,3	10	4,9	57	46	116	11,4	81		
	15-30	7,2/6,5	5	9,7	50,9	4,9	11,6	6,6	34,3	51	121,8	35,6	81,6		
	30-50	7,4/6,6	0,9	9,7	47,6	...	8	4	32,4	3,9	27,9	...	...		
	50-65	7,2/6,4	0,9	4,4	58,4	...	10	3,5	35,4	5,1	34,9	25,9	...		
B12	00-15	7,1/6,3	5,7	10,5	52,8	3,9	15,2	8,3	87,7	58	121,7	55,7	92,9		
	15-30	7,5/6,6	4	8,7	51,9	6,3	10	4,9	36,5	39,4	89,6	43,4	103,9		
	30-50	7,4/6,5	1,2	5,5	45,8	3,3	9,5	4,9	33,5	14,3	31	24,2	...		
	50-65	7,2/6,3	0,9	4,6	61,8	...	5,3	4	24,5	5,3	22,4	15,4	...		
BR1	00-20	4,7/3,8	4,3	9,3	59,4	...	6,9	3,5	42,2	...	24,4	37,2	...		
	25-40	4,6/4,0	2,2	5,9	60,6	...	11,6	1,3	41,2	4,4	22,6	11,5	...		
	45-65	5,1/4,3	1,6	3,2	74,1	1,3	13,7	4,9	...	4,9	28,3	14,2	...		
BR2	00-20	4,6/3,8	3,8	11,4	56,2	...	8	...	40,1	1,7	22,3	...	...		
	25-40	4,4/4,0	1,6	7,1	53,6	...	10	...	33,2	0,8	25,8	...	...		
	40-65	4,8/4,1	1,4	...	66,1	...	14,2	...	52,8	...	23,9	6,4	...		

O Quadro 2 mostra que o ponto BR2 apresentou concentração de cobalto abaixo do limite de detecção do aparelho, ou seja, inferior a 0,0119 mg/kg. Já a concentração máxima foi encontrada na superfície do ponto B12 (8,3 mg/kg), seguida por 7,0 mg/kg no ponto A11 (Quadro 1). Entretanto, essas concentrações encontram-se dentro da escala de valores freqüentemente obtidos em solos não-poluídos, que oscilam entre 1,0-10,0 mg/kg (11, 16, 17, 19). Embora se observe uma leve tendência de acúmulo do Co na superfície do ponto B12 e do ponto A11, o valor limite estabelecido para o Co é de 50,0 mg/kg (19).

O teor de cromo nos solos pesquisados encontra-se dentro da faixa de ocorrência em solos naturais, que, conforme o Quadro 3, varia entre 5,0-100,0 mg/kg (17). Entretanto, a superfície do ponto B12 (Quadro 2) mostra uma concentração mais elevada (87,7 mg/kg). É característico do Cr a sua imobilidade no solo, o que facilmente pode provocar seu acúmulo. Na horta A (Quadro 1) observa-se uma concentração crescente do ponto A13 para o A11; este mesmo comportamento é observado com o Cu. Muito possivelmente, o ponto A11 vem recebendo composto há mais tempo que os pontos A12 e A13 (esta informação foi confirmada pessoalmente pelo agricultor). Entretanto, com a metodologia utilizada não foi possível detectar cromo no tecido vegetal. Segundo BERTON e VALADARES (2), estima-se que, com a utilização do composto orgânico, haja uma entrada de aproximadamente 105,0 mg Cr/kg.

A concentração de cobre encontrada nos solos pesquisados situa-se em uma faixa considerada abaixo do valor limite em solos agrícolas. Segundo HOFFMANN (9) (Quadro 3), o limite é de 100,0 mg de Cu disponível/kg. LIMA (14) afirma que o Cu tem um comportamento acumulativo, principalmente nas camadas superficiais do solo, por serem mais ricas em matéria orgânica. Segundo KOCH e ELSTNER (11), já foram encontrados 22.000,0 mg Cu/kg em solo contaminado. O potencial acumulativo do Cu, nos solos aqui pesquisados, é evidente. Na área B (Quadro 2) observa-se que o acúmulo do Cu já ocorre até mesmo em camadas mais profundas. Segundo BERTON e VALADARES (2), o composto pode ser responsável por uma entrada de 163,0 mg Cu/kg de composto.

Os Quadros 1 e 2 mostram que as concentrações de manganês reproduzem o mesmo quadro encontrado com outros metais analisados, como o Cu, o Cr, ou seja, valores crescentes do ponto A13 para o A11. O ponto B12, do mesmo modo, apresentou na superfície a maior concentração de Mn. Estes valores (que oscilaram entre 152,0 e 89,6 mg/kg) mostram-se mais elevados que os encontrados nos controles de ambas as áreas pesquisadas (variação entre 10,0 e 42,9 mg/kg). Entretanto, a concentração desse elemento encontra-se dentro de uma variação natural. Segundo SCHEFFER (17), o teor de Mn nos solos varia entre 20,0 e 800,0

**QUADRO 3 – Concentrações de alguns metais pesados considerados como referências**

Input no solo via composto orgânico	Fe	Ni	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Pb	Zn
(2)	(g/kg)				mg/kg				
Ocorrência em solos naturais (8, 7)	até+de 10%	5-50,0	0,5-3,0	1-10,0	5-100,0	2-40,0	20-800,0	2-60,0	10-300,00
Valor máximo encontrado (17, 18)							3.000 7.000		
Valor limite em solo agrícola (9, 19)				50	100				
Solos contaminados (11, 20)			53,0-200,0		22.000			4.000	
Valores encontrados em fertilizantes input mg/kg (1)			170					7-1.250,00	10-1.450,0



mg/kg, podendo chegar até a 3.000,0 mg/kg. SCHIELE (18) afirma que a média da concentração de Mn mais freqüente nos solos é de 560,0 mg/kg, com uma variação que oscila entre 1,0 e 7.000 mg/kg. Segundo BERTON e VALADARES (2), a entrada de Mn via composto orgânico é de aproximadamente 1,0 mg/kg.

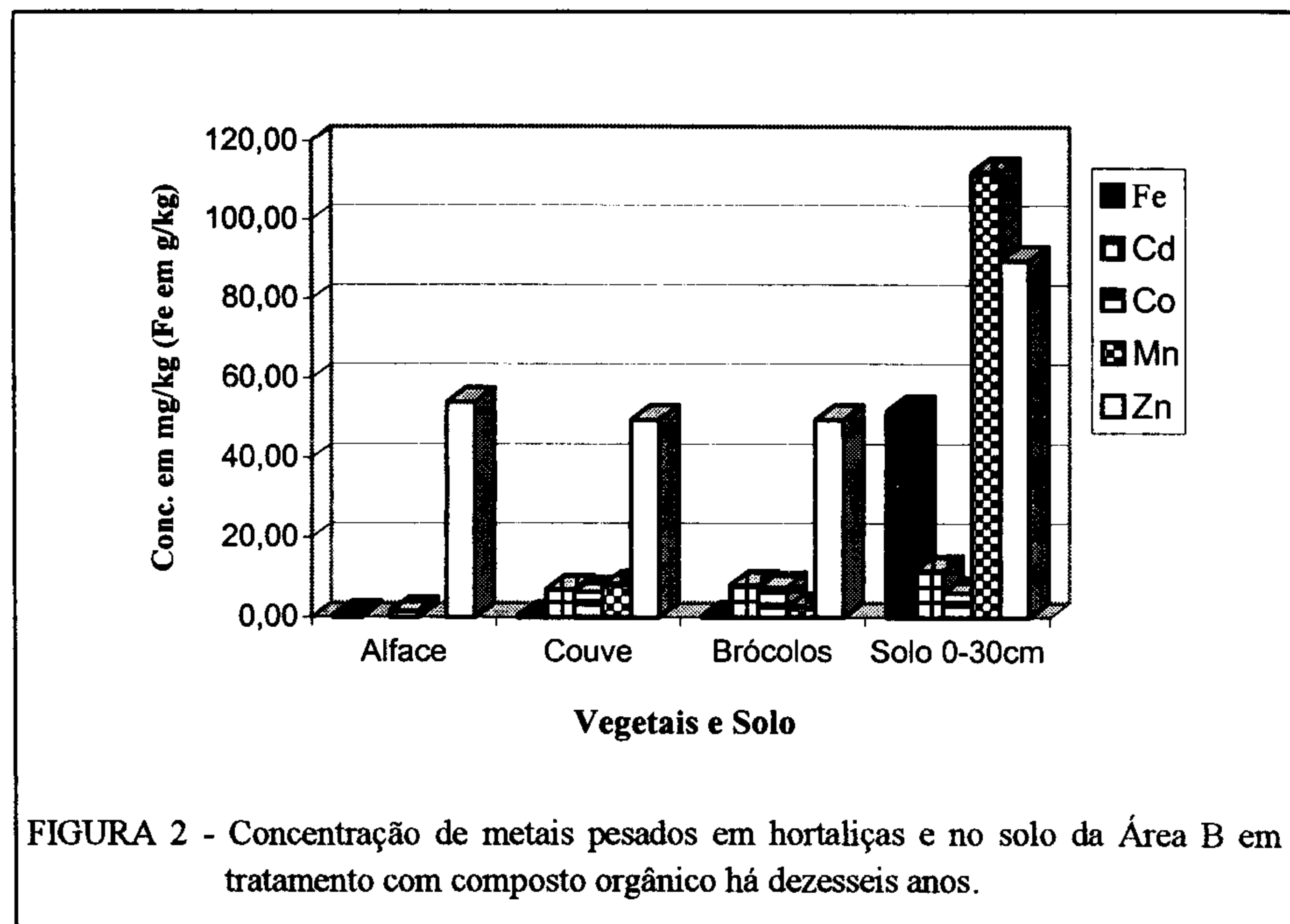
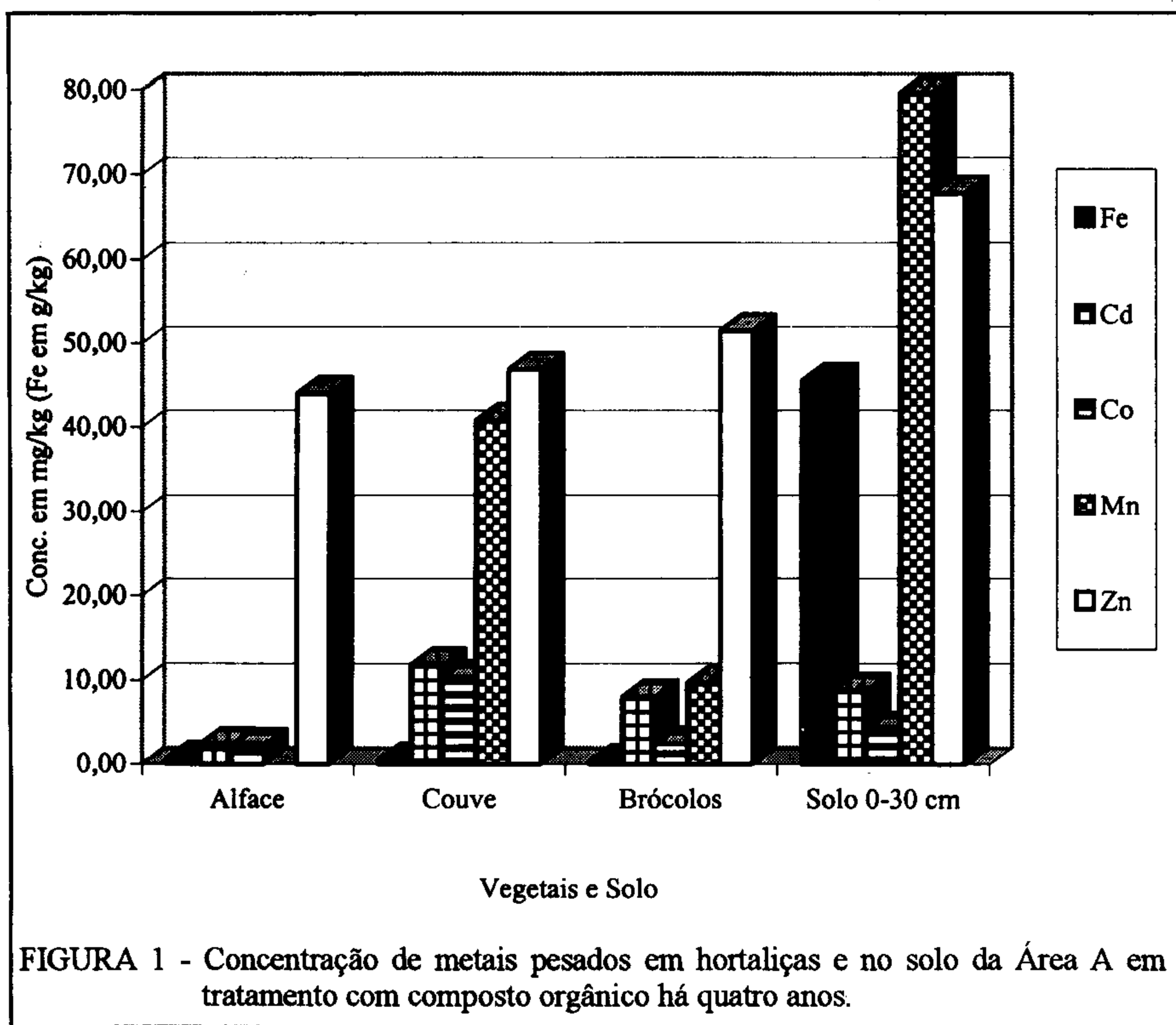
Na horta B a concentração mais elevada de chumbo foi encontrada na superfície do ponto B12 (55,7 mg/kg). Já na horta A, o controle ARI apresentou a maior concentração desse elemento, com 38,3 mg/kg. Esses valores, entretanto, encontram-se na faixa de solos não-poluídos, que raramente ultrapassam 100,0 mg Pb/kg. Segundo SCHEFFER (17), concentrações mais freqüentemente encontradas oscilam entre 2,0-60,0 mg/kg. KOCH e ELSTNER (11) afirmam que já foram medidos 4.000,0 mg Pb/kg em solos contaminados. A entrada de Pb nos solos estudados, via composto orgânico, pode, segundo BERTON e VALADARES (2), atingir no máximo 115,0 mg/kg, enquanto fertilizantes fosfatados podem ser responsáveis por uma entrada que oscila entre 7,0-225,0 mg/kg, e fertilizantes calcários, entre 20,0-1250,0 mg/kg (1).

Com a metodologia utilizada foi possível extrair o zinco apenas nas camadas superiores dos pontos A11, B11 e B12. Nos outros pontos a concentração de Zn situou-se abaixo do limite de detecção do aparelho, ou seja, inferior a 0,0077 mg/kg. Segundo HAPKE (8), solos não-poluídos podem conter entre 10,0 e 300,0 mg Zn/kg, concentradas em finas camadas da superfície do solo. A entrada de Zn pode, segundo BERTON e VALADARES (2), atingir até 262,0 mg/kg, via composto orgânico; 50,0-1.450,0 mg/kg, via fertilizantes fosfatados, e 10,0-450,0 mg/kg, via fertilizantes calcários (1).

### 3.2. *Vegetal*

Os elementos níquel, cromo, cobre, molibdênio, titânio, vanádio e chumbo foram analisados nos vegetais em estudo. Sua concentração apresentou-se abaixo do limite de detecção do aparelho, ou seja: Ni abaixo de 0,0118 mg/kg, Cu abaixo de 0,0040 mg/kg, Cr abaixo de 0,0053 mg/kg, Mo abaixo de 0,0055 mg/kg, Ti abaixo de 0,0085 mg/kg, V abaixo de 0,0223 mg/kg e Pb abaixo de 0,0057 mg/kg. Esses resultados não foram representados nas Figuras.

As Figuras 1 e 2 mostram que a concentração de ferro encontrada no alface e na couve encontra-se dentro dos valores obtidos na literatura para esses tipos de vegetais (área A, 0,70 e área B, 0,50 g/kg). FURLANI et alii (5) encontraram 0,30 g/kg na couve e de 0,82 a 1,08 g/kg na alface. HAAG e MINAMI (7) encontraram uma variação entre 0,19 e 0,73 g/kg na alface. Os brócolos apresentaram concentração acima da encontrada na literatura. FURLANI et al. (5) encontraram 0,17 g/kg de Fe, e nesta pesquisa foi



encontrada uma concentração de 0,30 g/kg nos brócolos em ambas as áreas, embora não haja nenhum indício de aumento da concentração do Fe nos solos estudados, em razão do uso de composto orgânico.

LIMA (15) discute que a concentração de cádmio nos solos de onde foram coletadas as hortaliças atinge valores de contaminação. Naturalmente que concentrações tão elevadas desse elemento estão refletidas no tecido vegetal das hortaliças analisadas. Na Figura 1 lê-se concentração de 11,8 mg/kg encontrada na couve coletada na área A. Os brócolos, em ambas as áreas, contém 8,0 mg/kg de cádmio; já no caso da alface, na área B, não houve resultados, por problemas analíticos.

LIMA (1995, em trabalho não publicado) encontrou na parte aérea da cenoura, do rabanete e da beterraba, provenientes dos solos em estudo, as seguintes concentrações de cádmio: na cenoura, 1,5 mg/kg na área A e 7,2 mg/kg na área B; no rabanete, 5,9 mg/kg na área A e 16,0 mg/kg na área B; na beterraba, 3,5 mg/kg na área A e 1,8 mg/kg na área B. Normalmente, as folhas do rabanete não são consumidas na alimentação humana e sim as raízes, mas se as folhas do rabanete analisado, contendo as concentrações acima informadas, fossem consumidas, uma pessoa pesando 70 kg deveria consumir o equivalente a apenas 30 g dessas folhas por semana ou 120 g no mês, seguindo critérios da Organização Mundial de Saúde, que postula que o corpo humano não deve absorver mais que 1 µg de cádmio por quilo corpóreo diariamente. Na Alemanha, recomenda-se que sejam ingeridos no máximo 0,53 mg de Cd/70 kg de peso corpóreo semanalmente. Dessa fração, 40% é absorvido através de alimentos. O Cd é acumulado principalmente nos rins e no fígado. A vida média biológica do Cd é longa (19-38 anos), por isso a tendência é o acúmulo do Cd no corpo humano. Em caso de acúmulo, pessoas acima de 50 anos podem apresentar disfunções renais. Pesquisas no Japão comprovaram relação positiva entre disfunção renal, teor de Cd em alimentos vegetais e o teor de Cd no solo (17).

Segundo LAGERWERFF (12), o Cd é facilmente absorvido pela raiz. KOCH e ELSTNER (11) citam que a concentração representativa de Cd no tecido vegetal varia entre 0,05 e 0,2 mg/kg. O cádmio é um elemento não-essencial ao ser vivo (20), e até mesmo baixas concentrações podem ter efeito tóxico para a maioria dos vegetais. Concentrações em torno de 50,0 mg/kg de Cd encontrados no milho provocaram, segundo MENGEL (16), deformações na raiz. Alguns µg/kg de cádmio em alguns organismos de água doce já podem provocar lesões (20).

As Figuras 1 e 2 mostram que a couve da área A, com 10,3 mg/kg de cobalto, apresenta concentrações superiores àquelas discutidas na literatura científica como mais frequentes. Apesar da concentração do Co nos solos estudados encontrar-se dentro dos valores mais frequentes, foi observada tendência de acúmulo desse metal nos pontos B12 e A11.

Segundo SCHRAUZER (19), a concentração do Co no tecido vegetal pode normalmente oscilar entre 0,03 e 5,0 mg/kg, dependendo da concentração desse elemento no solo e da espécie vegetal. Segundo MENGEL (16), o Co absorvido pela raiz, após percorrer a corrente transpiratória, não em apresentou problemas analíticos. Os vegetais em ambas as áreas, com exceção da couve na área A, apresentaram concentrações que JONES (10) considera deficientes, ou seja, abaixo de 20,0 mg/kg, apesar de os solos nessas hortas apresentarem concentrações mais elevadas que os seus controles. A concentração considerada suficiente pode oscilar entre 20,0 e 500,0 mg/kg. LIMA (13), pesquisando a influência de tratamentos à base de fungicidas cúpricos na composição mineral do cacauzeiro, encontrou variação entre 16,0 e 667,0 mg/kg de Mn nos vários órgãos do cacauzeiro.

Conforme as Figuras 1 e 2, as concentrações de zinco nas hortaliças em ambas as áreas pesquisadas são, segundo JONES (10), consideradas normais, ou seja, oscilam entre 25,0 e 150,0 mg/kg. FURLANI et alii (5), encontraram na alface uma variação entre 94,0 e 116,0 mg/kg; na couve foram encontradas 29,0 mg/kg e nos brócolos 53,0 mg/kg. HAAG e MINAMI (7) encontraram na alface uma variação entre 48,0 e 359,0 mg/kg.

#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho deixam claro que vem ocorrendo um comportamento acumulativo de alguns elementos, por exemplo, Cr, Cu e Co, nos solos de ambas as áreas pesquisadas, ainda que insignificante no nível dos limites de tolerância recomendados internacionalmente e da média das concentrações dos metais em solos não-poluídos. O Cd assume significado especial no contexto desta pesquisa, por se apresentar em concentrações em nível de contaminação, ainda que sua origem possivelmente seja outra, que não o composto orgânico. Em relação aos vegetais, a concentração dos metais Ni, Cr, Cu, Mo, Ti, Va e Pb apresentou-se abaixo do limite de detecção do aparelho, excluindo, portanto, qualquer risco de contaminação das hortaliças analisadas; as concentrações dos elementos Mn e Zn apresentaram-se dentro dos limites encontrados na literatura como os mais frequentes; a concentração do Fe na alface e na couve manteve-se dentro dos valores considerados normais pela literatura científica, entretanto os brócolos apresentaram concentração acima daquela normalmente encontrada; a concentração do Co, na couve em ambas as áreas (área A 10,30 mg/kg; área B 6,40 mg/kg), e nos

brócolos da área B (7,60 mg/kg), esteve acima da concentração considerada mais freqüente, ou seja, entre 0,03 e 5,00 mg/kg. Entretanto, risco de intoxicação no homem por ingestão dessa couve está praticamente excluído, a não ser que sejam ingeridos mais de 3 kg por dia; o Cd medido nas hortaliças apresentou concentrações elevadas, oscilando entre 8,0 e 11,8 mg/kg. A concentração representativa de Cd no tecido vegetal varia entre 0,05 e 0,2 mg/kg. O Cd presente nas hortaliças reproduz as concentrações encontradas nos solos onde foram cultivadas, os quais apresentam concentrações em nível de contaminação.

## 5. RECOMENDAÇÕES

O composto orgânico deve continuar a ser utilizado, em razão dos seus benefícios e também por minimizar o problema do lixo urbano de grandes centros, como São Paulo. Entretanto, recomenda-se que o composto orgânico seja produzido a partir de resíduos orgânicos obtidos pela coleta seletiva do lixo.

Deve haver um monitoramento periódico do composto, dos solos que recebem o composto e dos vegetais, para se verificar e evitar uma possível contaminação. A ação também deve ser encaminhada, visando melhorar a qualidade do composto, principalmente no que se refere à presença de vidros, moedas, agulhas, enfim, resíduos que poderão ser diretamente nocivos ao agricultor.

Também deve haver uma maior assistência dos órgãos competentes, quanto a um monitoramento mais completo e detalhado da fonte de entrada e da dinâmica do cádmio no agroecossistema, com ações que visem fiscalizar a qualidade dos fertilizantes comercializados.

Devem ser desenvolvidas pesquisas controladas (em casa de vegetação, por exemplo), para se determinar a capacidade limite dos solos tropicais de imobilizar certos minerais, especialmente os metais pesados. A partir daí se estabeleceria o valor limite de cada metal para cada tipo de solo e cultura, possibilitando determinar a quantidade de composto adequada, a ser utilizada com segurança.

Para fazer um diagnóstico mais detalhado e preventivo da situação de utilização do composto orgânico na agricultura, é necessário desenvolver estudos sobre a distribuição e fixação dos elementos minerais nas várias frações do solo. Com uma análise seqüencial do solo, ajustada ao monitoramento da concentração desses elementos na solução do solo, poder-se-á avaliar um possível impacto a curto e a longo termo. Questões como: a) Há riscos de haver impacto? b) Em quanto tempo ele ocorrerá? c) De que maneira evitar este impacto? d) Por quanto tempo é possível adiar a saturação do solo? devem ser pontos de partida, fundamentando propostas de pesquisas que busquem colaborar no esclarecimento da

dinâmica de transferência de metais pesados do composto orgânico para o solo e as culturas.

## 6. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pela bolsa de recém-doutor, aos colegas Prof. Jaim Lichtig e Prof<sup>a</sup> Elisabeth de Oliveira do Dep de Química Analítica do IQ da USP; ao colega João Roberto Ferreira Menk, do Instituto Agronômico de Campinas; à Divisão Técnica de Compostagem (LIMPURB) da Secretaria de Serviços e Obras da Prefeitura do município de São Paulo, pelas informações e colaboração; ao Dr Ronaldo S. Berton, do IAC, pelas ricas discussões; à Margarida, do IQ da USP, pela colaboração na coleta e preparo das amostras; e aos agricultores das hortas pesquisadas.

## 7. SUMMARY

### (VEGETABLES CULTIVATED IN SOILS TREATED WITH ORGANIC COMPOST FROM URBAN WASTE PRESENT NO CONTAMINATION WITH HEAVY METALS)

This paper presents the result of an investigation on the concentration of heavy metals in soils and vegetables treated with organic compost made from urban waste. Two plantations (areas A and B) with different treatments were investigated. The concentration of the elements Ni, Cr, Cu, Mo, Ti, Va and Pb in the analyzed vegetables presented no contamination risks. Mn and Zn also presented normal concentrations. Fe concentration in lettuce and cabbage was also normal, but broccoli had a concentration above that found in the literature. The Co concentration in cabbage from both areas and in broccoli from area B was above the normal concentration found in the literature. However, intoxication risk occurred only with ingestion of more than 3 kg of cabbage/day. Cadmium reached toxic concentration in soil and vegetables of both areas.

## 8. LITERATURA CITADA

1. AMARAL SOBRINHO, N.M.B.; COSTA, L.M.; OLIVEIRA, C. de & VELLOSO, A.C.X. Metais pesados em alguns fertilizantes e corretivos. *R. Bras. Ci. Solo*, 16:271-276, 1992.
2. BERTON, R.S. & VALADARES, J.M. A.S. Potencial agrícola do composto urbano no Estado de São Paulo. *O Agrônomo*, 43 (2/3):87-93, 1991.
3. CAMARGO, O.A. de & MONIZ, A.C. *Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas*. Campinas, Instituto Agronômico, 1986. 94 p. (Boletim Técnico, 106).
4. ERNST, W.H.O. *Umweltbelastung durch Mineralstoffe: biolog.Effekte*. Stuttgart, Fischer, 1983. 310 p.

5. FURLANI, A.M.C.; FURLANI, P.R.; BATAGLIA, O.C.; HIROCE, R.; GALLO, J.R.; BERNARDI, J.B. & FORNASIER, J.B. Composição mineral de diversas hortaliças. *Bragantia*, 37: 33-44, 1978.
6. GROSSI, M.G.L. *Avaliação do nível de concentração de alguns metais pesados em resíduos ou produtos resultantes da disposição ou tratamento de resíduos sólidos municipais*. São Paulo, Instituto de Química da Universidade de São Paulo, 1989. 330 p. (Dissertação de mestrado).
7. HAAG, H.P. & MINAMI, K. *Nutrição mineral em hortaliças*. Campinas, Fundação Cargill, 1988. 538 p.
8. HAPKE, H. J. Metallbelastung von Futter- und Lebensmitteln, Akkumulationen in der Nahrungskette. In: Merian, E. (ed.). *Metalle in der Umwelt*. Weinheim, Verlag Chemie, 1984. p. 35-44.
9. HOFFMANN, G. Müll- und Müllklärschlammkomposte in der Landwirtschaft. In: *Die Verwendung Müll – und Müllklärschlamm-Komposten in der Landwirtschaft*. Rüslikon - Zürich, GDI-Institut Verlag, 1980. p. 29-43.
10. JONES, J.B. Plant tissue analysis for micronutrients. In: Dinauer, R. (ed.). *Micronutrients in Agriculture*. Madison, Soil Science Soc. of America, 1991. p. 450-475
11. KOCH, B. & ELSTNER, B. *Pflanzentoxikologie: der Einfluß von Schadstoffen und Schadwirkungen auf Pflanzen*. Mannheim - Bibliographisches Institut, 1984. 47 p
12. LAGERWERFF, J.V. Lead, mercury and cadmium as environmental contaminants. In: Dinauer, R. (ed.). *Micronutrients in Agriculture*. Madison, Soil Science Soc. of America, 1972. p. 230-278
13. LIMA, J.S. Influence of treatments with cupric fungicides on the mineral composition of cocoa trees. *Agrotropica*, 5(3):43-51, 1993.
14. LIMA, J.S. Copper balances in cocoa agrarian ecosystems: effects of differential use of cupric fungicides. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 48:19-25, 1994.
15. LIMA, J. S. Influência do composto orgânico no teor de metais pesados de solos agrícolas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENG. SANTÁRIA E AMBIENTAL, 18<sup>o</sup>, Salvador-Ba, 1995. Anais em disquete. 9<sup>o</sup> disquete.
16. MENGEL, K. *Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze*. Stuttgart, New York, Fischer, 1979. 579 p.
17. SCHEFFER & SCHACHTSSCHABEL, P. *Lehrbuch der Bodenkunde*. 12. Auflage, Stuttgart, Enke Verlag, 1989. 491p.
18. SCHIELE, R. Mangan. In: Merian, E. (ed.). *Metalle in der Umwelt*. Weinheim, Verlag Chemie, 1984. p. 471-478.
19. SCHRAUZER, G.N. Cobalt. In: Merian, E. (ed.). *Metalle in der Umwelt*. Weinheim, Verlag Chemie, 1984. p.425-434.
20. STOEPLER, M. Cadmium. In: Merian, E. (ed.). *Metalle in der Umwelt*. Weinheim, Verlag Chemie, 1984. p. 375-408.
21. VALLILO, M. I. & OLIVEIRA, E. Solubilização de amostras de tecido vegetal em microondas para análise de metais pesados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 17<sup>a</sup>, Caxambu-MG, 1994. Anais, p. 78-79.