

9º Seminário sobre Águas Subterrâneas

Campus de Caparica, 7 e 8 de Março de 2013 | Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

CONSEQUÊNCIAS DE PRÁTICAS AGRÍCOLAS CONTINUADAS EM SOLOS: CASO DE ESTUDO NAS TERRAS DA COSTA DE CAPARICA

Celeste JORGE¹, Malva MANCUSO², Manuela SIMÕES³, Jorge MARTINEZ⁴

1Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal (cjorge@lnec.pt)

2Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil (malvamancuso@ufsm.br)

3CICEGE, Depto. de Ciências da Terra, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Caparica, (mmrs@fct.unl.pt)

4AECOM, Brisbane, Austrália(jorge.martinez@aecom.com)

RESUMO

O caso de estudo consistiu em averiguar se existe uma relação direta entre a contaminação por nitratos e outros sais na água subterrânea usada na irrigação de áreas agrícolas sujeitas a práticas intensivas e a contaminação do solo por metais provenientes de produtos usados neste tipo de atividade. Com este fim, foram recolhidas 25 amostras de solos que se sujeitaram a diferentes procedimentos analíticos para determinação das suas características físico-químicas e das concentrações de metais e outros elementos resultantes de produtos utilizados na prática agrícola. Do estudo realizado verificou-se, em alguns pontos, que há um enriquecimento, por vezes pouco significativo, nos 0,2 m mais superficiais do solo em diversos metais do tipo As, Co, Hg, Sb, Sn e V, mas que por efeito cumulativo poderá vir a ter repercussões nos recetores do topo da cadeia alimentar e no ecossistema, sendo recomendável proceder a estudos complementares.

Palavras-chave: Contaminação de solos; solos - metais; águas - nitratos; agricultura - intensiva.

INTRODUÇÃO

A atividade agrícola intensiva tem grandes repercussões no ecossistema e age na própria função agrícola do solo e na qualidade das águas superficiais e subterrâneas. A utilização de fertilizantes é uma prática comum para acelerar o crescimento das plantas, aos quais são associados pesticidas, que possuem elementos nocivos para o ecossistema e para o Homem. A aplicação aos solos agrícolas dos produtos referidos enriquecem-nos em elementos metálicos, que podem apresentar graves riscos para a saúde pública, sob diversas formas, uma vez que vão sofrendo processo cumulativo nesse meio. Acima de determinadas concentrações desses elementos metálicos, a utilização dos solos para práticas agrícolas pode tornar-se proibitiva.

Os principais e mais preocupantes contaminantes metálicos associados à atividade agrícola são o chumbo (Pb), o cádmio (Cd) e o arsénico (As). Outros elementos metálicos igualmente importantes são o crómio (Cr), o cobre (Cu), o mercúrio (Hg) e o zinco (Zn). Podendo ainda acrescentar-se o Níquel (Ni), o Cobalto (Co) e o Molibdénio (Mb).

A proteção dos recetores/consumidores dos produtos hortícolas produzidos pela prática de cultivo intensivo pode ser feita de diferentes formas concomitantes. De modo a minimizar o risco da ingestão de produtos contaminados, pode exigir-se que os solos agrícolas:

1 – Apresentem valores de referência (de acordo com o uso residencial) para o Pb, o Cd e o As de 300, 25 e 9 mg/kg, respetivamente (Misa, 2010). Mas outras fontes consideram outros valores de referência, como sejam os critérios de remediação de Ontário, para solos superficiais, que são para o Pb, o Cd e o As de 200, 12 e 20 mg/kg, respetivamente (MEE, 1997). A United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA) apresenta outros limites, designados por objetivos de remediação preliminares para o uso residencial, que são para o Pb, o Cd e o As de 400, 70 e 0,39 mg/kg, respetivamente. Estes últimos critérios apresentam valores limites para o Co e para o V, bastante mais baixos que os anteriormente referidos, que são 23 e 5,5 mg/kg, respetivamente.

2 – Sejam sujeitos a um aumento do teor em matéria orgânica e ao controlo do pH do solo (cerca de 6,5 ou um pouco superior), de forma a controlar a biodisponibilidade dos contaminantes e a evitar a sua acumulação nas espécies vegetais (Quadros 1 e 2).

Segundo Basic et al. (2001) as espécies com maior capacidade de acumulação relativa de metais pesados nas partes comestíveis são: a alface, o espinafre, a beterraba, a endiva, o agrião e a cenoura. A acelga, a batata, entre

9º Seminário sobre Águas Subterrâneas

Campus de Caparica, 7 e 8 de Março de 2013 | Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

outros, são também bastante vulneráveis à acumulação de metais.

Quadro 1 - Avaliação Qualitativa da Biodisponibilidade de Cátions Metálicos em Solos Naturais para Plantas e Invertebrados do Solo (Adaptado de EPA, 2007)

Tipo de solo	MO <2%	MO [2 a 6%]	MO [6 a 10%]
4≤pH<5,5	Muito alta	Alta	Média
5,5<pH≤7	Alta	Média	Baixa
7<pH≤8,5	Média	Baixa	Muito baixa

Quadro 2 - Avaliação Qualitativa da Biodisponibilidade de Ânions Metálicos em Solos Naturais para Plantas e Invertebrados do Solo (Adaptado de EPA, 2007)

Tipo de solo	MO <2%	MO [2 a 6%]	MO [6 a 10%]
4≤pH<5,5	Média	Baixa	Muito baixa
5,5<pH≤7	Alta	Média	Baixa
7<pH≤8,5	Muito alta	Alta	Média

Convém ainda acrescentar que a entrada dos contaminantes nos organismos, principalmente no Homem, não se faz única e exclusivamente por ingestão de vegetais contaminados, mas pode acontecer pela inalação de poeiras e pela ingestão de solo, quando se trabalha a terra ou quando se vive na área envolvente. Porém não é de descartar a entrada no organismo pela via dérmica, por contato com solo contaminado.

Uma vez gerada uma situação de contaminação de um solo agrícola por metais, é muitíssimo difícil de alterar a situação, porque os metais inorgânicos e os compostos metálicos apresentam características únicas que devem ser tidas em conta quando se avaliam os seus riscos nas diferentes vertentes de saúde pública ou dos ecossistemas.

O principal objetivo da presente investigação diz respeito a 1) analisar o teor em metais de solos agrícolas de prática intensiva, localizados junto a áreas urbanas e de lazer, como sejam as belíssimas praias da Costa de Caparica; 2) verificar se existe alguma relação entre a contaminação por nitratos das águas subterrâneas da área em estudo e a contaminação de solos por metais; e 3) definir potenciais soluções simples, em caso de identificação de contaminação por metais.

ÁREA DO ESTUDO

A área em estudo cobre uma superfície de 220 ha e localiza-se nas Terras da Costa de Caparica, no concelho de Almada e distrito de Setúbal. Corresponde a uma faixa de terra estreita, com aproximadamente 4 km de comprimento e largura variável entre 450 m (sul) e 750 m (norte), que faz parte da Planície Litoral Atlântica. Os solos desta área são classificados por arenossolos, de acordo com a classificação da FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations).

ABORDAGEM PRÉVIA AO ESTUDO

O estudo de Martínez (2010) mostrou que a área em questão se encontra contaminada por nitratos devido à adição não controlada de aditivos químicos e ao desajustado uso do solo, com repercussões na qualidade da água subterrânea, que apresenta concentrações de ião nitrato (NO_3^-) superiores a 1000 mg/L. Acrescentando, ainda, a confirmação de salinização do solo por sais solúveis azotados e fosfatados, possivelmente entre outros.

A conclusão referida no parágrafo anterior resultou da análise de 26 amostras de água recolhidas em poços e furos localizados em propriedades rurais das Terras da Costa, em março de 2010, e da recolha de 40 amostras (nos 26 pontos anteriores e em 14 novos pontos), em agosto de 2010, tentando a primeira colheita representar um período húmido e a segunda um período de estiagem.

Na campanha de agosto de 2010 foi realizado conjuntamente um levantamento para se tentar identificar as potenciais fontes de contaminação e ainda da potencial frequência de aplicação de fertilizantes e de pesticidas (quantidade, tipos, concentrações, épocas de aplicação), existência de fossas sépticas e de áreas industriais, tendo em conta a utilização das águas subterrâneas na rega e no abeberamento do gado.

Neste estudo foram identificadas condições locais de salinização do solo, com respetiva perda da sua qualidade e com a geração de águas subterrâneas salobras. Este facto é muito evidente junto ao ponto de recolha de solos

9º Seminário sobre Águas Subterrâneas

Campus de Caparica, 7 e 8 de Março de 2013 | Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

S5, onde a água subterrânea apresenta valores de CE de 4830 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e elevadas concentrações de NO_3^- (valores muito superiores ao limite admissível de 50 mg/L).

METODOLOGIA

Procedeu-se à recolha de 25 amostras de solo com a finalidade de tentar avaliar o potencial grau de contaminação por metais nos solos agrícolas em estudo. Deste modo, foi efetuada recolha controlada de amostras de solos em 10 localizações da área estudada, a duas e/ou três profundidades (0,0, 0,1 e/ou 0,2 m) em agosto de 2010.

As amostras de solo recolhidas foram sujeitas à determinação dos teores em água (w) e em matéria orgânica (MO); à avaliação do pH, da condutividade elétrica (CE) e do potencial redox (Eh). As amostras de solo foram ainda sujeitas a análise granulométrica. Para a identificação e quantificação de metais e de outros elementos foi empregue Fluorescência de RX (FRX), pela utilização de um detetor XL3t da Thermo Scientific Niton com tecnologia GOLDD+. Nesta tarefa foram pesquisados 39 elementos: Al, Ag, As, Au, Ba, Bi, Ca, Cd, Cl, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Hg, K, Mg, Mn, Nb, Ni, P, Pb, Pd, Rb, S, Sb, Sc, Se, Si, Sn, Sr, Te, Th, Ti, U, V, W, Zn e Zr.

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS PARA OS METAIS

Dos valores obtidos nas 150 análises realizadas por FRX, sobre as 25 amostras de solo, e efetuando uma análise comparativa entre a totalidade dos valores obtidos e os relativos aos valores limites para a Legislações Canadiana do Quebeque e de Ontário e para os Critérios de Remediação - Objetivos de Remediação Preliminares para a USEPA, obtiveram-se os resultados apresentados no Quadro 3. Pela análise daquele quadro é possível concluir que os metais com valores superiores aos dos valores recomendados são o As, o Co, o Hg, o Sb, o Sn e o V e que os três locais em que se detetaram maior enriquecimento em metais são P52-10 (terra húmida a ser preparada, com 19 a 29 % de finos), P24-4 (areia com 4 a 7% de finos, em fase de pousio) e P270-8 (material arenoso com 6 a 28% de finos em fase de pousio).

Quadro 3 – Concentrações de Metais nas Amostras Analisadas Comparadas com as Concentrações dos Diferentes Critérios de Contaminação para os Solos – Legislações Canadianas e Critérios da USEPA

Local/ Amostra	As ($\geq 0,4$ ppm* ≥ 20 ppm)	Hg (≥ 2 ppm)	Co (≥ 23 ppm* ≥ 40 ppm)	V (≥ 6 ppm* ≥ 200 ppm)	Sb (≥ 13 ppm)	Sn (≥ 50 ppm)
P23-2/0,1	12	LOD	LOD	131	LOD	LOD
P23-2/0,2	12	<5	LOD	159	LOD	LOD
P24-3/0,1	14	5	LOD	145	LOD	(26)
P24-3/0,2	12	LOD	62	150	LOD	(23)
P24-4/0,1	15	LOD	58	190	<26	(49)
P24-4/0,2	14	LOD	LOD	205	LOD	159
P25-1/0,1	14	<5	LOD	148	LOD	LOD
P25-1/0,2	15	LOD	LOD	144	LOD	LOD
S5/0,0	11	<4	LOD	151	LOD	LOD
S5/0,1	10	LOD	<45	144	LOD	LOD
S5/0,2	11	<4	LOD	133	LOD	LOD
P52-10/0,0	35	<7	83	199	LOD	LOD
P52-10/0,1	35	LOD	92	200	LOD	LOD
P52-10/0,2	39	<6	92	215	LOD	LOD
P270-8/0,0	20	LOD	79	158	LOD	LOD
P270-8/0,1	21	<4	LOD	196	LOD	LOD
P270-8/0,2	21	LOD	LOD	160	LOD	LOD
P270-9/0,0	17	<5	LOD	154	LOD	LOD
P270-9/0,1	20	LOD	<54	168	LOD	LOD
P270-9/0,2	17	LOD	LOD	179	LOD	LOD
P49-6/0,1	11	<6	LOD	97	<28	LOD
P49-6/0,2	10	<4	LOD	82	21	(14)
P49-7/0,0	11	LOD	LOD	182	LOD	(36)
P49-7/0,1	11	<4	LOD	173	LOD	LOD
P49-7/0,2	12	LOD	LOD	175	LOD	LOD

* Limites USEPA

Valor a negrito – supera o valor dos critérios canadianos

CONCLUSÕES

Uma vez que os solos estudados são pouco alcalinos e alcalinos e apresentam diferente teor em finos e baixos teores em MO (inferiores a 4,1 %), crê-se que a biodisponibilidade dos elementos analisados seja diferente de

9º Seminário sobre Águas Subterrâneas

Campus de Caparica, 7 e 8 de Março de 2013 | Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

local para local. A biodisponibilidade dos cationes metálicos será, em geral, baixa a média. Este facto, aliado à presença de finos, tenderá por um lado a evitar a migração (mobilidade) dos metais para a água subterrânea e por outro a perpetuar a situação existente no solo, pela retenção nos minerais de argila e na MO.

Nos locais abordados verificou-se que a elevada CE das águas subterrâneas se reflete na CE dos solos à superfície, pela própria salinização destes. Porém é observável que os locais que apresentam maior contaminação das águas por aniões (NO_3^- , Cl^- e SO_4^{2-}) não são os que apresentam maior contaminação dos solos à superfície por metais (As, Co, Hg, Sb, Sn e V).

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado no âmbito de uma colaboração estabelecida entre o LNEC, a FCT/UNL e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) do Estado de São Paulo.

BIBLIOGRAFIA

- Basic, F., Kusic, I. e Mesic, M. (2001) – Heavy Metals in Agricultural Soils and Food Chain. Department of General Agronomy, Faculty of Agriculture – University of Zagreb, Croatia.
- EPA (2007) – Framework for Metals Risk Assessment. Office of the Science Advisor, Risk Assessment Forum. U.S. Environmental Protection Agency, EPA 120/R-07/001, March, Washington, DC.
- Martinez, J.I. (2010) – Análise da Viabilidade de Aplicação de Tecnologias de Remediação Ambiental In Situ para Redução das Concentrações de Nitratos em Águas Subterrâneas. Costa da Caparica, Portugal. Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Tecnologia Ambiental. Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, Brasil, 233p.
- MEE (1997) – Guideline for Use at Contaminated Sites in Ontario. Table A – Surface Soil in a Potable Groundwater Situation (pH is 5 to 9). Ministry of Environment and Energy.
- Misa (2010) – Urban gardens and Soil Contaminants. Minnesota Institute for Sustainable Agriculture. March. www.misa.umn.edu (consultado em janeiro de 2012).